



Natália Lopes Tavares

**Sustentabilidade do ambiente construído:
Reflexões e avaliações da prática de escritórios
de arquitetura do Rio de Janeiro e de São Paulo**

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental da PUC-Rio.

Orientador: Prof. Marcelo Roberto Ventura Dias de Mattos Bezerra

**Rio de Janeiro,
abril de 2021**



Natália Lopes Tavares

**Sustentabilidade do ambiente construído:
reflexões e avaliações da prática de
escritórios de arquitetura do Rio de
Janeiro e de São Paulo.**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo.

Prof. Marcelo Roberto Ventura Dias de Mattos Bezerra
Orientador
Departamento de Arquitetura e Urbanismo – PUC-Rio

Prof. Fernando Betim Paes Leme
Departamento de Arquitetura e Urbanismo – PUC-Rio

Prof. Wagner Barboza Rufino
Departamento de Arquitetura e Urbanismo
Escola Superior de Desenho Industrial ESDI – UERJ

Rio de Janeiro, 07 de abril de 2021

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem a autorização da universidade, da autora e do orientador.

Natália Lopes Tavares

Graduou-se em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) em 2014. Em 2017 realizou o curso de extensão “*Sustainable housing from a european perspective*” na Universidade Tecnológica de Delft, na Holanda. Desde 2014 atua profissionalmente em escritório de arquitetura no desenvolvimento de projetos, assumindo função de coordenação partir de 2019.

Ficha Catalográfica

Tavares, Natália Lopes

Sustentabilidade do ambiente construído: Reflexões e avaliações da prática de escritórios de arquitetura do Rio de Janeiro e de São Paulo / Natália Lopes Tavares; orientador: Marcelo Roberto Ventura Dias de Mattos Bezerra – Rio de Janeiro: PUC, Departamento de Engenharia Civil, 2020.

234p. ; 29,7 cm

1. Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Civil.

Inclui referências bibliográficas

1. Engenharia Civil – Teses. 2. Engenharia Urbana e Ambiental – Teses. 3. Desenvolvimento sustentável. 4. Edificação sustentável. 5. Processo de projeto. 6. Estratégias Sustentáveis. 7. Arquitetura Sustentável. I. Bezerra, Marcelo Roberto Ventura Dias de Mattos. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental. III. Título.

CDD: 624

Agradecimentos

Agradeço ao meu orientador, Prof. Marcelo Bezerra, por todo o aprendizado e estímulo constante à busca por melhores reflexões e resultados, assim como por todo cuidado e paciência durante o processo de desenvolvimento desta pesquisa. Foi uma honra.

À minha mãe, Iara, meu agradecimento eterno e amor incondicional pela parceria de vida. Fonte inesgotável de incentivo, carinho e cuidado em todos os momentos. Meu maior exemplo de integridade, dedicação e profissionalismo.

Ao meu pai, Ramiro, agradeço pelo apoio, amor, confiança e pelas palavras de encorajamento sempre com a certeza de que tudo daria certo.

Aos meus familiares e amigos, agradeço por toda a energia positiva e suporte. Caminhar ao lado de tantas pessoas incríveis é um privilégio e nomear alguns seria um descuido. Abro exceção simbólica para as amigadas que floresceram no mestrado e tornaram tudo mais leve e especial: Bianca e Alene, obrigada por nosso lindo encontro que criou raízes para a vida.

À equipe de trabalho da qual faço parte, agradeço pela parceria, generosidade e compreensão nos momentos em que precisei me ausentar.

Agradeço também a todos os profissionais da PUC-Rio que contribuíram para a minha experiência acadêmica. Em especial, ao secretário Bruno Reis por toda gentileza, profissionalismo e suporte no atendimento ao longo do processo.

A todos os profissionais entrevistados que se disponibilizaram a contribuir com essa pesquisa, agradeço imensamente pelo tempo dedicado e pela grande oportunidade em aprender com a experiência de cada um.

Ao meu primo Jefferson, agradeço por ser meu exemplo de capacidade, determinação e alegria independente das adversidades da vida. Ao meu avô Aniceto e às minhas avós Iara e Preta, meu amor mais puro e para os quais eu dedico esta pesquisa.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Resumo

Tavares, Natália Lopes; Bezerra, Marcelo Roberto Ventura Dias de Mattos. **Sustentabilidade do ambiente construído: Reflexões e avaliações da prática de escritórios de arquitetura do Rio de Janeiro e de São Paulo.** Rio de Janeiro, 2020. 234p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Eventos globais como as mudanças climáticas, crescimento populacional e expansão urbana trazem o foco para a contribuição do ambiente construído na sustentabilidade das cidades. Visto que o setor da construção civil é um dos maiores responsáveis pelo consumo de recursos naturais, geração de resíduos e emissão de poluentes, uma significativa mudança de paradigma no setor se faz necessária. Por sua vez, o papel dos profissionais do mercado de arquitetura e urbanismo no desenvolvimento de projetos é estratégico na efetiva transformação desse cenário. É preciso que os processos de projeto sejam mais integrados, colaborativos e eficientes para que as edificações desenvolvidas contemplem soluções multidisciplinares que priorizem a redução do consumo de recursos naturais, que viabilizem o alto desempenho dos sistemas e garantam o conforto dos usuários. Ainda que as estratégias e soluções para o desenvolvimento de edificações sustentáveis sejam diversas e que a arquitetura integrada aos condicionantes ambientais seja prática comum no processo de projeto dos escritórios entrevistados, há desafios enfrentados no mercado que impactam a qualidade ambiental e a eficiência dos projetos. A priorização por custos iniciais mais baixos, a carência tanto de incentivos fiscais quanto de regulamentações específicas voltados à construção sustentável e a baixa cultura de planejamento do mercado nacional foram alguns dos principais desafios identificados. Apesar dos desafios, a compreensão sobre a importância da sustentabilidade no ambiente construído é unânime entre os entrevistados, assim como a atuação efetiva dos mesmos como agentes transformadores do cenário ambiental através da prática profissional ainda que muito precise ser realizado.

Palavras-chave

Desenvolvimento sustentável; edificação sustentável; processo de projeto; estratégias sustentáveis; arquitetura sustentável.

Extended Abstract

Tavares, Natália Lopes; Bezerra, Marcelo Roberto Ventura Dias de Mattos. **Built environment sustainability: Reflections and analysis of architecture offices practice in Rio de Janeiro and São Paulo.** Rio de Janeiro, 2020. 234p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Introduction

Global events have been held for decades, with a view at ensuring the collective commitment among countries on planning and carrying out actions to stop and reverse the environmental degradation of the planet.

The UN Conference on the Human Environment in Stockholm in 1972 and the World Commission on Environment and Development, held in 1983, were some of the main events leading up to the discussion of parameters and goals that culminated in the Agenda 21 (HANDL, 2012; LAYRARGUES, 1997; ONU, 2015), predecessor of the current Agenda 2030, which includes the 17 Sustainable Development Goals – SDGs, launched by the UN in 2015 (MMA, 2020).

In the same year, the SDGs were launched and, during the 21st United Nations Climate Change Conference – COP21, the Paris Agreement was set out with main focus on actions to address climate change and its resulting impacts (MMA, 2020).

Cities concentrate more than 50% of the population of the planet (PNUD BRASIL, 2020) and buildings alone account for 40% of Greenhouse Gas (GHG) emissions. Therefore, architects and other players in the construction sector have a “professional and ethical duty” to lead the transformation of such scenario, not only to minimize negative environmental impacts but also to establish “robust and resilient solutions to a future of extreme weather events” (RIBA, 2019).

The identification of the socio-economic relevance of the construction industry in Brazil (IBGE, 2020), the severity of the long-term environmental impacts generated by buildings (RIBA, 2019) and the design as “the starting point of the life cycle of a building” (DEGANI & CARDOSO, 2002) leads to the search, in this study, to identify the processes and design strategies that contribute to achieve sustainability in buildings, as well as to understand the role and performance of architecture professionals in this scenario.

To do so, a literature review on the subject has been conducted and interviews have been carried out with some of the main architecture offices operating in the cities of Rio de Janeiro and São Paulo, given their importance in the Brazilian scenario.

Chapter I – Literature Review

General concept of sustainability

In 1983, the World Commission on Environment and Development produced a report entitled *Our Common Future* – also known as the Brundtland Report – whose basic premise defends international cooperation. Adopting long-term strategies to achieve the sustainable development required is a task common to all human beings (LAYRARGUES, 1997).

According to John Elkington (1994), following the publication of the report and the realization of the Earth Summit (ECO-92), the concept of sustainable development has become key to the environmental debate involving the interaction of social, political and economic aspects, which comprise the basic aspects of the Triple Bottom Line – a sustainable management framework created by Elkington in the 1990s and popularly disseminated as the tripod of sustainability.

According to Rogers & Gumuchdjan (2015, p. 5), the essence of the concept of sustainable development lies in “the redefining of wealth to include natural capital” and ensuring future generations, through regulatory standards, with “a stock of natural capital that equals or ideally exceeds our own inheritance”.

As for Braungart & McDonough (2013), the concept of natural capital, which characterizes nature as a tool to be used for the benefit of mankind, needs to be revised and they advocate the establishment of cyclical and self-regulatory systems not limited to minimizing negative environmental impacts. Braungart & McDonough establish a metaphorical relationship between the cradle to cradle concept and “good gardening”: it is not about “saving” the garden (or the planet) but to “learn to thrive in it”.

Sustainability and buildings

“With more than 80% of global GDP generated in cities, urbanization can contribute to sustainable growth if managed well”. However, in the speed and

scale provided, the demand for affordable housing, urban infrastructure, well-connected transport systems and jobs may be challenging in both socio-economic and environmental terms (WORLD BANK, 2020).

The construction industry is identified by the International Council for Research and Innovation in Building and Construction (CIB) as “the sector of human activities that most consumes raw materials”, uses energy (LIMA & ICMBio, 2014) and generates waste (CBCS, 2007). In this sector, buildings alone account for about 40% of global annual energy-related GHG emissions and, by 2050, their final demand for energy will increase by approximately 50%, due to the rapid urbanization and doubling of the built area (UNEP, 2018).

The sector offers several opportunities to apply sustainability concepts and, consequently, to minimize the impacts generated. By adopting strategies aiming at efficiency, conservation and rational use of resources, it is possible to reduce expenses, minimize environmental impacts and obtain benefits for the whole society (CBCS, 2007).

The sustainable building

In order to reduce and prevent the environmental effects caused by cities, the development of sustainable construction projects has become increasingly necessary and widespread on a global scale (EL-SAYEGH, MANJIKIAN, IBRAHIM, ABOUELYOUSR, & JABBOUR, 2018).

According to Kibert (2020, p.10), truly green buildings are rare to nonexistent. Most existing green buildings feature incremental improvement over, rather than radical departure from, traditional construction methods. But that is part of the evolutionary process of the industry towards ensuring sustainability throughout all phases of the buildings' life cycle.

To this end, Ceotto (2008) points out the need to raise customers' and users' awareness and educate them on the topic, being feasibility of resources a means to demystify the market's common perception that sustainability is expensive. The author lists, in his studies, the cost and potential for interference in sustainability at each stage of a building's life cycle (design, construction and maintenance) and estimates significant savings that the investment of 5% to 8% of the cost of building a residential building in development of efficient projects and systems can yield in utilities bills, not to mention the valuation of the property.

Although the construction sector offers multiple opportunities to adopt sustainable practices (CBCS, 2007), according to Elkington (2009), companies

and financial institutions should support initiatives to reduce the lack of knowledge of the sector's players and, therefore, ensure the effective contribution of the sector in adopting such practices.

According to Degani & Cardoso (2002), "considering that the project is the starting point a building's life cycle", the role of the architectural design, regarding both its choices and the way it is conducted, is fundamental to leverage the many opportunities the construction sector offers towards sustainable development.

Design and process

The architectural practice makes use of knowledge from other fields of study. Its aim include the development of structures composed of functions demonstrated through its use, meanings, performance, operation, costs, production, commercialization, market, formal qualities, environmental and ecological impacts (BEZERRA M. D., 2004).

The design process has been transformed by the use of computer technology and tools, resulting in a significant increase in the ability, by architects, to improve the designed spaces, from the adoption of tested solutions that better respond to local climate to the specification of increasingly sensitive building systems, capable of monitoring the building's behavior and reacting to specific needs (ROGERS & GUMUCHDJIAN, 2015).

In addition to the architectural design, the design of a building involves several players – customers, professionals, suppliers, etc. –, several disciplines and competences, deadline and cost-related issues, that is, countless factors that bring complexity to the preparation and execution of a project.

Such complexity, in addition to the dynamics of the market that has demanded more and more optimization of the project, is necessary to establish a stable and standardized workflow. A formal and systematic design process that ensures the fulfillment of all stakeholders' needs, as well as efficient interaction between the teams and customers involved (ROMANO, 2003).

Integrated Design Process

Lack of planning, interaction and communication among the players involved, the segmentation of activities and the absence of a broad and integrated vision between design and execution characterize the informality in conducting the design processes. Many buildings face issues related to the lack of quality as a result of this market practice (ROMANO, 2003).

Defining mechanisms and procedures to ensure the interoperability between professionals, since the initial phase of the architectural design, is an even more fundamental aspect to carry out high environmental quality projects (SALGADO, CHATELET & FERNANDEZ, 2012).

According to Zimmerman & Eng. (2006), a collaborative action by multidisciplinary teams is the main factor of an Integrated Design Process (IDP) capable of increasing the quality and integrity of the decisions taken. In addition, Perkins+Will & Consulting (2007) state that initial efforts provide more opportunities to address and apply sustainable solutions in projects.

Kibert (2020) adds that, in sustainable projects, the information generated and the goals to be achieved are so extensive that conventional processes are generally inefficient in relation to the IDP, which, in turn, has a history of capacity to fulfill such demands. That capacity is mainly related to full participation of the client (ZIMMERMAN & ENG., 2006) and the execution of charrettes – a term currently “used to denominate a collaborative design session” (KIBERT, 2020).

Another significant contribution of the IDP is its follow-up throughout the life cycle of the project, from the design to its occupation and operation, thus reaffirming the holistic view stated in the process that ensures the results set as goals in the design steps. According to Zimmerman & Eng. (2006), customers who still do not explicitly request the use of the IDP in their projects would probably do so if they had full awareness of the values added to the projects provided by both integration and applied sustainability.

Technologies for the development of projects

In times of continued technological development and increased flow of information, project development starts to fulfill more complex demands, multidisciplinary assumptions, increasingly shorter execution times and concerns about performance throughout the construction life cycle.

Currently, BIM is the most widespread methodology as ideal to meet all these market demands. Essentially, “BIM is not a thing or a type of software but a human activity that involves broad process changes in construction process” (EASTMAN, TELCHOLZ, SACKS, & LISTON, 2014) “and an important trend in the sector” (KIBERT, 2020).

Just as Perkins+Will & Consulting (2007) and Salgado, Chatelet & Fernandez (2012), Parrott & Bomba (2010) also highlight BIM positively and regard it as a “game changer”, the cutting edge of a movement aimed at bringing

greater collaboration to the construction sector and consists of being an integral part of the Integrated Design Processes.

As the use of BIM promotes early collaboration between the multidisciplinary knowledge involved in a project, provides agility in the anticipation of interferences and ensures greater control of the changes made, it means cost effectiveness and shorter execution time. In association with simulation tools, the BIM also improves the performance of the building and, as it is a powerful database of all systems and equipment applied in the project, it also brings benefits for the post-construction phase, by improving the management and operation of the building throughout its life cycle (EASTMAN, TELCHOLZ, SACKS, & LISTON, 2014).

According to the Inter-American Development Bank (2019 *apud* the MINISTRY OF ECONOMY, 2019), the use of BIM allows savings of 15% in buildings, 16% in urban infrastructure and 12% in building infrastructure. The estimates for Brazil is that, by 2028, the dissemination of BIM-related processes and technologies will reduce construction costs by 9.7%, cause productivity growth by 10% and, as a result, increase GDP in the Brazilian construction sector by 28.9% (MINISTRY OF ECONOMY, 2019).

Strategies, systems and components

The holistic and collaborative thought approached as a proposition for sustainable development is not restricted to design processes and tools. All buildings' physical components and operating systems need to be formulated in the design and executed on site based on the same train of thought that seeks to ensure the balance between environmental, economic and social sustainability.

Bioclimatic Architecture

Based on knowledge about biology and climatology, architecture and town planning seek to "define the environmental conditions, the natural and built environment that best meet the requirements thermal comfort of man" (ROMERO, 2013).

Technological breakthroughs create artificial acclimation and lighting systems capable of providing comfort to a building's users. However, the exclusive use of such systems is not efficient from an economic and energy point of view (LAMBERTS, DUTRA, & PEREIRA, 2014, p. 15), not to mention the

negative environmental impact, since the energy issue (generation and consumption) is among the “main drivers of global climate change” (LAMBERTS, GHISI, PEREIRA, & BATISTA, 2010).

According to the Passive House Institute (2015), constructions that prioritize passive strategies such as thermal insulation, heat recovery, waterproofing and lack of thermal bridges are capable of reducing energy consumption for heating spaces from 75% to 90%. Equivalent savings potential can be observed in strategies for hot climates, such as in many Brazilian cities.

For Rogers & Gumuchdjan (2015, pp. 96, 98), architecture “needs to minimize its shock” on the environment; for example, the relationship between sunstroke and the settlement of a building is essential to ensure low energy consumption.

According to Romeiro (2013), these relationships make up the concept of bioclimatic architecture through which “the buildings themselves act as a mechanism to control the environmental variables” through their envelopes, surroundings and the use of the elements and the existing climate factors. Therefore, Lamberts, Dutra, & Pereira (2014) state that architects should consider the use of passive strategies for heating, cooling and natural lighting, in order to better adapt the project to local conditions.

For the analysis of bioclimatology applied to architecture, tools such as bioclimatic charts are used to analyze the annual climatic conditions in a given location and the applicability of specific strategies for each design (LAMBERTS, DUTRA, & PEREIRA, 2014).

The Brazilian territory features great climatic diversity. According to the standard NBR 15220-3 (ABNT, 2005), out of the eight Brazilian bioclimatic zones, zones 3 and 8 correspond, respectively, to the cities of São Paulo and Rio de Janeiro and, therefore, present distinct bioclimatic strategies, such as:

RIO DE JANEIRO – ZB 3	% ANNUAL:	SÃO PAULO – ZB 8	% ANNUAL:
Natural ventilation	53%	Natural ventilation	16%
Shading	27%	Passive solar heating	13%
Thermal inertia for heating	15%	Thermal inertia for heating	58%

Table 1: Bioclimatic strategies for the cities of Rio de Janeiro and São Paulo. Source: Projeteee – Projetando Edificações Energeticamente Eficientes (Designing Energy Efficient Buildings) (2020).

“The bioclimatic approach comprises multidisciplinary treatment”, requiring integrated checks of the strategies (ROMERO, 2013), so architects and other

professionals involved in the design process may pursue the goals listed in table 2 (LAMBERTS, DUTRA, & PEREIRA, 2014).

BIOCLIMATIC STRATEGIES GOALS:
Prioritization of natural conditioning and lighting systems
Selection of building materials according to their thermal properties;
Use of artificial systems and more efficient equipment
Integration between natural and artificial systems for better performance of the building.

Table 2: Bioclimatic strategies goals. Source: LAMBERTS, DUTRA, & PEREIRA (2014).

Energy Efficiency

The power supply sector is the biggest driver to global greenhouse gas emissions. Reducing carbon intensity in the production of electricity is essential in mitigating climate change and occurs more quickly in generation than in consumption (EDENHOFER *et al.*, 2014).

However, the fact that buildings are the greatest end consumer of power in the world corroborates the high relevance and priority with which the energy efficiency of buildings must be addressed (CBCS; PNUMA & MMA, 2014).

In Brazil, the diagnosis of power consumption in 2019 points out the expressiveness of the southeast region and the residential and commercial sectors, which together accounted for almost half of the country's total power consumption (EPE, 2019). According to Lamberts, Dutra & Pereira (2014), these are the sectors where architects are able to act significantly in contributing to the increase of energy efficiency in buildings under the principle that says "it is cheaper to save energy than to supply it".

Improving the energy performance of buildings requires changes in design, starting from significant progress in the passive design of the buildings (KIBERT, 2020). Depending on the approach, there is a stimulus to the production of the so-called Net Zero Energy Buildings – NZEB, which combine high energy efficiency strategies with local renewable energy generation (SIDUSCON-SP, 2019).

Provided that there are many possible strategies to ensure the energy efficiency of a building, the simulation tools are playing a more and more important role in the development of sustainable buildings (KIBERT, 2020, p. 270), as they assist in decision-making process during the design phases, from the comparison of varied scenarios and analysis of the results obtained (SCHINAZI *et al.*, 2018).

The energy simulations and choices for efficient building systems are as important as the buildings' operational strategies (SIDUSCON-SP, 2019). The amount of energy spent for operation is the main indicator of a building's efficiency, because the lower the energy consumption in operating activities, the lower the carbon emissions resulting from such activities (RIBA, 2019).

Since "the design of an energy efficient building is a complex task", (KIBERT, 2020, p. 268), table 3 below summarizes the main strategies for the development of energy-efficient designs.

ENERGY EFFICIENCY DESIGN STRATEGIES:
Prioritize bioclimatic / passive strategies.
Maximize the thermal performance of the building's external seals.
Minimization of internal building loads.
Efficient lighting systems.
Acclimation system, equipment and pumps.
Maximize the use of renewable energy systems.

Table 3: Energy Efficiency – design strategies. Source: Kibert (2020) and RIBA (2019), adapted by the author.

Water and effluents

Around 2.2 billion people lack access to drinking water services and 4.2 billion people lack safely managed sanitation services (OPAS - Brazil, 2019). The combination of population growth with accelerated urbanization places more and more pressure on municipal water and sanitation systems, factors that aggravate water system vulnerability in cities (UN, 2020).

Organizing and technological actions, as well as educational campaigns are necessary to promote the efficient use of water on a permanent basis. Regarding the construction industry, it is necessary to design buildings capable of significantly reducing water consumption indicators (CBIC & SENAI, 2017), as well as make them resistant to future extreme weather events – such as storms and flooding (RIBA, 2019).

According to the Royal Institute of British Architects (2019), the significant reduction in drinking water consumption in buildings must be achieved through changes in user behavior, use of low-consumption equipment and better leak detection, recycling rainwater and wastewater for non-drinking purposes.

Understanding is required by building designers and end users on the rational use and conservation of water, which are essential concepts for implementing sustainable water management strategies and plans (RIBA, 2019).

The design strategies that ensure efficiency in water consumption and management include choices of drainage materials, wastewater collection and treatment systems, specification of hydraulic equipment and devices to reduce consumption (AsBEA SUSTAINABILITY WORK GROUP, 2012, p. 66), specific landscaping solutions such as xeriscaping, green roofs and retention basins (KIBERT, 2020, p. 348), among others.

A very significant action in building management is the sectoring of water consumption, carried out through water meters that grant benefits such as: monitoring, preventive planning, measurement and individualized rates (CBCS, PNUMA & MMA, 2014, p. 32), capable of reducing on average 57% of water bills, according to Bezerra & Oliveira’s case studies (2016).

There are also approaches that consider water self-sufficiency of buildings based on annual rainfall and recycling with water purification of the buildings themselves (KIBERT, 2020, p. 331).

In addition to improving the water system, efficient water management in a building also impact directly on the pattern of energy consumption – involved in transportation, treatment and pumps – which enhances financial and environmental benefits (KIBERT, 2020).

With a view to assisting the analysis and decision-making process during the development of efficient designs, in which the reduction of water consumption needs to be a common objective among all stakeholders, table 4 shows strategies for the sustainability of the hydrological cycle in the building.

WATER AND EFFLUENTS DESIGN STRATEGIES:
Select the proper sources of water for each type of consumption.
Assess the potential of a dual wastewater handling system.
Analyze the possibility of using innovative sewage treatment strategies.
Analyze the cost of a building’s life cycle considering an efficient water system and positive impact on the indirect costs of the associated systems (sewage, energy etc.).
Green roofs.
Use technologies that minimize water consumption for each purpose.
Low-water consumption landscape design and restoration of ecological systems.
Prioritize the natural permeability of the soil in external areas (parking areas, yards etc.).

Table 4: Water and effluents – design strategies. Source: Kibert (2020), adapted by the author.

Materials and waste

Approximately 50% of the natural resources extracted from the planet are destined to the construction materials sector. In addition to extraction, all stages of the manufacturing line construction materials – industrial processing, transportation, marketing, construction, use, maintenance and demolition – consume energy, emit GHGs and generate a large mass of waste. Due to the growing demand in the sector, the global reduction of environmental impacts in the area of construction materials depends significantly on the optimization of existing products (CBCS; PNUMA; MMA, 2014).

The main sustainable goals related to such materials are the following (KIBERT, 2020, p. 12):

- Closed-loop material cycles – to maintain productivity of materials through reuse and recycling instead of disposing them;
- Elimination of waste generation;
- Elimination of the emissions of gaseous pollutants – emphasis on the analysis related to transport: tendency to prioritize by local materials in order to shorten the distribution logistics from extraction to final consumption;

Designs that lack details and deficiency in the specifications of materials cause an unnecessary increase in the consumption of resources during construction, as well as maintain impacts throughout the building's life cycle, such as: impact on indoor air quality; increased energy consumption due to greater demand for air conditioning; increased need for maintenance, replacement and resulting waste generation; increased demand for water, among others (CBCS; PNUMA; MMA, 2014, p. 73).

Therefore, the responsibility of architects and designers when choosing materials and in waste management is quite significant and capable of positively interfering in this scenario, by adopting premises of non-generation, reduction and use of resources, such as:

MATERIALS AND WASTE DESIGN STRATEGIES:
Analyze costs versus reliability.
Check socio-environmental observance, corporate responsibility and compliance with technical standards.
Request Environmental Product Declarations and Technical catalogs with information on impacts and life cycle analysis.
Prioritize local suppliers and materials to reduce GHG emissions due to transportation.

Assess relevance of environmental product seals and certificates;
Specify materials with reduced environmental impacts in their production process, throughout their life cycle, in air quality and health.
Consider risks, costs and influences on the thermal and acoustic performance of the building.
Consider accessibility standards.
Prioritize modular materials and application that minimize losses.
Durability proper to the building's life, in order to avoid maintenance and replacement cycles.
Incorporation of recycled material and recycling of construction and demolition waste into less noble elements;
Materials that allow reuse and adaptations.
Industrialized / prefabricated elements – construction technologies.
Reverse logistics or recovery chain;
Design spaces for waste sorting, storage and efficient flow.
Minimize land interventions and use local soil for cutting and filling activities that may be required.

Table 5: Materials and waste – Design strategies. Source: AsBEA Sustainability Group (2012), CBCS (2014), Kibert (2020), adapted by the author.

Laws and standards

The integrated management of urban public policies is a determining factor to turn cities and other human settlements into inclusive and sustainable spaces. It is necessary to discuss and plan issues such as management and use of land, transport, housing and sanitation among others, in particular at local level, based on political and institutional strengthening (UN, 2016).

The City Statute is a federal law passed in 2001 that sets out general guidelines for the development of urban policies of public order and social interest, such as the guarantee of sustainable cities for the present and future generations (FEDERAL GOVERNMENT OF BRAZIL, 2001).

In order to ensure compliance with the Statute, there are legal instruments that, along with specific technical standards, comprise the urban policy of a municipality. Some of them include: the Strategic Master Plans, the Land Installment, the Use and Occupation Law and the Works and Buildings Code – COE (SÃO PAULO CITY ADMINISTRATION, 2017).

Regarding buildings, there are standards and regulations to complement the main urban legislation that must be taken into account and call on the technical responsibility of professionals and owners, such as: Standard NBR 9050 – Accessibility to Buildings, Furniture, Spaces and Urban Equipment and

NBR 15575 – Performance Standard that addresses issues such as behavior, use and life cycle of building components and systems, thermal and acoustic performance (CBIC, 2013).

However, in addition to the failures in inspection and, as a result, in the implementation of such standards, they alone are not capable of meeting the demand for specific regulations in terms of energy efficiency, water management, selection and disposal of materials in buildings. Such deficiency was diagnosed in 2014 among professionals in the construction sector in Brazil (CBCS; PNUMA; MMA, 2014) and little has changed since then.

More regulations are required, in addition to actions to encourage the dissemination of the recently created standards among all segments of the sector (CBCS, 2014; FOSSATI, SCALCO, LINCZUK & LAMBERTS, 2016; CBIC, 2017; CMA/CBIC, 2019).

Environmental assessment systems

Certifications and Labels comprise of a set of assessment criteria, often derived from existing laws and with scores attributed to overcoming their requirements (BEZERRA M. D., 2013). During the certification processes, buildings are analyzed for their impacts on the environment, natural resources and human health as a result from their design, construction and operation (KIBERT, 2020, p. 127).

The projects follow a methodology recognized in the market, validating the efficiency of low consumption and impact solutions, and such fact conveys confidence to consumers, who trust certified buildings more (SCHINAZI, *et al.*, 2018).

Despite the required attention to criticism that have been made due to the adoption of common rules for countries with different realities (BEZERRA M. D., 2013), environmental assessment systems have driven the development of high-performance buildings and are currently part of the professional practice of building design development, construction and operation (KIBERT, 2020).

Among the most widely used certification and labeling systems in Brazil, some are domestic productions and others contain some adaptation mechanisms to the country's characteristics. They are:

- Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) – international
- *GBC Brasil Casa* and *GBC Brasil Condomínio* – brazilian
- AQUA-HQE™ – Brazilian, adapted from international certification

- *Selo Casa Azul CAIXA* – brazilian
- *Selo Procel Edificações* and *Etiqueta PBE Edifica* – brazilian
- *QUALIVERDE* – brazilian / local (valid only in the city of Rio de Janeiro).

Generally speaking, the assessment systems contain categories that assess design and work issues from an environmental viewpoint, in addition to minimum prerequisites to ensure the basic certification level that, through the score obtained, can evolve to more advanced levels. Unlike the other systems listed above, the *Procel Edificações* Label and the *PBE* Label assess exclusively aspects related to the energy efficiency of the projects.

When establishing the comparison between the assessment systems mentioned regarding the number of certified Brazilian projects, it was possible to analyze that LEED, followed by AQUA-HQE™ are still the most expressive as compared to the others, even though their origins are international. The *QUALIVERDE* system was not considered in this comparative analysis, since it does not apply nationwide.

Chapter II – Rio de Janeiro and São Paulo architecture market

National representativeness

The level of representativeness of urban centers is measured by using factors such as population, Gross Domestic Product – GDP, urbanization rate, among others. According to the survey *Regiões de Influência das Cidades* (Regions of Influence of the Cities) – REGIC (IBGE, 2020), São Paulo and Rio de Janeiro are the largest urban hierarchies in Brazil, respectively classified as Great National Metropolis and National Metropolis and represent the two largest GDPs in Brazil (IBGE, 2020).

Since “a country’s socio-economic development and production capacity are directly related to the level of activity and performance of the construction industry” (FIRJAN, 2018), the representativeness of the Rio de Janeiro-São Paulo axis directly influences the expressive participation of the Southeast. In the construction sector, the region stands out in relation to employment rates, revenue (IBGE, 2020), number of registered and active architects and town planners in the labor market (IGEO - CAU/BR, 2020), as well as in the number of

Technical Responsibility Records – TRRs issued by professionals for the development of projects and works (CAU/BR, 2020).

A special piece of information about Rio de Janeiro that endorses the representativeness of the city in the Brazilian architectural scene is the title of World Capital of Architecture granted by UNESCO in 2019, which provides an opportunity for reflection and proposition for the future of the urban and architectural planning of the municipality and of the cities in general (UIA2021RIO, 2019).

Planning and incentives for sustainable construction

Planning

Over the past ten years, the municipalities of Rio de Janeiro and São Paulo have revised their Master Plans and Works and Buildings Code aiming at incorporating premises for sustainable urban development. In São Paulo, in particular, the Master Plan also resulted in the revision of the Land Use and Occupation Law – also named the Zoning Law – and another series of laws that are part of the Municipality’s urban policy aimed at sustainable growth and development of the city by 2030 (RIO DE JANEIRO CITY ADMINISTRATION, 2011; SÃO PAULO CITY ADMINISTRATION, 2015).

Tax Incentives

Tax incentives, especially for the construction sector, are key instruments to ensure sustainable development, since they offer an alternative to public policies for the dialogue between the economy and the productive sector (GIACOMOLLI, 2019).

Generally speaking, the few laws existing in Brazil tend to discount over construction taxes that include sustainable solutions, such as the Green Urban Property Tax, or Green IPTU. Although the establishment of those laws is more expressive in the Southeast region (GIACOMOLLI, 2019), the states of Rio de Janeiro and São Paulo and their capitals have only bills that are still undergoing analysis process by the legislative branch (DANTAS *et al*, 2015).

Certified projects

In the analyzes carried out both regarding the number of certified projects nationwide and the participation of certified professionals in some of the most used environmental assessment systems in Brazil, Rio de Janeiro and São Paulo

stand out as compared with the other states, with expressive leadership in the state of São Paulo. São Paulo and its capital (GBC BRASIL, 2020; VANZOLINI FOUNDATION, 2020; CAIXA, 2020).

Representative bodies of the sector

In the Brazilian scenarios, the several entities responsible for the regulation, qualification and support in general to the various practice fields of architecture and town planning professionals, together comprise the Collegiate of Architecture and Town Planning Bodies – CEAU.

The only body whose affiliation is mandatory is the Brazilian Council of Architecture and Town Planning – CAU/BR. Registration is mandatory to practice the profession and, among the eleven fields of activity regulated by Law No. 12378/2010, issues such as thermal comfort, technology and resistance of materials and sustainable development are mentioned.

In addition to the Brazilian Council of Architecture and Town Planning (CAU/BR), the articulation and engagement of entities such as the Brazilian Association of Architecture Offices (AsBEA) in themes involving sustainability is necessary, as the offices need to be up-to-date and technologically qualified to fulfill new market demands (LOPES, 2020).

While the actions promoted by the AsBEA/RJ are still very incipient due to the lack of a larger structure of the working groups (LOPES, 2020), the AsBEA head office in São Paulo has a more expressive performance regarding the development of specific Technical Guides on the topic. Such materials support the architecture offices and promote the dissemination of know-how and practices that aim to improve the performance of the projects developed (AsBEA, 2020).

Architecture offices and their projects

Due to the representativeness that Rio de Janeiro and São Paulo have on the domestic scenario, interviews were conducted with professionals from architecture offices in both cities. By searching for diversity in the performance of the offices, the aim of the interviews was to make a varied diagnosis of both the vision and the performance of professionals in relation to the application of sustainability in the development of the projects.

For each office interviewed, up to two projects were selected to identify the sustainable strategies adopted. These were categorized for later synthesis and

identification of the proportion of their occurrence. It is necessary to emphasize that the strategies identified may not represent the total sustainable solutions adopted in the projects. Two offices that provide specific consultancy services in sustainability – Casa do Futuro (Rio de Janeiro – RJ) e Sustentech (São Paulo – SP) – were also interviewed and contributed to the interview stage.

Summary of the most used strategies

Among all the projects selected, 167 sustainable strategies applied were identified. Based on the categorization of the strategies, it was possible to compare the proportion of their occurrence in the projects and to identify that the bioclimatic and passive strategies are prevalent, followed by sustainable water management and energy efficiency strategies. Strategies for the management and rationalization of materials account for about 12% of occurrence, while solutions that aim to rationalize and industrialize the construction and waste management are scarcer. Table 7 presents a summary of the analyzed projects and the sustainable strategies identified as:

	BPS - Bioclimatic and Passive Strategies		MRM - Management and Rationalization of Materials
	EE - Energy Efficiency		CRI - Construction Rationalization and Industrialization
	SWM - Sustainable Water Management		WM - Waste Management

Table 6: Categorization of sustainable strategies. Source: From the author (2020).

OFFICE	PROJECT	M ²	STATUS	CERTIFICATION	STRATEGIES						
RUY REZENDE ARQUITETURA – RRA	New L'Oréal Brasil Headquarters	29.300m ²	Built / 2017	LEED / AQUA / Qualiverde / PBE Edifica	BPS	EE	SWM	MRM	CRI	WM	
	Madureira Park	10.9ha	Built / 2012	AQUA	BPS	EE	SWM	MRM	CRI	WM	
MIGUEL PINTO GUIMARÃES ARQUITETOS ASSOCIADOS – MPGAA	MPG Residence	3.200m ²	Under construction	In progress	BPS	EE	SWM	MRM	CRI	WM	
	Eleva Barra School	10.607m ²	Built / 2020	No	BPS	EE	SWM	MRM	CRI	WM	
SERGIO CONDE CALDAS ARQUITETURA – SCCA	Movimento Terras	282.16m ²	Built / 2012	BREEAM	BPS	EE	SWM	MRM	CRI	WM	
	Aníbal Building	1020m ²	Built / 2015	No	BPS	EE	SWM	MRM	CRI	WM	
BERNARDES ARQUITETURA	Asa House	3385m ²	Built / 2018	No	BPS	EE	SWM	MRM	CRI	WM	
	Lite House	190m ²	Built / 2019	Healthy Building Certificate - HBC	BPS	EE	SWM	MRM	CRI	WM	
STUDIO MK27	Catuçaba House	309m ²	Built / 2016	GBC Casa - Platinum Level	BPS	EE	SWM	MRM	CRI	WM	
	Planar House	1.000m ²	Built / 2018	GBC Casa - Gold Level	BPS	EE	SWM	MRM	CRI	WM	
FGMF	Natura House	250m ²	Built / 2010	AQUA	BPS	EE	SWM	MRM	CRI	WM	
	Corujas Building	3470m ²	Built / 2014	No	BPS	EE	SWM	MRM	CRI	WM	
PERKINS & WILL SP	Centro de Pesquisa e Inovação da L'Oréal	13.935m ²	Built / 2016	LEED – Gold and Platinum Levels	BPS	EE	SWM	MRM	CRI	WM	
	Bambu Atmosfera	5.900m ²	Under construction	Not informed	BPS	EE	SWM	MRM	CRI	WM	
ATELIER O'REILLY	Favela da Paz Institute	Not informed	Project / 2020	Healthy Building Certificate - HBC	BPS	EE	SWM	MRM	CRI	WM	
LABELS	BPS - BIOCLIMATIC AND PASSIVE STRATEGIES	SWM - SUSTAINABLE WATER MANAGEMENT			SUMMARY OF STRATEGIES	42,51%	17,37%	17,96%	11,98%	7,19%	2,99%
	MRM - MANAGEMENT AND RATIONALIZATION OF MATERIALS	WM - WASTE MANAGEMENT									

Table 7: Summary of the offices interviewed, projects analyzed and summary of the sustainable strategies identified. Source: From the author (2020).

Chapter III – Sustainability in practice: interviews

This chapter presents reports on the interviewed professionals regarding the application of sustainability in the development of their projects, the experience of the offices with environmental assessment systems, the interface with the market as regards the demand for sustainability in the building and analysis on the use of technologies for the development of more efficient projects. The main trends assessed were as follows:

TRENDS ASSESSED:
100% of the respondents state that they adopt bioclimatic and passive strategies as standard practice in their projects;
70% of the respondents receive constant demand from customers for sustainable solutions, while 30% say that such demand is occasional
40% of the respondents constantly develop simulations to analyze project performance; 10% develop it occasionally, 40% develop only in conjunction with sustainability consultancy hired and 10% do not develop it, but regard it as important;
80% of the respondents hold certified projects, 10% have projects under certification process and 10% have not yet had such experience;
20% of the respondents regard certifications as something very important, 50% regard them as important, but do not believe they are the only guarantees of sustainability in a project, while 30% regard certifications as relevant, but expendable;
80% of the respondents develop their projects mostly or exclusively in BIM, 10% are under transition process and adaptation to BIM and 10% have had no experience on the topic yet;
100% of the respondents reported the perceived shortage in the market of designers working in BIM;
100% of the respondents think that BIM adds sustainability to projects, but 70% of them exploit this potential only partially and 30% exploit little or do not exploit such potential at all.

Table 8: Trends assessed during the interviews. Source: Interviews conducted by the author (2019, 2020).

By analyzing the same trends, establishing a comparison between offices in Rio de Janeiro and offices in São Paulo, it was possible to identify a certain prominence in the performance of São Paulo professionals in favor of sustainable design practices and strategies.

Conclusion

As the construction sector is one of the sectors with the greatest negative environmental impact, a paradigm shift in the sector in favor of sustainable development is not a choice, but a requirement. In urban centers in particular,

where there is a growing demand for buildings that generate immediate environmental impacts during the construction phase and also in the long term during their use and operation.

The early stages of project planning and development are when the greatest opportunities are found to influence the performance and sustainability of a building, thus granting a strategic role to architects and other designers in the fight against climate change and other related negative environmental impacts.

Even though the strategies and solutions for the development of sustainable buildings are varied and the architecture integrated with environmental conditions is common practice in the design process among the offices interviewed, there are challenges faced in the market that impact the environmental quality and efficiency of the projects.

The prioritization for lower initial costs, the lack of both tax incentives and specific regulations aimed at sustainable construction and the poor planning culture in the domestic market were some of the main challenges identified. Despite the challenges, the understanding on the importance of sustainability in buildings is unanimous among the respondents.

The continued search for more in-depth technical information, for training in more assertive approaches with customers and suppliers, the pressure with representative bodies to develop specific regulations and incentives, as well as sharing knowledge and experiences among professionals in the sector comprise some ways to improve the professional practice with collective outreach and in search of sustainability as a common purpose.

Finally, even if the development of a building involves a macro and diverse universe of actors and also environmental, financial, legislative and technical constraints, the paradigm shift must begin on an individual scale. Bearing in mind that the project is the building life cycle start, it is necessary for us, architects, to lead the movement of sustainable buildings without waiting passively for government actions or even a collective understanding. We need to be and recognize ourselves as transforming agents in the current scenario.

Keywords:

Sustainable development; sustainable building; design process; sustainable strategies; sustainable architecture.

Sumário

1 Introdução	39
1.1. Objetivos	42
1.2. Metodologia	43
1.3. Estrutura da Pesquisa	44
2 Capítulo I – Revisão bibliográfica	46
2.1. Conceito geral de sustentabilidade	46
2.2. Sustentabilidade e o ambiente construído	49
2.3. A edificação sustentável	54
2.3.1. Projeto e processo	58
2.3.1.1. Processo de Projeto Integrado	60
2.3.1.2. Tecnologias para desenvolvimento de projetos	65
2.3.2. Estratégias, sistemas e componentes	67
2.3.2.1. Arquitetura Bioclimática	68
2.3.2.2. Energia	75
2.3.2.3. Água e efluentes	83
2.3.2.4. Materiais e resíduos	93
2.3.3. Legislação e normas	100
2.3.4. Sistemas de avaliação ambiental	104
2.3.4.1. Leadership in Energy and Environmental Design – LEED	105
2.3.4.2. GBC Brasil Casa e GBC Brasil Condomínio	107
2.3.4.3. AQUA-HQE™	108
2.3.4.4. Selo Casa Azul CAIXA	110
2.3.4.5. Selo Procel Edificações e Etiqueta PBE Edifica	112
2.3.4.6. QUALIVERDE – Rio de Janeiro	114
2.3.4.7. Síntese do quantitativo das certificações no Brasil	116
3 Capítulo II – Mercado de arquitetura do Rio de Janeiro e de São Paulo	118
3.1. Representatividade nacional	118
3.2. Planejamento e incentivos para construção sustentável	122
3.3. Empreendimentos certificados	129

3.4. Entidades representativas do setor	131
3.5. Escritórios de arquitetura e seus projetos	135
3.5.1. Rio de Janeiro	135
3.5.1.1. Ruy Rezende Arquitetura - RRA	136
3.5.1.2. Miguel Pinto Guimarães Arquitetos Associados - MPGAA	140
3.5.1.3. Sergio Conde Caldas Arquitetura – SCCA	144
3.5.1.4. Bernardes Arquitetura	147
3.5.1.5. Duda Porto Arquitetura	150
3.5.1.6. Casa do Futuro – Consultoria de Sustentabilidade	153
3.5.2. São Paulo	154
3.5.2.1. Studio MK27	154
3.5.2.2. FGMF	159
3.5.2.3. Perkins & Will SP	164
3.5.2.4. Atelier O’Reilly Architecture & Partners	168
3.5.2.5. Sustentech – Consultoria de Sustentabilidade	172
3.5.3. Síntese das estratégias mais utilizadas	173
4 Capítulo III – Sustentabilidade na prática: entrevistas	174
4.1. Concepção dos projetos	174
4.2. Interface com o mercado	177
4.3. Sistemas de avaliação ambiental	190
4.4. BIM e tecnologias para desenvolvimento de projeto	194
4.5. Principais resultados das entrevistas	202
5 Conclusão	208
Recomendações para trabalhos futuros	216
6 Referências Bibliográficas	217

Lista de figuras

Figura 1 - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU.	40
Figura 2 - Pesquisa Anual da Indústria da Construção em 2018.	40
Figura 3 - Diagrama de contextualização e objetivos da pesquisa.	42
Figura 4 - Diagrama de contextualização, objetivos da pesquisa e metodologia.	43
Figura 5 - Tripé da sustentabilidade.	48
Figura 6 - Aspectos da construção que mais agridem o meio ambiente.	52
Figura 7 - Fluxograma resumo do capítulo.	53
Figura 8 - Fluxograma resumo do capítulo.	58
Figura 9 - Carta Bioclimática de Givoni.	70
Figura 10 - Zoneamento Bioclimático brasileiro.	70
Figura 11 - Necessidades, desafios e meios para a sustentabilidade no setor de energia.	79
Figura 12 - Desafios, agravantes e necessidades para a sustentabilidade hídrica nas edificações.	91
Figura 13 - Desafio e necessidades sobre a cadeia produtiva dos materiais.	94
Figura 14 - Diagrama de metabolismo de nutrientes – <i>Conceito Cradle to Cradle</i> .	95
Figura 15 - Aspectos analisados para especificação adequada dos materiais a cada situação de uso.	96
Figura 16 - Sistemas de avaliação ambiental para edificações ao redor do mundo.	105
Figura 17 - LEED – Níveis de certificação e pontuações.	106
Figura 18 - GBC Casa e Condomínio – Níveis de certificação e pontuações.	108
Figura 19 - Selo Casa Azul – Níveis de certificação e pontuações.	111
Figura 20 - Selo Procel (à esquerda) e Etiqueta PBE Edifica (à direita).	114
Figura 21 - QUALIVERDE – Foto da certificação concedida para o empreendimento Candelária 62.	116
Figura 22 - Foto do evento AsBEA LAB sobre sustentabilidade que ocorreu no auditório do CasaShopping no Rio de Janeiro.	134
Figura 23 - Fachadas em sistema unitizado.	137
Figura 24 - Parque de Madureira Rio+20 – informações gerais.	138

Figura 25 - Acima, representação gráfica do projeto e, abaixo, imagem de satélite do Parque de Madureira Rio+20 executado.	139
Figura 26, Figura 27, Figura 28 e Figura 29 - Parque de Madureira Rio+20 – instalações e espaços.	140
Figura 30 - Perspectiva ilustrativa da Casa MPG que se encontra em fase de construção e processo de certificação junto ao GBC Brasil.	141
Figura 31 e Figura 32 - Escola Eleva Barra (fase A) – Pele metálica nas fachadas de maior insolação, aproveitamento da iluminação natural zenital e ventilação cruzada entre pavimentos.	143
Figura 33 - Movimento Terras – Implantação do empreendimento.	145
Figura 34 e Figura 35 - Movimento Terras – Fotos externa e interna da Casa 1.	145
Figura 36 e Figura 37 - Paredes executadas em bloco de solo-cimento aparente.	147
Figura 38 e Figura 39 - Edifício Aníbal – Fachada frontal e detalhe do cobogó metálico.	148
Figura 40 e Figura 41 - Edifício Aníbal – Biblioteca e passarelas de vidro em todos os pavimentos permitindo a iluminação natural.	149
Figura 42 e Figura 43 - Casa Asa – Integração com paisagismo, embasamento em pilotis e detalhe para elementos de sombreamento na fachada.	150
Figura 44 e Figura 45 - Fotos da Casa Lite durante a mostra CASACOR 2018 em SP.	152
Figura 46 e Figura 47 - À esquerda, fachada norte. À direita, esquema de implantação e volumetria indicando baixo impacto na topografia local mediante solução de separação entre edificação e o solo, evitando movimentação de terra com corte e aterro.	155
Figura 48 e Figura 49 - Revestimentos internos à base de terra capaz de promover maior inércia térmica.	156
Figura 50 e Figura 51 - Fachada norte revestida em eucalipto, também utilizado como <i>brise</i> para filtrar luz e calor externos e proporcionar conforto térmico no interior da edificação.	157
Figura 52 e Figura 53 - Vistas panorâmica e aérea da <i>Planar House</i> – baixo impacto visual de sua implantação.	158
Figura 54 e Figura 55 - Laje plana gramada que camufla a edificação no entorno e reduz a absorção térmica provocada pela insolação.	158

Figura 56 e Figura 57 - Casa Natura – fachada principal e vista do pátio interno.	160
Figura 58 - Modelo esquemático de apresentação das estratégias sustentáveis adotadas.	161
Figura 59 - Foto aérea que demonstra a implantação do projeto condizente com o terreno e compatível com o entorno.	162
Figura 60 e Figura 61 - Espaços como pátios internos, varandas e jardins para integração entre usuários e valorização do paisagismo e do clima local.	163
Figura 62 - Diagrama de conforto ambiental.	163
Figura 63 - Centro de Pesquisa e Inovação da L'Oréal.	165
Figura 64 - Esquemas sobre estratégias sustentáveis adotadas no projeto.	166
Figura 65 - Bambu Atmosfera – Perspectiva externa.	167
Figura 66 e Figura 67 - Acesso com destaque para <i>brises</i> em bambu e hall interno também com revestimentos em bambu.	167
Figura 68 e Figura 69 - Nova Sede do Instituto Favela da Paz – Perspectivas frontal e aérea.	169
Figura 70 - Nova Sede do Instituto Favela da Paz – Estratégias Bioclimáticas.	169
Figura 71 e Figura 72 - Nova Sede do Instituto Favela da Paz – Perspectivas internas.	170
Figura 73 - Diagrama de problematização da pesquisa com indicação das possíveis respostas.	214
Figura 74 - Diagrama do plano de ação para a mudança de paradigma.	216

Lista de quadros

Quadro 1 - Economia e valorização como resultados do investimento em um edifício residencial sustentável.	57
Quadro 2 - Processo de Projeto Integrado <i>versus</i> Processo de Projeto Convencional.	64
Quadro 3 - Estratégias Bioclimáticas para a cidade do Rio de Janeiro.	72
Quadro 4 - Estratégias Bioclimáticas para a cidade de São Paulo.	74
Quadro 5 - Metas da ONU para o ODS 7.	76
Quadro 6 - Vantagens e desvantagens dos sistemas de energia renovável.	81
Quadro 7 - Energia – estratégias de projeto.	83
Quadro 8 - Metas da ONU para o ODS 6.	84
Quadro 9 - Principais tipos de água presentes no ciclo hidrológico da edificação.	86
Quadro 10 - Água e efluentes – estratégias de projeto.	92
Quadro 11 - Materiais e Resíduos – Diretrizes de projeto.	100
Quadro 12 - LEED – Categorias analisadas.	106
Quadro 13 - GBC Casa e Condomínio - Categorias analisadas.	107
Quadro 14 - AQUA-HQE – Categorias de Avaliação.	109
Quadro 15 - Selo Casa Azul – Categorias de Avaliação.	110
Quadro 16 - PBE Edifica – Categorias de Avaliação.	113
Quadro 17 - QUALIVERDE – Categorias de Avaliação.	115
Quadro 18 - Quantidade de Registros de Responsabilidade Técnica – RRT emitidos por estado brasileiro.	121
Quadro 19 - Plano Diretor do Rio de Janeiro – principais estratégias.	122
Quadro 20 - Plano Diretor de São Paulo – principais estratégias.	123
Quadro 21 - Projetos de Lei nos estados do RJ e de SP relacionadas à sustentabilidade na construção civil.	126
Quadro 22 - Proposta de benefícios edifícios para empreendimentos com qualificação QUALIVERDE.	128
Quadro 23 - Colegiado das Entidades Nacionais de Arquitetos e Urbanistas e suas funções.	132
Quadro 24 - Mapa de escritórios associados à AsBEA Nacional e empresas com registro ativo no CAU/BR nos municípios de São Paulo e Rio de Janeiro em 2017.	133
Quadro 25 - Categorização das estratégias sustentáveis.	135

Quadro 26 - Escritórios e profissionais de Rio de Janeiro entrevistados.	136
Quadro 27 - Nova Sede L’Oreal Brasil – Informações gerais e principais estratégias sustentáveis identificadas.	137
Quadro 28 - Parque Madureira - Informações gerais e principais estratégias sustentáveis identificadas.	139
Quadro 29 - Residência MPG - Informações gerais e principais estratégias sustentáveis identificadas.	142
Quadro 30 - Eleva Barra – Informações gerais e principais estratégias sustentáveis identificadas.	144
Quadro 31 - Movimento Terras – Informações gerais e principais estratégias sustentáveis identificadas.	146
Quadro 32 - Edifício Aníbal – Informações gerais e principais estratégias sustentáveis identificadas.	149
Quadro 33 - Casa Asa - Informações gerais e principais estratégias sustentáveis identificadas.	150
Quadro 34 - Informações gerais e principais estratégias sustentáveis identificadas.	152
Quadro 35 - Escritórios e profissionais de São Paulo entrevistados. Fonte: Elaboração própria da autora (2020).	154
Quadro 36 - Casa Catuçaba – Informações gerais e principais estratégias sustentáveis identificadas.	156
Quadro 37 - <i>Planar House</i> – Informações gerais e principais estratégias sustentáveis identificadas.	159
Quadro 38 - Casa Natura - Informações gerais e principais estratégias sustentáveis identificadas.	161
Quadro 39 - Edifício Corujas – Informações gerais e principais estratégias sustentáveis identificadas.	164
Quadro 40 - Centro de Pesquisa e Inovação da L’Oréal – Informações gerais e principais estratégias sustentáveis identificadas.	166
Quadro 41 - Bambu Atmosfera – Informações gerais e principais estratégias sustentáveis identificadas.	168
Quadro 42 - Instituto Favela da Paz - Informações gerais e principais estratégias sustentáveis identificadas.	171

Lista de gráficos

Gráfico 1 - Participação no valor de incorporações, obras e/ou serviços, segundo o setor de atividade.	41
Gráfico 2 - Custo total de um edifício comercial em 50 anos (vida útil de projeto).	56
Gráfico 3 - Possibilidade de interferência no custo total de um edifício de 50 anos (vida útil de projeto).	56
Gráfico 4 - Relação entre custo de mudanças e fases de projeto.	61
Gráfico 5 - Envolvimento da equipe de projeto em um sistema de PPI versus sistema convencional.	62
Gráfico 6 - Matriz Elétrica Brasileira em 2017.	76
Gráfico 7 - Matriz Elétrica Mundial em 2016.	76
Gráfico 8 - Consumo de energia elétrica no Brasil por regiões em 2019.	77
Gráfico 9 - Distribuição e crescimento do consumo elétrico por setor no Brasil em 2019.	77
Gráfico 10 - Demanda de água por região geográfica no Brasil.	85
Gráfico 11 - Recuperação do desempenho por ações de manutenção.	102
Gráfico 12 - Necessidades identificadas relacionadas à legislação, regulamentação e certificação no setor de construção civil.	103
Gráfico 13 - Perfil Mínimo de desempenho para certificação AQUA-HQE™.	109
Gráfico 14 - Empreendimentos certificados e/ou etiquetados no Brasil.	117
Gráfico 15 - Participação do setor da construção nas regiões brasileiras em relação à empregabilidade e receita.	119
Gráfico 16 - Quantidade de arquitetos e urbanistas ativos por região no Brasil.	120
Gráfico 17 - Normas com incentivos fiscais para construção sustentável no Brasil.	125
Gráfico 18 - Participação regional na criação de normas com incentivos fiscais para construção sustentável no Brasil.	125
Gráfico 19 - Participação dos estados de SP e RJ no quantitativo de empreendimentos certificados no Brasil.	129

Gráfico 20 - Total de empreendimentos certificados no Brasil dentre os sistemas de avaliação LEED, GBC Brasil Casa e Condomínio, AQUA-HQE e Selo Casa Azul.	130
Gráfico 21 - Proporção das estratégias sustentáveis identificadas por categoria.	173
Gráfico 22 - Adoção de estratégias bioclimáticas, passivas e/ou biofílicas.	202
Gráfico 23 - Demanda dos clientes por sustentabilidade nos projetos.	203
Gráfico 24 - Desenvolvimento de simulações para análise de desempenho.	203
Gráfico 25 - Experiência com projetos certificados.	204
Gráfico 26 - Nível de relevância das certificações.	204
Gráfico 27 - Desenvolvimento de projetos em BIM.	205
Gráfico 28 - Carência de projetistas no mercado que trabalhem em BIM.	205
Gráfico 29 - Potencial do BIM em agregar sustentabilidade e nível de exploração.	206
Gráfico 30 - Comparativo entre Rio de Janeiro e São Paulo sobre os principais resultados das entrevistas.	207

Lista de tabelas

Tabela 1 - Consumo energético por uso final dos setores residencial, comercial e público no Brasil em 2011.	78
Tabela 2 - Ranking dos cinco maiores estados e capitais brasileiros em quantidade de arquitetos e urbanistas com registro ativo no CAU/BR.	120
Tabela 3 - Proposta de benefícios fiscais para empreendimentos com certificação QUALIVERDE.	127
Tabela 4 - Profissionais acreditados nos processos LEED e GBC Brasil Casa e Condomínio nos estados do RJ, de SP e suas capitais.	130

Siglas

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

AQUA – Alta Qualidade Ambiental

ABAP – Associação Brasileira de Arquitetos Paisagistas

ABEA – Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura

AsBEA – Associação Brasileira de Escritórios de Arquitetura

ANA – Agência Nacional de Águas

CAU/BR – Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil

CAU/UF – Conselho de Arquitetura e Urbanismo das Unidades da Federação

CBCS – Conselho Brasileiro de Construção Sustentável

CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção

CMA/CBIC – Conselho do Meio Ambiente da Câmara Brasileira da Indústria da Construção

COE – Código de Obras e Edificações

COMPUR – Conselho Municipal de Política Urbana

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

COV – Compostos Orgânicos Voláteis

EDP – *Environmental Product Declaration*

EPE – Empresa de Pesquisa Energética

ETP – *Energy Technology Perspectives*

FeNEA – Federação Nacional de Estudante e de Arquitetura e Urbanismo do Brasil

FIRJAN – Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro

FNA – Federação Nacional dos Arquitetos e Urbanistas

FSC – *Forest Stewardship Council*

GBC – *Green Building Council*

GEE – Gases de Efeito Estufa

HBC – *Healthy Building Certificate*

IAB – Instituto de Arquitetos do Brasil

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICMBio – Instituto Chico Mendes de conservação da Biodiversidade

IGEO – Sistema de Inteligência Geográfica

IPE – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

LEED – *Leadership in Energy and Environmental Design*

MMA – Ministério do Meio Ambiente

MME – Ministério de Minas e Energia
NCI – *National Charrette Institute*
OAB – Ordem de Advogados do Brasil
ONU – Organização das Nações Unidas
PBE – Programa Brasileiro de Etiquetagem
PNUMA – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
PPI – Processo de Projeto Integrado
Projeteee – Projetando Edificações Energeticamente Eficientes
RCD – Resíduos de Construção e Demolição
RIBA – *Royal Institute of British Architects*
SENAI – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
SMU – Secretaria Municipal de Urbanismo
Siduscon – Sindicato da Indústria da Construção
UNEP OU PNUMA – *United Nations Environment Programme*
UIA – União Internacional de Arquitetos

[...] amor é uma força do universo, uma força de fusão. E ela tem uma capacidade incrível de resgate. [...] Nós precisamos cultivar o amor, nós precisamos cultivar o respeito ao próximo, nós precisamos cultivar o reconhecimento de que o funcionamento de indivíduo para si só é uma anomalia na natureza, uma anomalia cancerígena e essa precisa encerrar.

Antonio Donato Nobre, *Selvagem ciclo de estudos sobre a vida*, 2019

1

Introdução

Eventos globais são realizados há décadas com o objetivo de garantir o comprometimento coletivo entre países no planejamento e cumprimento de ações para frear e reverter a degradação ambiental do planeta. A preocupação com os impactos antrópicos nos ecossistemas e a necessidade de mudanças para que a relação homem-natureza seja fundamentada no equilíbrio não são questões recentes.

A Conferência de Estocolmo em 1972 e a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento em 1983 foram alguns dos principais eventos precursores na discussão de parâmetros e metas que culminaram na Agenda 21 Global (HANDL, 2012; LAYRARGUES, 1997; ONU, 2015). Assinada durante a Eco-92¹, a Agenda 21 Global constituiu, na época, “a mais abrangente tentativa já realizada de promover” o desenvolvimento sustentável como um novo padrão global de desenvolvimento (MMA, 2020).

Anos depois, em 2015, a ONU lançou os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – ODS (figura 1), uma importante atualização de metas e compromissos que resultaram na atual Agenda 2030 (ONU, 2015). No mesmo ano, durante a 21ª Conferência das Partes – COP21, foi firmado o Acordo de Paris com foco principal nas ações de combate às mudanças climáticas e enfrentamento de seus impactos consequentes (MMA, 2020).

Em um contexto global onde as cidades concentram mais de 50% do contingente populacional do planeta (PNUD BRASIL, 2020) – o que, portanto, pressiona ainda mais os recursos naturais e potencializa os impactos ambientais negativos provocados pelos centros urbanos – é preciso juntar esforços de todas as bases de conhecimento e profissionais ativos no mercado para repensar produtos e processos sob uma perspectiva sistêmica e sustentável. Só o ambiente construído é responsável por 40% das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE), o que coloca arquitetos e demais agentes do setor de construção civil numa posição de “dever profissional e ético” para liderar a transformação desse cenário (RIBA, 2019).

¹ Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente realizada em 1992 na cidade do Rio de Janeiro (MMA, 2020).



Figura 1: Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU. Fonte: ONU (2015).

[...], sobretudo em países como o Brasil [...] construção sustentável é um imperativo para assegurar o equilíbrio entre proteger o meio ambiente, viabilizar o crescimento econômico com inclusão social e promover a justiça ambiental (TEIXEIRA, 2014, apud CBCS 2014).

No Brasil, a construção civil é um dos setores de maior expressividade no cenário socioeconômico. Em 2018, o setor gerou R\$ 278 bilhões em valor de incorporações, obras e/ou serviços da construção, sendo as Construções de Edifícios responsáveis por 45% desse valor e por ocupar 37,5% do total de 1.869.592 pessoas empregadas no setor (figura 2) (IBGE, 2020).

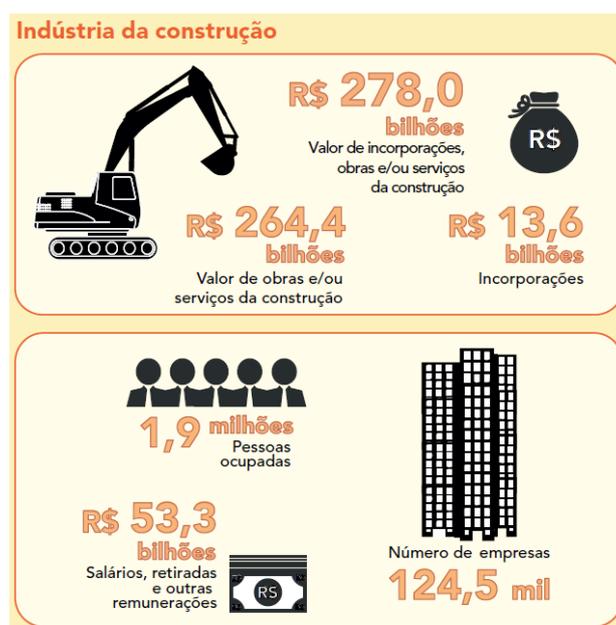


Figura 2: Pesquisa Anual da Indústria da Construção em 2018. Fonte: IBGE (2020).

Já sobre o grupo de produtos de construção, verificou-se que, em 2018, as obras de caráter residencial passaram a ter maior participação no valor de incorporações, obras e/ou serviços da construção (gráfico 1). Fatores como a concessão de crédito habitacional facilitado, expansão dos programas habitacionais e aumento do poder de compra da população, ao longo do período analisado, contribuíram para esse resultado (IBGE, 2020).



Gráfico 1: Participação no valor de incorporações, obras e/ou serviços, segundo o setor de atividade. Fonte: IBGE (2020).

Apesar da positiva relevância socioeconômica, o alto consumo de energia, de matérias-primas não renováveis e a significativa geração de resíduos do setor geram passivos ambientais que precisam ser combatidos (ROTH & GARCIAS, 2011) para o cumprimento das metas da Agenda 2030 Global. Além de minimização dos impactos no meio ambiente, “é preciso criar soluções robustas e resilientes para um futuro de eventos climáticos extremos” (RIBA, 2019).

A partir da conscientização sobre os impactos ambientais provocados pelo ambiente construído e “considerando ser o projeto o ponto de partida do ciclo de vida de um edifício” (DEGANI & CARDOSO, 2002) o tema abordado nessa pesquisa busca identificar os processos e as estratégias de projeto que contribuam para o alcance do desenvolvimento sustentável, assim como compreender o papel dos profissionais de arquitetura nesse cenário.

1.1. Objetivos

A pesquisa aborda o tema da sustentabilidade no ambiente construído sob a ótica do desenvolvimento do projeto de arquitetura, sua interação com o meio ambiente e foco no mercado do Rio de Janeiro e de São Paulo, dada a representatividade desses municípios no contexto brasileiro. A partir da abordagem descrita, os objetivos principais foram representados por duas perguntas chave, conforme indicado na figura 3 e listados abaixo:

- “Qual é o cenário?” – Identificar o cenário da produção arquitetônica carioca e paulistana sob a perspectiva da sustentabilidade;
- “O que precisa ser feito?” – Refletir sobre ações de transformação positiva do cenário identificado em direção à sustentabilidade do ambiente construído.

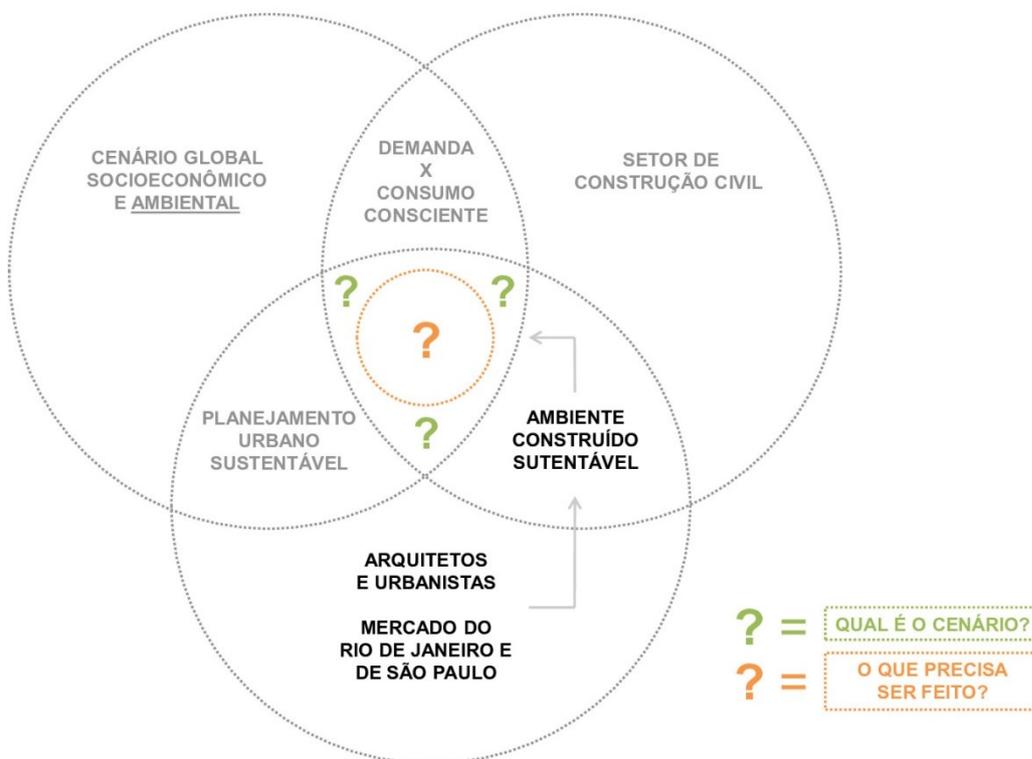


Figura 3: Diagrama de contextualização e objetivos da pesquisa. Fonte: Elaboração própria da autora (2021).

1.2. Metodologia

Conforme ilustrado na figura 4, as metodologias utilizadas para o desenvolvimento dessa pesquisa foram:

- Elaboração de revisão bibliográfica para indicação de conceitos, estratégias e ferramentas capazes de minimizar os impactos ambientais negativos gerados pelas edificações desde sua construção até ao longo do seu ciclo de vida;
- Pesquisa exploratória com escritórios de arquitetura – do Rio de Janeiro e de São Paulo – através de entrevistas com seus profissionais e análise de determinados projetos sob a ótica da sustentabilidade aplicada nos processos e nas soluções técnicas.

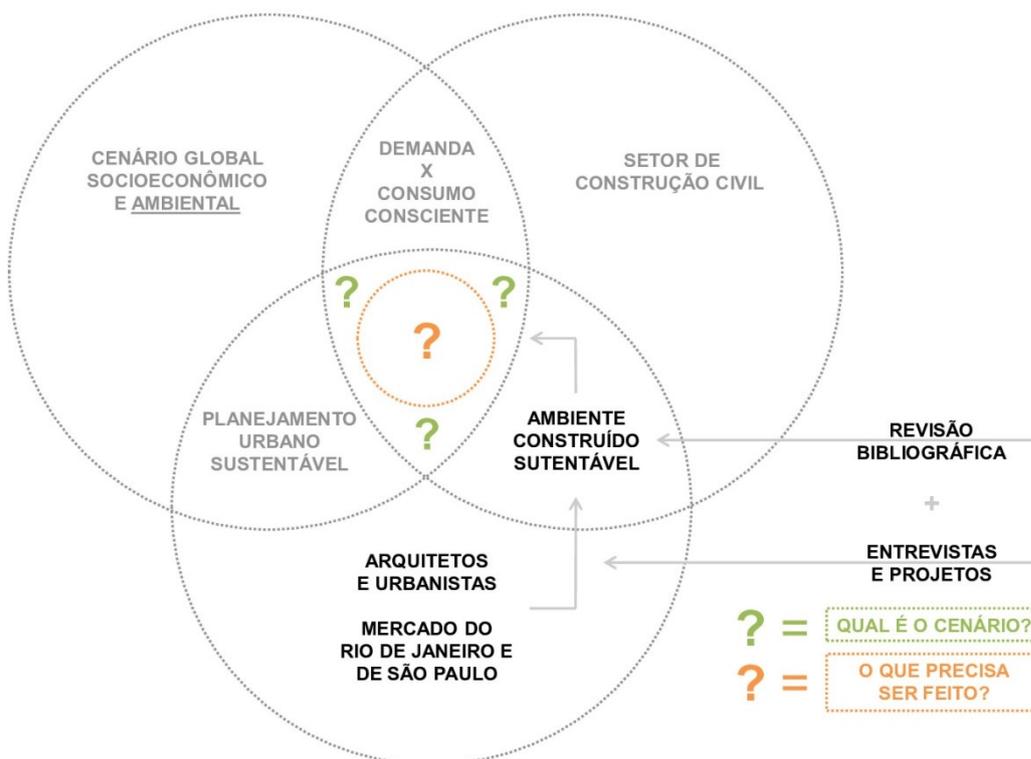


Figura 4: Diagrama de contextualização, objetivos da pesquisa e metodologia. Fonte: Elaboração própria da autora (2021).

A revisão bibliográfica foi elaborada a partir de diferentes autores, guias técnicos desenvolvidos por entidades competentes do setor da construção civil entre outras referências presentes na literatura vigente sobre o tema abordado.

Para realização das entrevistas, foram selecionados escritórios com representatividade no mercado. Ao todo, contribuíram para essa pesquisa nove escritórios de arquitetura e dois escritórios de consultoria em sustentabilidade. As entrevistas – realizadas por telefonema ou vídeo conferência – tiveram como foco a compreensão sobre a aplicação da sustentabilidade na produção arquitetônica de cada escritório. Desta forma, foi possível avaliar tendências e identificar desafios ainda enfrentados no mercado com relação ao estímulo e efetivo desenvolvimento de projetos fundamentados no conceito de desenvolvimento sustentável.

Para realização das entrevistas, foram selecionados escritórios com representatividade no mercado. Ao todo, contribuíram para essa pesquisa nove escritórios de arquitetura e dois escritórios de consultoria em sustentabilidade. As entrevistas foram realizadas por telefonema ou vídeo conferência com duração média de uma hora cada. A primeira entrevista realizada serviu como entrevista-piloto e auxiliou no amadurecimento do roteiro de perguntas elaborado inicialmente. Apesar do roteiro, a condução das entrevistas permitiu que os entrevistados ficassem à vontade para contribuir de forma orgânica o que, em muitos casos, possibilitou o acréscimo de informações extras e complementares aos temas mais específicos de cada pergunta.

A partir do compartilhamento dos pontos de vista e das experiências profissionais dos entrevistados foi possível avaliar tendências, identificar desafios e refletir sobre possíveis ações integradas para efetivo estímulo ao desenvolvimento de projetos fundamentados no conceito de desenvolvimento sustentável.

A abordagem sobre o tema dessa pesquisa também contou com certa contribuição pessoal da autora como observadora, uma vez que a mesma é arquiteta e urbanista atuante no mercado de desenvolvimento de projetos.

1.3. Estrutura da Pesquisa

A pesquisa está estruturada em introdução, três capítulos e conclusão.

A introdução apresenta o tema abordado e identifica objetivos, justificativa, metodologia e estruturação da pesquisa.

O primeiro capítulo consiste em uma revisão bibliográfica. Iniciado pela abordagem sobre o conceito geral de sustentabilidade, o capítulo evolui para a contextualização do tema em relação ao setor da construção civil seguido da análise sob a perspectiva do projeto de arquitetura e seu produto final: a edificação. São apresentadas questões relacionadas ao processo de projeto assim como estratégias, sistemas e componentes da edificação abordados sob a perspectiva da sustentabilidade. A apresentação das principais legislações, normas e sistemas de avaliação ambiental para edificações encerram a revisão bibliográfica.

O capítulo seguinte introduz o mercado de produção arquitetônica das cidades do Rio de Janeiro e de São Paulo. São apresentados indicadores da representatividade nacional, assim como políticas públicas e incentivos voltados para a construção sustentável. Também são identificadas as principais entidades representativas do setor e suas atribuições. Como desfecho e conexão com o capítulo seguinte, são apresentados os escritórios de arquitetura – e seus representantes entrevistados – além da identificação de estratégias sustentáveis de alguns de seus projetos.

O terceiro capítulo retrata os principais pontos das entrevistas realizadas. São relatadas as experiências e opiniões dos profissionais sobre a sustentabilidade no desenvolvimento de projetos e processos, na relação com os clientes, na utilização de ferramentas específicas, entre outros assuntos abordados.

A seção final dessa pesquisa apresenta a conclusão composta por considerações finais e sugestões para desdobramentos futuros do tema.

2

Capítulo I – Revisão bibliográfica

A arquitetura surgiu a partir das necessidades do homem por abrigo. Logo tornou-se uma expressão fundamental da habilidade tecnológica e dos objetivos sociais e espirituais. A história da arquitetura documenta a engenhosidade da humanidade, seu senso de harmonia e seus valores. É uma profunda reflexão das complexas motivações de indivíduos e sociedades (ROGERS & GUMUCHDJIAN, 2015).

Inicialmente, este capítulo apresenta dados levantados sobre a sustentabilidade e sua contextualização no setor da construção civil. Na sequência são abordados temas relacionados ao desenvolvimento de projetos de edificações sustentáveis.

2.1.

Conceito geral de sustentabilidade

A primeira grande Conferência das Nações Unidas voltada para a questão ambiental ocorreu em 1972 na capital da Suécia. A Conferência de Estocolmo representou a primeira avaliação do “impacto humano global no meio ambiente” e resultou na Declaração de Estocolmo. Nesta, foram adotados objetivos e metas que proporcionaram a significativa ampliação tanto da legislação ambiental internacional quanto da própria conscientização global sobre o tema (HANDL, 2012).

Em 1983, a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, presidida por Gro Harlem Brundtland², resultou no relatório intitulado como *Nosso Futuro Comum* – ou Relatório de *Brundtland* – cuja premissa básica defende a cooperação internacional. Adotar ações em longo prazo para se alcançar o necessário desenvolvimento sustentável é uma tarefa comum à toda a humanidade (LAYRARGUES, 1997).

O desenvolvimento sustentável é o desenvolvimento que encontra as necessidades atuais sem comprometer a habilidade das futuras gerações de atender suas próprias necessidades (BRUNDTLAND, et al., 1987).

Passados vinte anos, uma nova Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente realizada no Rio de Janeiro em 1992 – a Eco-92 – representou novo marco na evolução do direito ambiental internacional (HANDL, 2012). A

² Médica, mestre em saúde pública e ex-Primeira Ministra da Noruega. Disponível em www.nacoesunidas.org/acao/meio-ambiente/. Acesso em jun. 2020.

Cúpula da Terra – o grupo dos 179 países participantes – assinou a Agenda 21, um plano de ação global para proteção ambiental e desenvolvimento sustentável. Além das preocupações diretamente ligadas ao meio ambiente, a Agenda 21 também abordou questões socioeconômicas como a pobreza, dívida externa dos países em desenvolvimento e as pressões demográficas que, de maneira indireta, estão ligadas à agenda ambiental e geram impactos negativos na natureza (ONU, 2020).

De acordo com John Elkington³ (1994), a partir da publicação do Relatório Nosso Futuro Comum e da Eco-92, o conceito de desenvolvimento sustentável tornou-se central para o debate ambiental envolvendo a interação dos aspectos e das atividades sociais, políticas e econômicas.

Segundo Rogers & Gumuchdjian (2015, p. 5) a essência do conceito de desenvolvimento sustentável está na “redefinição da riqueza para incluir o capital natural” e garantir às gerações futuras, através de normas reguladoras, “uma reserva do capital natural igual ou maior que nossa própria herança”.

Já para Braungart & McDonough (2013), a ideia do capital natural, que caracteriza a natureza como ferramenta a ser utilizada em benefício do homem, precisa ser revisada. Os autores de *Cradle to Cradle*⁴ criticam a postura limitadora de minimização dos impactos naturais e defendem a criação de sistemas que, de maneira cíclica e autorregulatória, “alimentam-se de seu meio ambiente, mas também dão algo em troca”. Braungart & McDonough estabelecem uma relação metafórica entre conceito *cradle to cradle* e uma “boa jardinagem”: o objetivo não se firma em salvar o jardim (ou o planeta), mas de “aprender a prosperar nele”.

A partir dos anos 90, o conceito de gestão sustentável *Triple Bottom Line*⁵ “mudou a forma como as empresas, organizações sem fins lucrativos e governos medem a sustentabilidade e o desempenho de projetos ou políticas”. A interação entre as esferas social, ambiental e econômica (figura 5) viabilizou a avaliação

³ Fundador da *SustainAbility*, criador do conceito *Triple Bottom Line* e reconhecido como uma autoridade mundial em responsabilidade corporativa e desenvolvimento sustentável. Disponível em <https://sustainability.com/who-we-are/our-people/john-elkington/>. Acesso em: 22 ago. 2020.

⁴ Do berço ao berço, em português.

⁵ Conceito cunhado por John Elkington em 1994 e bastante difundido a partir da publicação do seu livro *Cannibals with forks: the triple bottom line of 21st century business*.

das tomadas de decisão e seus efeitos sob a perspectiva de longo prazo (SLAPER & HALL, 2011).



Figura 5: Tripé da sustentabilidade. Fonte: Elkington (2018), adaptado pela autora com acréscimo de informações e tradução.

Apesar de reconhecerem o impacto positivo nas tentativas de incorporar premissas sustentáveis à responsabilidade corporativa, Braungart & McDonough (2013) questionam o resultado prático da abordagem tripé. Para os autores, as empresas ainda atuam centradas nos benefícios econômicos e abordam os fatores ecológicos e sociais como adendo ou bonificação.

Segundo Elkington (2018), o *Triple Bottom Line* não foi projetado para ser apenas uma ferramenta de contabilidade, mas para provocar um pensamento mais profundo sobre o futuro do capitalismo a partir da regeneração necessária das economias, sociedades e biosfera. Após quase três décadas da criação, Elkington se ofereceu voluntariamente para realizar revisão “estratégica” do conceito de gestão e explica que:

[...] o sucesso ou o fracasso nas metas de sustentabilidade não podem ser medidos apenas em termos de lucros e perdas. Ele também deve ser medido em termos do bem-estar de bilhões de pessoas e da saúde do nosso planeta, e o histórico do setor de sustentabilidade em mover o ponteiro para atingir esses objetivos foi decididamente misto. Embora tenha havido sucessos, nosso clima, recursos hídricos, oceanos, florestas, solos e biodiversidade estão cada vez mais ameaçados. É hora de dar um passo à frente - ou sair do caminho (ELKINGTON, 2018, tradução nossa).

De acordo com Manzini & Vezzoli (2008), apesar da prioridade com a qual os requisitos ambientais deveriam ser tratados na busca por sustentabilidade,

uma solução que foque na redução de impacto ambiental, “para ser vencedora, também deve ser economicamente praticável, além de socialmente atraente; deve ser, portanto, eco-eficiente”.

Para Rogers & Gumuchdjan (2015, p. 23), desde iniciada a era tecnológica, o desafio que se coloca é a mudança de um sistema exploratório “por puro lucro” para outro que torna as cidades sustentáveis. Para tal, são necessárias “mudanças fundamentais no comportamento humano, na prática do poder público, no comércio, na arquitetura e no planejamento urbano” conforme já abordado em 1987 no Relatório de Brundtland:

[...] a regulamentação referente ao meio ambiente deve ir além das costumeiras regulamentações de segurança, leis de zoneamento e de controle da poluição; os objetivos ligados ao meio ambiente devem estar embutidos [...] em todos os componentes das políticas de desenvolvimento (BRUNDTLAND, et al., 1987, p. 70).

A partir do reconhecimento de que os centros urbanos estão cada vez maiores, mais povoados e são os principais provocadores de desequilíbrio ecológico do planeta, é nas cidades onde “a implementação da sustentabilidade pode ser mais poderosa e benéfica” (ROGERS & GUMUCHDJIAN, 2015, p. 5).

2.2. Sustentabilidade e o ambiente construído

A importância das cidades na transformação do cenário socioambiental global é mais uma vez evidenciada em 2015 quando lançados os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU (ONU, 2015). Dos 17 ODS lançados, especificamente o ODS 11 apresenta metas para “tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis” (IPEA, 2019).

Como desdobramento da Agenda 2030, e foco especial no ODS13, em dezembro de 2015 ocorreu a 21ª Conferência das Partes – COP21 responsável pela aprovação do Acordo de Paris. Um compromisso firmado entre 195 países com objetivo principal de estabelecer ações efetivas para controlar as mudanças climáticas e reforçar a capacidade dos países em lidar com os impactos decorrentes dessas mudanças (MMA, 2020).

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (2020), após aprovação no Congresso Nacional em setembro de 2016, o Acordo de Paris foi ratificado no

Brasil o que transformou as metas pretendidas do país em compromissos oficiais. Até 2030, o governo brasileiro se comprometeu a reduzir suas emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) em 43% abaixo dos níveis de 2005.

As mudanças climáticas são causadas por atividades antrópicas e seus impactos – clima severo e aumento do nível do mar – estão ameaçando o futuro do planeta (ONU, 2016). Além do grande aumento de emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) – principalmente dióxido de carbono – o desmatamento causado em função da expansão do ambiente construído, campos e mineração faz com que a Terra perca, cada vez mais, a sua capacidade de estabilizar as concentrações de CO₂, o que potencializa o efeito estufa. (KIBERT, 2020, p. 394).

Sendo assim, é preciso uma transformação global dos sistemas de energia, indústria, transporte, alimentos, agricultura e silvicultura para limitar o aumento da temperatura do planeta. Assim como é necessário que a sociedade se adapte e se torne resiliente aos impactos atuais e futuros decorrentes das alterações do clima. Se não for controlada, a mudança global do clima promoverá o retrocesso de uma grande parte dos progressos realizados nos últimos anos em termos de desenvolvimento e intensificará ameaças atuais como escassez de alimentos e água (ONU, 2016).

Atualmente, estima-se que 55% da população mundial – cerca de 4,2 bilhões de habitantes – vivam nas cidades e que até 2050 a população global residente em centros urbanos será superior a dois terços da população mundial. “Com mais de 80% do PIB global gerado nas cidades, a urbanização pode contribuir para o crescimento sustentável se bem administrada”. Entretanto, na velocidade e nas proporções previstas, as demandas por habitação, infraestrutura urbana, mobilidade e empregos podem ser desafiadoras tanto em termos socioeconômicos como ambientais (BANCO MUNDIAL, 2020).

Em termos populacionais, o Brasil é majoritariamente urbano e segue proporções semelhantes a outros países. De um total de 210 milhões de brasileiros, 176 milhões vivem em cidades. A “consciência da finitude de recursos” impõe novos desafios na busca de preservação e sustentabilidade ambiental, assim como das condições culturais e espaciais urbanas (UIA2021RIO, 2020).

Dados do Banco Mundial (2020) apontam que as cidades consomem cerca de dois terços da energia total do planeta e são responsáveis por mais de 70% das emissões globais de GEE. A urbanização acelerada “pressiona a terra e os recursos naturais provocando resultados indesejáveis” como a intensificação das mudanças climáticas.

Dentre diversos fatores, a qualidade de vida nas cidades está ligada à gestão urbana dos recursos naturais disponíveis. As cidades com eficiência de recursos combinam maior produtividade e inovação com custos mais baixos e impactos ambientais reduzidos, ao mesmo tempo em que aumentam as oportunidades de escolhas dos consumidores e estilos de vida sustentáveis (UNEP, 2020).

A indústria da construção civil é apontada pelo Conselho Internacional da Construção (CIB) como “o setor de atividades humanas que mais consome recursos naturais e utiliza energia de forma intensiva” (LIMA & ICMBio, 2014). Deste setor, só as edificações são responsáveis por cerca de 40% das emissões anuais globais de GEE relativos à energia e, até 2050, aumentará a sua demanda final energética em aproximadamente 50% em função da rápida urbanização e duplicação da área construída (UNEP, 2018).

Em 2018, emitimos 38 bilhões de toneladas de CO₂ - cerca de duas vezes a capacidade de carga teórica da Terra. A humanidade deve, portanto, viver com os meios da Terra e reduzir as emissões de CO₂ drasticamente o mais rápido possível ou enfrentar os piores cenários estabelecidos pelo Painel Internacional sobre Mudanças Climáticas (RIBA, 2019).

A parcela dominante da pegada de carbono⁶ total do planeta está relacionada ao ambiente construído, cuja pegada de carbono é calculada a partir da soma das emissões associadas divididas pela área total construída da edificação. As emissões de carbono associadas ao ambiente construído são classificadas como (KIBERT, 2020, p. 404):

- Carbono Operacional – resultante da energia produzida e consumida para operar as edificações;

⁶ A pegada de carbono geralmente é definida como a quantidade total de gases de efeito estufa produzida a fim de sustentar direta ou indiretamente as atividades humanas (KIBERT, 2020, p. 404).

- Carbono Incorporado – resultante da energia investida em todo o ciclo de vida (da extração ao descarte) dos materiais e produtos que compõem o ambiente construído;
- Carbono dos Transportes – resultante das emissões geradas por meios de transportes que servem às edificações.

De acordo com o *Royal Institute of British Architects* (RIBA), todos os novos edifícios precisam zerar suas emissões de carbono até 2030 para que a indústria da construção seja capaz de “ajudar a limitar as mudanças climáticas a 1,5 ° C acima dos níveis pré-industriais até o final do século”.

Além do consumo energético⁷ e de recursos naturais, a construção civil também é um dos setores que mais gera resíduos em grande quantidade, desde a produção dos insumos utilizados, passando pela execução da obra e através do uso e manutenção do edifício ao longo do seu ciclo de vida (CBCS, 2007).

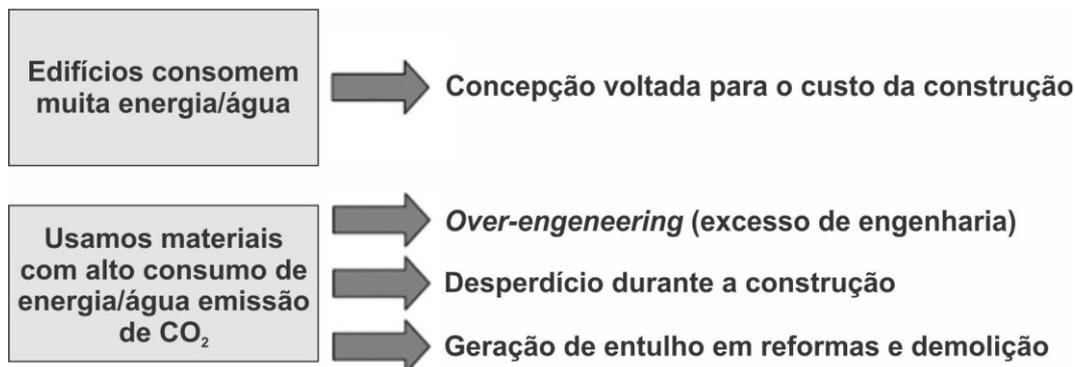


Figura 6: Aspectos da construção que mais agredem o meio ambiente. Fonte: CEOTTO (2008), adaptado pela autora.

Na tentativa de atenuar e reverter a transformação do clima, Kibert (2020, p.411) afirma que esforços devem ser feitos na significativa redução do consumo energético do ambiente construído e sua correspondente pegada de carbono através de estratégias que foquem em:

- Redução drástica do consumo energético;
- Substituição de fontes de energia não renováveis por renováveis;

⁷ No Brasil, a participação dos edifícios no consumo de energia elétrica é superior a 45% (CBCS, 2007).

- Enfatizar as formas compactas de desenvolvimento;
- Transporte de massa;
- Durabilidade e adaptabilidade das edificações projetadas;
- Restauração dos sistemas naturais;
- Projetar sistemas hidrológicos de baixo consumo de energia no ambiente construído;
- Projetar prédios que possam ser desconstruídos e cujo material possa ser reusado;
- Seleção de materiais a partir dos seus potenciais de reciclagem;
- Inclusão da pegada de carbono das edificações nos sistemas de certificação ambiental.

O setor oferece diversas oportunidades para aplicação da sustentabilidade e conseqüente minimização dos impactos gerados. Através da adoção de práticas de eficiência, conservação e uso racional de recursos é possível reduzir gastos, minimizar impactos ambientais e colher benefícios para a toda a sociedade (CBCS, 2007).

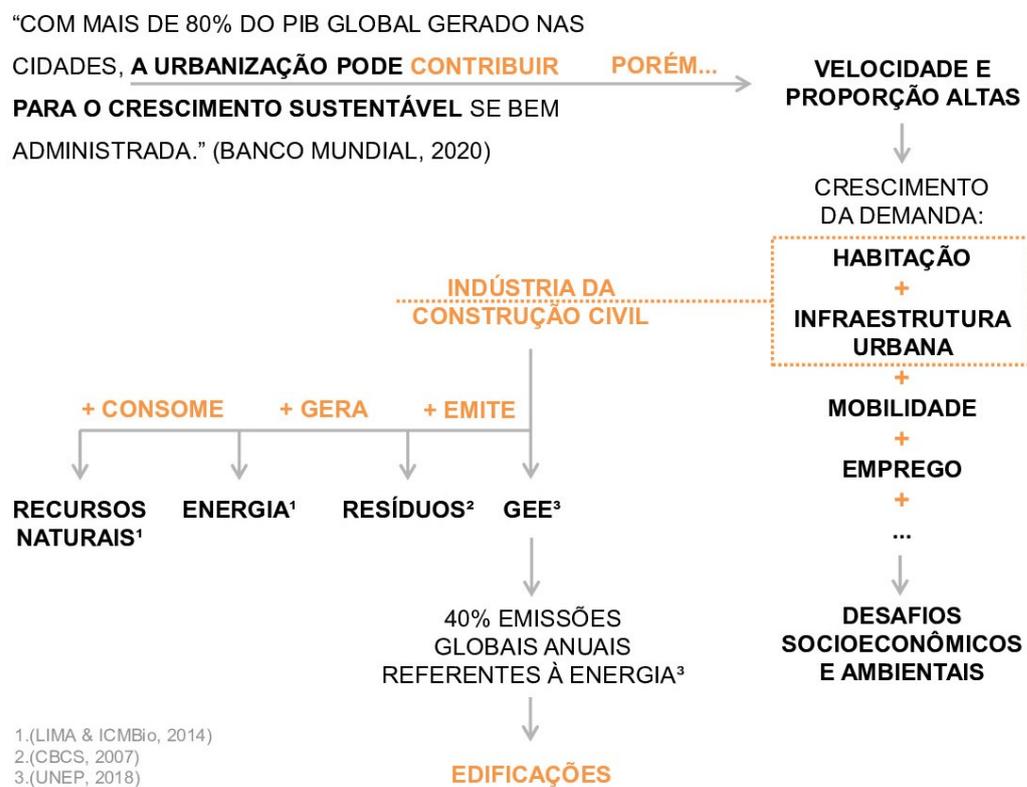


Figura 7: Fluxograma resumo do capítulo. Fonte: Elaboração própria da autora (2021).

2.3. A edificação sustentável

Além de emoldurar a vida pública, os edifícios atendem a necessidades específicas de seus usuários. Isto suscita uma questão prática de como projetar para satisfazer essas exigências (ROGERS & GUMUCHDJIAN, 2015, p. 74).

Com o objetivo de mitigar e prevenir os impactos ambientais provocados pelas cidades, o desenvolvimento de projetos de construção sustentável se torna cada vez mais necessário e difundido em escala global (EL-SAYEGH, MANJIKIAN, IBRAHIM, ABOUELYOUSR, & JABBOUR, 2018).

Segundo Kibert (2020, p.9), a construção sustentável – que aborda a contribuição do ambiente construído na abrangente visão da sustentabilidade – é definida a partir dos seguintes princípios:

- Reduzir o consumo de recursos;
- Reutilizar recursos;
- Utilizar fontes recicláveis;
- Proteger a natureza;
- Eliminar componentes tóxicos;
- Aplicar o custo de ciclo de vida;
- Focar na qualidade.

Uma nova geração de edificações que respeitam o meio ambiente, otimizam uso de recursos e geram menos emissões vem sendo amplamente incentivada a partir da combinação entre antigas técnicas e novas tecnologias (BEZERRA, 2013, p. 22).

De acordo com Braungart & McDonough (2013), os edifícios deveriam ser concebidos para funcionarem como árvores que prestam serviços ecossistêmicos à floresta – no caso, a cidade – na qual se inserem. Serviços esses de produção energética superior ao que esses edifícios consomem, de purificação das próprias águas residuais e que sejam construídos por produtos biodegradáveis que, ao final de sua vida útil, se transformem em nutrientes para o solo ou retornem para o ciclo de produção industrial como matéria-prima para novos produtos. O conceito *Cradle to Cradle* em sua essência cíclica de renovação com a sugestão de um novo trabalho de design.

Aspectos como o uso de mobiliário ergonomicamente adequado, saúde dos indivíduos que utilizarão os espaços, acessibilidade universal (de todo o entrono do empreendimento) e acessibilidade específica (relacionada a portadores de mobilidade reduzida) também devem ser levados em consideração (DANTAS et al, 2015).

Segundo Kibert (2020, p.10), edificações verdadeiramente sustentáveis – com sistemas de energia renovável, ciclos fechados de materiais e completa integração à paisagem – são raras ou não existem. A maioria apresenta aperfeiçoamentos mínimos em vez de um distanciamento radical dos métodos de construção tradicionais. Não obstante, esse processo de tentativa e erro, juntamente à incorporação gradual dos princípios da sustentabilidade, continua a promover a evolução da indústria em direção à meta final de atingir uma completa sustentabilidade ao longo de todas as fases do ciclo de vida do ambiente construído.

Para tanto, Ceotto (2008) aponta a necessidade de sensibilizar e educar clientes e usuários sobre o tema, sendo a viabilização dos recursos um caminho para desmistificar a percepção comum no mercado de que sustentabilidade custa caro. Primeiramente, é preciso compreender que a relação entre o custo e as fases de um edifício ao longo de 50 anos indica que 80% do custo total tem origem na fase de uso e operação (gráfico 2). Entretanto, essa é a fase que apresenta a menor possibilidade de interferência nos gastos (gráfico 3). Já as etapas iniciais relacionadas à concepção e desenvolvimento do projeto, além de mais econômicas, são as mais decisivas no desempenho da edificação ao longo do seu ciclo de vida por permitirem maior liberdade de análise, escolha e aplicação de práticas sustentáveis que mais se adequem ao empreendimento e gerem maiores benefícios.

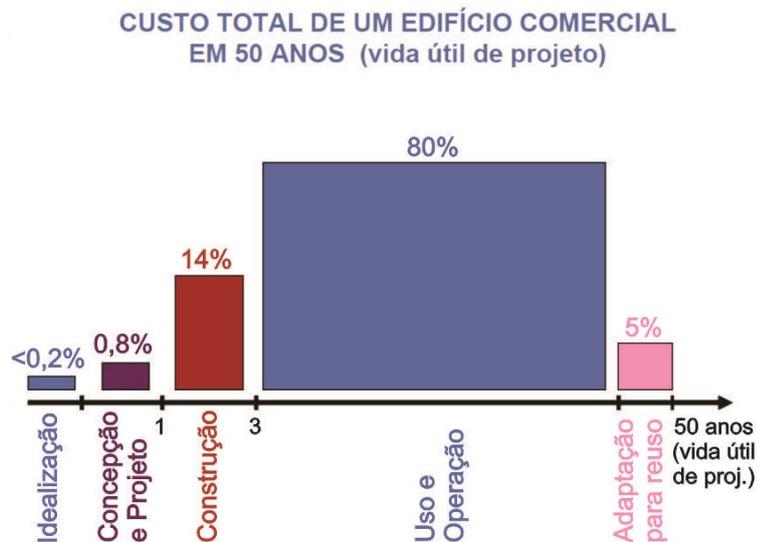


Gráfico 2: Custo total de um edifício comercial em 50 anos (vida útil de projeto). Fonte: Ceotto (2008), adaptado pela autora.

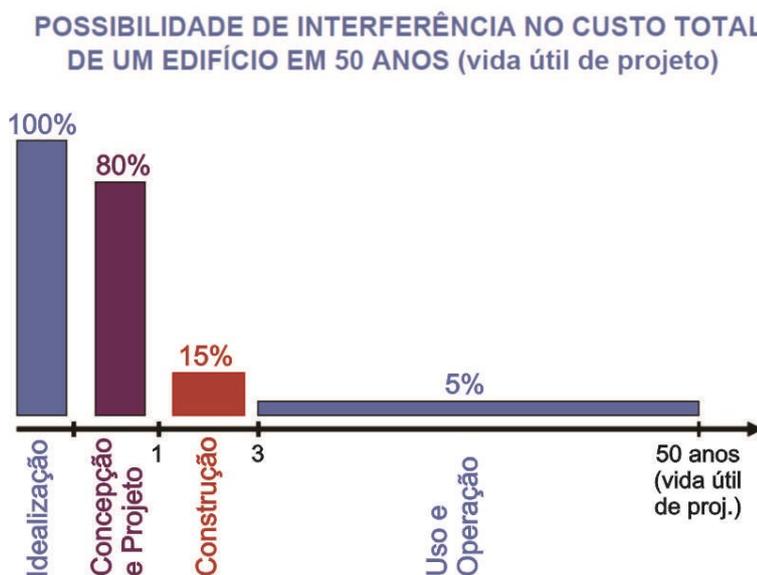


Gráfico 3: Possibilidade de interferência no custo total de um edifício de 50 anos (vida útil de projeto). Fonte: Ceotto (2008), adaptado pela autora.

Estima-se que o investimento de 5% a 8% do custo de construção de um edifício residencial no desenvolvimento de projetos e sistemas eficientes pode render uma economia de até 50% no consumo de água, até 40% nas contas de luz e até 35% nas contas de condomínio. Por sua vez, a redução dos custos de operação do edifício pode ser convertida em valorização do preço de venda da unidade em até 14% (quadro 1) (CEOTTO, 2008).

VIABILIZAÇÃO DE RECURSOS PARA ED. RESIDENCIAL

Exemplo: Apto de 3Q2S (120 m²)

Custo de Operação	Edifício Convencional	Edifício Verde	Economia
Condomínio	R\$ 6,0/m ²	R\$ 4,0/m ²	R\$ 2,0/m ²
Concessionárias	R\$ 4,0/m ²	R\$ 3,0/m ²	R\$ 1,0/m ²
Total	R\$ 10/m ²	R\$ 7,0/m ²	R\$ 3,0/m ²

□ Valorização = 142 X economia = 143 X R\$ 3,0/m² = R\$ 426/m² (taxa de 0.7% ao mês).

□ Se o preço do convencional é de R\$ 3.000/m² o edifício verde poderá custar R\$ 3.428/m². Valorização de 14%!!!

□ Investimento de 5 a 8% C. Construção = 2,5 a 3,0% no Preço de Venda pode valorizar 14% um imóvel residencial.

Quadro 1: Economia e valorização como resultados do investimento em um edifício residencial sustentável. Fonte: Ceotto (2008).

Ainda que as alternativas para soluções sustentáveis e seus impactos no custo total do empreendimento sejam variados, Ceotto (2008) comprova a viabilidade econômica do investimento quando o mesmo é fruto de um planejamento inicial que prioriza o melhor desempenho do edifício ao longo de toda a sua vida útil.

Justamente por ser um dos setores que mais consome recursos e gera resíduos ao longo de toda a sua cadeia de produção, uso e manutenção, a construção civil oferece múltiplas oportunidades para adoção de práticas sustentáveis focadas em conservação e uso racional capazes de promover relevantes benefícios (CBCS, 2007).

No entanto, para Elkington (2009), é preciso apoio de empresas e instituições financeiras, no combate à falta de conhecimento dos agentes do setor, para garantir a efetiva contribuição da indústria da construção civil na adoção de tais práticas.

De acordo com Degani & Cardoso (2002), “considerando ser o projeto o ponto de partida do ciclo de vida de um edifício”, o papel do projeto de arquitetura, tanto nas suas escolhas quanto na maneira como é conduzido, é fundamental para potencialização de muitas das oportunidades que a construção civil oferece na direção do desenvolvimento sustentável.

A figura 8 resume as questões descritas nesse subcapítulo – como as premissas de uma edificação sustentável e seu ciclo de vida – assim como

pontua questões a serem abordadas como parte do desenvolvimento do projeto de uma edificação sustentável – como as estratégias e processos de projeto, além das legislações e sistemas de avaliação ambiental envolvidos no tema.



Figura 8: Fluxograma resumo do capítulo. Fonte: Elaboração própria da autora (2021).

2.3.1. Projeto e processo

A atividade de projeto é comum a várias áreas de atuação. Cada uma delas, contudo, se apropria das questões metodológicas relacionadas a esta atividade de acordo com a especificidade do objeto de estudo e dos objetivos a serem alcançados (BEZERRA M. D., 2004, p. 21).

Segundo o Dicionário da Língua Portuguesa (2010):

- Projeto: do latim *projectu*, significa 1.Plano, intento. 2.Empreendimento. 3.Redação preliminar de lei, de relatório, etc. 4.Plano geral de edificação.

- Processo: do latim *processu*, significa 1. Ato de proceder, de ir por diante. 2. Sucessão de estados ou de mudanças. 3. Modo por que se realiza ou executa alguma coisa; método, técnica.
- Arquitetura: do latim *architectura*, significa 1. Arte de edificar. 2. As obras de arquitetura dum país, dum época, dum movimento artístico, etc.

De acordo com o Instituto de Arquitetos do Brasil – IAB (s.d.), o projeto de arquitetura compreende as sucessivas fases de Estudo Preliminar, Anteprojeto e/ou Projeto de Aprovação, Projeto de Execução e Assistência à Execução da Obra, cada uma com sua função e grau de complexidade.

A prática da arquitetura utiliza conhecimentos de outros campos do saber. Seu objetivo consiste no desenvolvimento de estruturas compostas por funções explicitadas através de sua utilização, significados, desempenho, funcionamento, custos, produção, comercialização, mercado, qualidades formais, impactos ambientais e ecológicos (BEZERRA M. D., 2004).

O processo de projetar foi revolucionado através da tecnologia do computador assim como dos programas de simulações capazes de prever o comportamento entre construção, sistemas e o ambiente enquanto o projeto ainda está na prancheta. Ferramentas que provocam um aumento significativo na habilidade dos arquitetos em aperfeiçoar os espaços projetados desde na adoção de soluções testadas que melhor respondam ao clima local ou na especificação de sistemas prediais cada vez mais sensíveis e capazes de monitorar o comportamento da edificação e reagir a necessidades específicas (ROGERS & GUMUCHDJIAN, 2015).

Além do projeto de arquitetura, o projeto de uma edificação envolve diversos atores – clientes, profissionais, fornecedores, etc. – disciplinas e competências variadas, questões relacionadas a prazos e custos, ou seja, inúmeros fatores que conferem complexidade à elaboração e execução de um empreendimento.

Tal complexidade, somada à dinâmica do mercado que tem exigido uma otimização cada vez maior do projeto, torna-se necessário o estabelecimento de um fluxo de trabalho estável e padronizado. Um processo de projeto formal e sistemático que garanta o atendimento das necessidades de todos os

intervenientes, assim como a interação eficiente entre as equipes e clientes envolvidos (ROMANO, 2003).

2.3.1.1. Processo de Projeto Integrado

Quando todas as partes interessadas relevantes estão presentes nos principais pontos de decisão, a aprendizagem compartilhada leva a um novo entendimento e a mudanças nas percepções e posições das pessoas (NATIONAL CHARRETTE INSTITUTE, 2020).

A ausência de planejamento, interação e comunicação entre os atores envolvidos, a segmentação das atividades e a falta de uma visão ampla e integrada entre projeto e execução caracterizam a informalidade na condução dos processos de projeto. Muitas edificações apresentam problemas relacionados à falta de qualidade como consequência dessa prática de mercado (ROMANO, 2003).

Definir mecanismos e procedimentos que garantam a interoperabilidade⁸ entre os profissionais é um aspecto ainda mais fundamental para a realização de projetos com alta qualidade ambiental. É essencial garantir a integração das decisões projetuais através da atuação colaborativa entre todos os envolvidos desde a fase inicial da concepção arquitetônica (SALGADO, CHATELET, & FERNANDEZ, 2012).

Segundo Kibert (2020, p. 219), “o processo de projeto integrado caracteriza-se pela forte colaboração desde o início do processo projetual”, com a contribuição de todos os envolvidos nas tomadas de decisão durante todo o ciclo do projeto. O foco está na otimização da edificação, diferente do processo de projeto convencional caracterizado pela linearidade e carência de esforços coletivos.

Salgado, Chatelet & Fernandez (2012) afirmam que o processo linear e sequencial não mais atende às exigências de um projeto sustentável e, ainda que as empresas estejam mais acostumadas a esse processo, a integração necessária em um projeto de alto desempenho implica uma revisão dos processos convencionais de trabalho.

⁸ Interoperabilidade é a habilidade de um sistema ou produto de funcionar junto a outros [...], sem a necessidade de um esforço especial por parte do operador (POUCHARD E CUTTING-DECELLE 2007 APUD SALGADO, CHATELET, & FERNANDEZ, 2012).

Apesar de ser um termo muito associado à sustentabilidade, o Processo de Projeto Integrado não é exclusivo para projetos de edifícios de alto desempenho. É uma abordagem flexível de aplicação a diversos tipos de projeto e processos de tomada de decisão (PERKINS+WILL & CONSULTING, 2007).

Segundo Zimmerman & Eng. (2006), o PPI é uma das melhores ferramentas para auxiliar na condução projetos. A começar pela ação colaborativa de equipes multidisciplinares que, nesse tipo de processo, têm participação ativa desde as etapas iniciais de desenvolvimento, fator totalmente relacionado às variáveis de custo e de tempo (gráfico 4). Apesar do maior tempo gasto antecipadamente, há um aumento da qualidade e integridade das decisões tomadas o que, conseqüentemente, reduz o tempo necessário nas etapas seguintes.

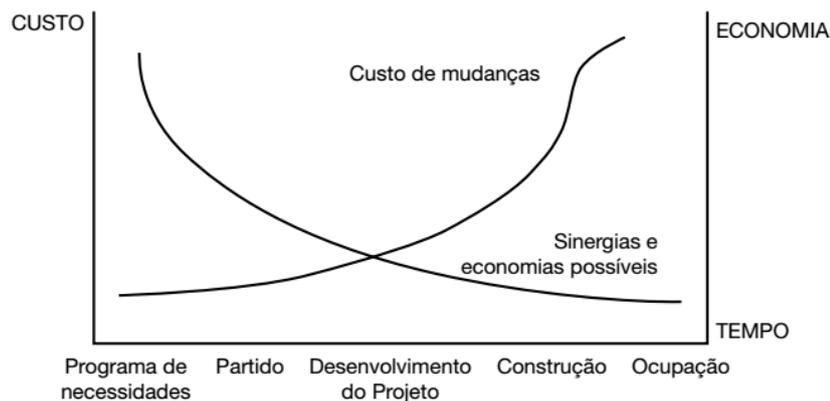


Gráfico 4: Relação entre custo de mudanças e fases de projeto. Fonte: Kibert (2020).

Em complemento à relação feita entre desenvolvimento de projeto, custo e tempo, Perkins+Will & Consulting (2007) estabelecem uma comparação entre o nível de envolvimento das equipes nos processos integrado e convencional. Esforços iniciais proporcionam mais oportunidades para abordar e aplicar soluções sustentáveis nos projetos (gráfico 5).

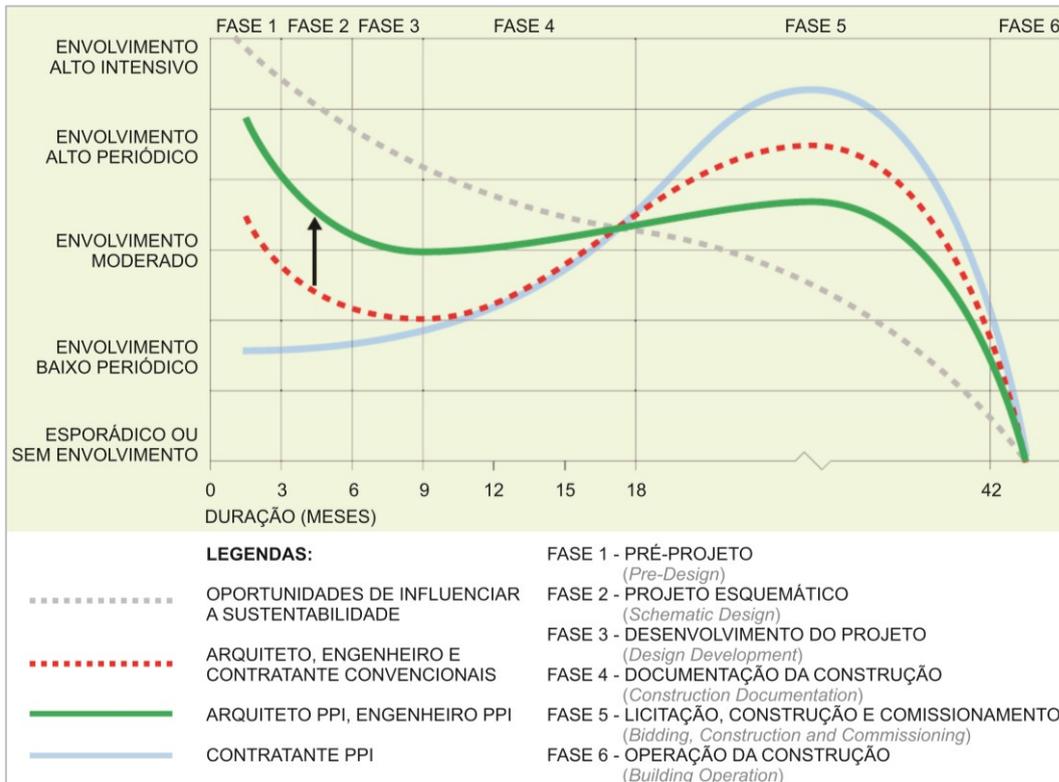


Gráfico 5: Envolvimento da equipe de projeto em um sistema de PPI versus sistema convencional. Fonte: Perkins+Will & Consulting (2007), tradução nossa.

Kibert (2020) acrescenta que, em projetos sustentáveis, as informações geradas e metas a serem cumpridas são tão amplas que os processos convencionais geralmente são ineficientes frente ao PPI que, por sua vez, possui histórico de capacidade em suprir essas demandas.

Parte dessa capacidade está relacionada a duas atividades destacadas pelos autores como significativas para um PPI bem sucedido: a participação integral do cliente e a *charrette*. Segundo Zimmerman & Eng. (2006), o cliente deve estar ciente dos benefícios e funcionamento do processo em todos os aspectos, sejam eles de distribuição de tempo no desenvolvimento, na definição clara de escopos e metas, na eleição dos tomadores de decisão, nos riscos de inovações, na intensidade de atuação dos envolvidos, entre outros fatores que diferenciam o PPI do processo convencional geralmente mais praticado. Para Kibert (2020), a presença do cliente é essencial inclusive na *charrette*, termo atualmente “utilizado para designar uma seção de projeto em grupo”.

Originado no século XIX na Escola de Belas Artes de Paris, o termo *charrette* foi resgatado nos anos 80 por urbanistas norte-americanos como Bill

Lennertz, Steve Coyle e Aarin Lutzenhiser, fundadores do *National Charrette Institute*⁹ (NCI). Fundamentada em um “processo colaborativo de projeto e planejamento”, a ideologia *charrette* promove o envolvimento frequente de pessoas e informações desde o início do processo de projeto com o objetivo de minimizar retrabalhos e alcançar de soluções inovadoras e compartilhadas (NCI, 2019).

É fundamental que a equipe envolvida chegue claramente a um entendimento comum das metas estabelecidas na *charrete* que, por ter escopos variados, deve ser mediada e planejada com atenção (ZIMMERMAN & ENG., 2006).

Kowaltowski *et al* (2015) analisaram a capacidade do exercício da *charrette* em aumentar a sensibilidade dos profissionais de projeto para soluções de acessibilidade além de parâmetros pré-estabelecidos em normas e manuais técnicos. Um dos principais ganhos, e também objetivos da *charrette*, constitui na troca de conhecimento com o grupo de usuários em potencial escolhido para fazer parte do processo de conceituação do plano em questão. Além de ser um diferencial proporcionado pela *charrette*, a colaboração entre profissionais e quem de fato vivencia os espaços projetados permite não só um aumento de conhecimento dos envolvidos, mas também assertividade no desenvolvimento do projeto e potencialização dos valores sociais presentes na balança da sustentabilidade.

Segundo Zimmerman & Eng. (2006) a natureza inclusiva do processo integrado, no qual a *charrette* faz parte, se faz útil no desenvolvimento de metas de cunho social. Embora exista, de maneira geral, pouco consenso na indústria da construção sobre como lidar com questões sociais no nível de projeto, a menos que sejam parte explícita do programa de necessidades.

A partir de uma visão comportamental do mercado, Parrott & Bomba (2010) fazem uma reflexão sobre como a condução do processo de projeto impacta nas relações entre diferentes profissionais do setor. Para os autores, os

⁹ “O *National Charrette Institute* (NCI) é um programa da Escola de Planejamento, Projeto e Construção da *Michigan State University*”, nos Estados Unidos da América. Disponível em: <https://www.canr.msu.edu/nci/about/>. Acesso em 30 de set. de 2020.

métodos convencionais criam enormes oportunidades de disputa a partir de um processo fragmentado que incentiva os envolvidos a adotar uma postura individualizada e isenta da responsabilidade sobre o todo. Já o PPI busca alinhar os interesses individuais dos envolvidos aos interesses do projeto, compartilhar responsabilidade, reduzir a exposição das partes aos riscos existentes e concentrar esforços em um trabalho coletivo para resolver um problema importante e comum a todos.

Outra contribuição significativa do PPI é o seu acompanhamento durante toda a vida útil do projeto, desde a concepção até a ocupação e operação reafirmando a visão holística pregada no processo e que garante os resultados estabelecidos como metas nas etapas de projeto. O quadro 2, de Perkins+Will & Consulting (2007), sintetiza as divergências entre os processos integrado e convencional.

PROCESSO DE PROJETO INTEGRADO	PROCESSO DE PROJETO CONVENCIONAL
Inclusivo desde o início	Envolve os membros da equipe apenas quando essencial
Antecipado – tempo e energia investidos cedo	Menos tempo, energia e colaboração exibidos nos estágios iniciais
Decisões influenciadas por equipe ampla	Mais decisões tomadas por menos pessoas
Processo interativo	Processo linear
Sistemas integrados	Sistemas frequentemente considerados isoladamente
Permite a otimização completa	Limitada a otimização restrita
Busca sinergias	Menos oportunidade para sinergias
Custo do ciclo de vida	Ênfase nos custos iniciais
O processo continua até a pós-ocupação	Normalmente finalizado quando a construção é concluída

Quadro 2: Processo de Projeto Integrado *versus* Processo de Projeto Convencional. Fonte: Perkins+Will & Consulting (2007).

Para Zimmerman & Eng. (2006), os clientes que ainda não solicitam explicitamente o uso do PPI em seus projetos, provavelmente o fariam se tivessem conhecimento claro dos valores agregados aos projetos proporcionados tanto pela integração quanto pela sustentabilidade aplicada.

2.3.1.2. Tecnologias para desenvolvimento de projetos

Modelagem da Informação da Construção (em inglês, *Building Information Modeling* – BIM) é um dos mais promissores desenvolvimentos da indústria relacionada à arquitetura, engenharia e construção (AEC). (EASTMAN, TELCHOLZ, SACKS, & LISTON, 2014)

Em tempos de desenvolvimento tecnológico contínuo e fluxo acelerado de informações, o desenvolvimento de projetos passa a atender demandas mais complexas, premissas multidisciplinares, prazos de execução cada vez mais curtos e preocupações quanto ao desempenho ao longo do ciclo de vida da construção.

O BIM é a metodologia mais disseminada na atualidade como a ideal para suprir todas essas demandas do mercado. Em sua essência, “o BIM não é uma coisa ou um tipo de software, mas uma atividade humana que envolve mudanças amplas no processo de construção” (EASTMAN, TELCHOLZ, SACKS, & LISTON, 2014) “e uma importante tendência no setor” (KIBERT, 2020).

Para Parrott & Bomba (2010), “assim como a introdução dos softwares de desenho auxiliado por computador na década de 70, o BIM é, provavelmente, um divisor de águas.” Os autores ainda descrevem o BIM como a vanguarda de um movimento que visa levar maior colaboração à indústria da construção e consiste em parte integrante dos Processos de Projeto Integrados.

Salgado, Chatelet, & Fernandez (2012) destacam positivamente o BIM por viabilizar a interoperabilidade entre profissionais, mas alertam sobre a necessidade de um sistema de gestão de trabalho que permita e contribua para o desenvolvimento de um processo de projeto integrado efetivo.

Perkins+Will & Consulting também expressam suas considerações a favor do uso BIM para o desenvolvimento dos projetos – ao invés de *softwares* 2D tradicionais – e enfatizam o seu potencial em revolucionar a maneira como os edifícios são construídos.

Projetos de edificações de alto desempenho envolvem soluções complexas, alta carga de informação e exigências adicionais – como simulações

diversas e medições em geral – com as quais os *softwares* BIM são capazes de lidar (KIBERT, 2020).

Por promover a colaboração antecipada entre os conhecimentos multidisciplinares envolvidos em um projeto, conferir agilidade na visualização de interferências e garantir maior controle das modificações realizadas, a utilização do BIM representa eficiência de custo e prazo de execução. Associado às ferramentas de simulação, o BIM também aprimora o desempenho da edificação a partir avaliações dos requisitos funcionais e de sustentabilidade no projeto modelado (EASTMAN, TELCHOLZ, SACKS, & LISTON, 2014).

O BIM aceita *plug-ins* que podem modelar a eletricidade, simular a iluminação natural e fornecer uma plataforma para os dados exigidos pelas entidades de certificação. Um *software* de BIM torna relativamente fácil selecionar o terreno ideal e projetar a orientação para otimizar a geração de energia renovável e iluminação natural e reduzir o consumo energético. BIM é uma ferramenta importante e potencialmente poderosa que pode estimular a adoção de edificações ecológicas com custos mais baixos (KIBERT, 2020).

De acordo com Eastman et al (2014), geralmente as análises referentes à custo, desempenho e impactos energéticos e ambientais são realizadas pelos projetistas com base apenas em suas experiências de trabalho e senso comum de mercado. No entanto, atualmente, há uma série de ferramentas capazes de fazer análises precisas ainda em fase de projeto, sendo algumas delas: eQUEST, Energy-10 e DOE-2.2 (KIBERT, 2020).

Através do DOE-2.2 – sendo talvez um dos exemplos mais conhecidos internacionalmente (KIBERT, 2020) – é possível realizar simulações com dados climáticos hora a hora por um período anual com identificação do consumo energético. Esses dados permitem a análise econômica e ambiental das diversas estratégias simuladas (CBCS; PNUMA & MMA, 2014) o que auxilia e

Apesar da importância das simulações, em pesquisa realizada pelo Conselho Brasileiro de Construção Sustentável – CBCS (2014) com agentes do setor da construção civil, a maior demanda na área de energia (28%) apontou para a necessidade de criação e acesso à ferramentas computacionais específicas para análise energética. Além disso, os entrevistados sugeriram a criação de uma base brasileira de dados pública, com informações sobre parâmetros ambientais relacionados à construção, e integrados às ferramentas BIM.

Como política pública de incentivo ao BIM, o Governo Federal brasileiro lançou a Estratégia Nacional de Disseminação do *Building Information Modelling* através do Decreto Nº 9.983, de 22 de Agosto de 2019 (GOVERNO FEDERAL DO BRASIL, 2019) e estabeleceu a utilização do BIM na execução direta ou indireta de obras públicas através do decreto Nº 10.306, de 2 de Abril de 2020 (GOVERNO FEDERAL DO BRASIL, 2020).

Por ser uma potente base de dados de todos os sistemas e equipamentos aplicados no projeto, utilização do BIM também proporciona benefícios no pós-construção. Facilita a checagem e controle da infraestrutura predial e dos demais componentes, o que melhora o gerenciamento e a operação da edificação ao longo do seu ciclo de vida (EASTMAN, TELCHOLZ, SACKS, & LISTON, 2014).

Segundo o Banco Interamericano de Desenvolvimento (2019 apud MINISTÉRIO DA ECONOMIA, 2019), o uso do BIM possibilita uma economia de 15% em edificações, 16% em infraestrutura urbana e 12% em infraestrutura predial. No Brasil, estima-se que, até 2028, a disseminação de processos e tecnologias relacionadas ao BIM reduzirá os custos da construção em 9,7%, provocará crescimento da produtividade em 10% e, como resultado, aumentará o PIB do setor da construção civil brasileira em 28,9% (MINISTÉRIO DA ECONOMIA, 2019).

2.3.2. Estratégias, sistemas e componentes

O pensamento holístico e colaborativo abordado como premissa para o desenvolvimento sustentável não se restringe aos processos e ferramentas de projeto. Todos os componentes físicos e sistemas de funcionamento do ambiente construído precisam ser elaborados em projeto e executados em obra a partir da mesma linha de raciocínio que busca garantir o equilíbrio entre a sustentabilidade ambiental, econômica e social.

Em conjunto com as novas tecnologias e materiais em constante desenvolvimento, é possível encontrar soluções que, de acordo com Rogers (2015), “são apenas novas interpretações de mecanismos usados há milhares de anos”.

Para efetividade de tais soluções também de faz necessária a análise do ciclo de vida da edificação e de tudo que a compõe, sendo essa análise uma das principais premissas sustentáveis para que se garanta a maior racionalização possível de custos e redução dos impactos de maneira geral (KIBERT, 2020).

2.3.2.1. Arquitetura Bioclimática

O fato de desenvolver os projetos de acordo com o ciclo da natureza poderá trazer a arquitetura de volta às suas próprias raízes (ROGERS & GUMUCHDJIAN, 2015, p. 101).

Segundo Romero (2013), “construções e traçados urbanos primitivos que constituem constantes exemplos de ‘boa’ arquitetura” – também denominada arquitetura vernacular – são evidências da compreensão sobre as características do meio, assim como da utilização de materiais e técnicas construtivas locais para melhor adaptação.

A partir dos conhecimentos a cerca da biologia e da climatologia, a arquitetura e o urbanismo buscam “definir as condições ambientais, do meio natural e construído, que melhor satisfaçam às exigências do conforto térmico do homem” (ROMERO, 2013).

Em função das evoluções tecnológicas, sistemas artificiais de climatização e iluminação são capazes de proporcionar o conforto aos usuários de uma edificação. No entanto, o exclusivo uso desses sistemas não é eficiente sob os pontos de vista econômico e energético (LAMBERTS, DUTRA, & PEREIRA, 2014, p. 15), além do negativo impacto ambiental, visto que a questão energética (geração e consumo) está entre os “principais contribuintes às mudanças climáticas globais” (LAMBERTS, GHISI, PEREIRA, & BATISTA, 2010).

De acordo com o Instituto Alemão *Passive House*¹⁰ (2015), construções que priorizam estratégias passivas como isolamento térmico, recuperação de calor, estanqueidade e ausência de pontes térmicas são capazes de reduzir de 75% a 90% o consumo energético para aquecimento dos ambientes. Potencial de economia este que, segundo o Instituto, também pode ser alcançado em

¹⁰ Além de ser um padrão construtivo de eficiência energética a *Passive House* também é uma certificação ambiental concedida pelo *Passive House Institute*. Disponível em: https://passivehouse.com/02_informations/01_whatisapassivehouse/01_whatisapassivehouse.htm. Acesso em: jun. 2020.

locais de clima quente onde há demanda constante para resfriamento, como é o caso de muitas cidades brasileiras.

Considerado como um padrão de construção confortável, acessível e eficiente energeticamente, as *Passive Houses* (em português, casas passivas) “fazem uso eficiente do sol, das fontes de calor internas e da recuperação de calor, tornando os sistemas de aquecimento convencionais desnecessários mesmo nos invernos mais frios” (*PASSIVE HOUSE INSTITUTE*, 2015, tradução nossa). Um exemplo de como a compreensão do clima local é decisiva para a concepção de uma edificação sustentável.

Para Rogers & Gumuchdjian (2015, pp. 96, 98), a arquitetura “precisa minimizar seu embate” com o meio ambiente e vem se mostrando cada vez mais racional e eficiente à medida que suas formas interagem com as forças naturais. Para os autores, a relação entre insolação e implantação de um edifício, por exemplo, é fundamental na garantia de um baixo consumo de energia.

Segundo Romeiro (2013), tais relações compõem o conceito de arquitetura bioclimática através da qual “o próprio ambiente construído atua como mecanismo de controle das variáveis do meio” através da sua envoltória, do seu entorno e do aproveitamento dos elementos e fatores climáticos presentes. Sendo assim, Lamberts, Dutra, & Pereira (2014) afirmam que os arquitetos devem considerar a utilização de estratégias passivas para aquecimento, resfriamento e iluminação natural com o objetivo de melhor adequação do projeto aos condicionantes locais.

Para análise da bioclimatologia aplicada à arquitetura são utilizadas ferramentas como as cartas bioclimáticas, à exemplo da carta de Givoni (1992, apud ABNT, 2003), ilustrada na figura 9 e adotada para os parâmetros brasileiros. Mediante variações de temperatura e umidade do ar, as cartas permitem analisar as condições climáticas ao longo de um ano em um determinado local e a aplicabilidade de estratégias de projeto que resolvam questões relacionadas às temperaturas, ventos dominantes, umidade do ar, entre outras (LAMBERTS, DUTRA, & PEREIRA, 2014).

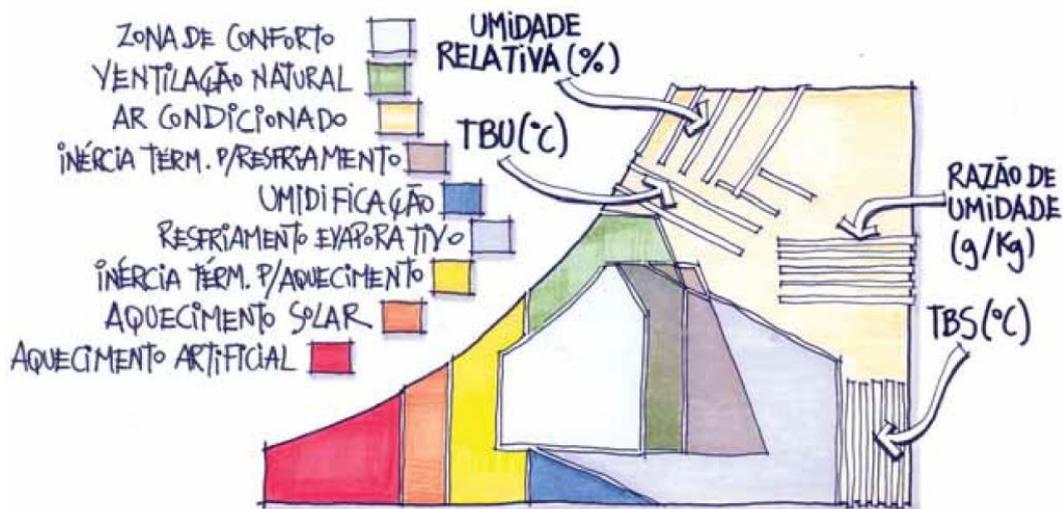


Figura 9: Carta Bioclimática de Givoni. Fonte: Lamberts, Dutra, & Pereira (2014).

Além das variações anuais de temperatura e umidade em um mesmo local, o território brasileiro como um todo apresenta grande diversidade climática. De acordo com a NBR 15220-3 (ABNT, 2005), o zoneamento bioclimático brasileiro é composto por oito zonas distintas, conforme ilustrado na figura 10, sendo as zonas bioclimáticas 3 e 8 correspondentes às cidades de São Paulo e do Rio de Janeiro, respectivamente.

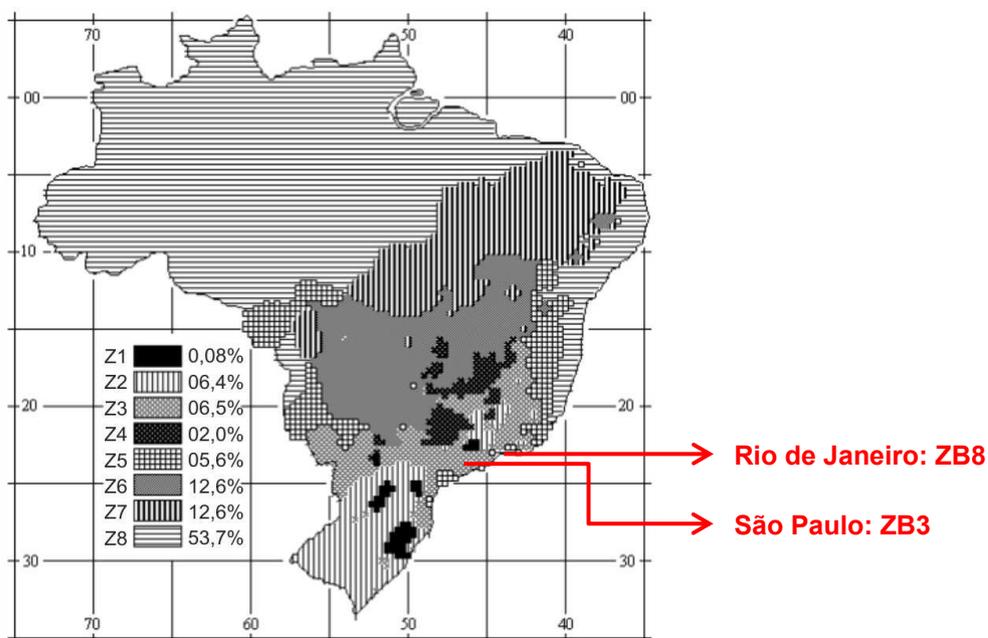
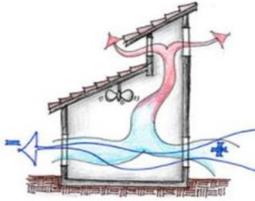


Figura 10: Zoneamento Bioclimático brasileiro. Fonte: ABNT (2005).

Com o objetivo de fomentar a eficiência energética em edificações comerciais e públicas no país, o Ministério do Meio Ambiente (MMA) em

conjunto com o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), pôs em execução o projeto “Transformação do Mercado de Eficiência Energética no Brasil”, também conhecido como Projeto 3E (PROJETEEE, 2020).

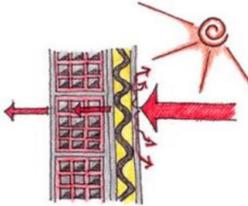
A partir desse projeto e com o objetivo de “dar continuidade ao trabalho desenvolvido pelo PROCEL/Eletróbrás”, a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) em parceria com o Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (LabEEE) e outras entidades, desenvolveu a Projeteee – Projetando Edificações Energeticamente Eficientes¹¹ – a primeira plataforma digital nacional de uso público que oferece orientação para o desenvolvimento de edificações eficientes. A plataforma reúne informações sobre dados climáticos, estratégias bioclimáticas, componentes construtivos e equipamentos que são apresentadas de acordo com a localidade informada no momento da pesquisa. Os quadros 3 e 4 apresentam os resultados da pesquisa realizada para as cidades do Rio de Janeiro e São Paulo (PROJETEEE, 2020).

RIO DE JANEIRO - RJ		ZONA BIOCLIMÁTICA: 8							
CONDIÇÕES DE CONFORTO, % DO ANO EM:									
DESCONFORTO POR FRIO CONFORTO TÉRMICO DESCONFORTO POR CALOR									
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="width: 15%; background-color: #0070C0; height: 10px;"></div> <div style="width: 22%; background-color: #4CAF50; height: 10px;"></div> <div style="width: 63%; background-color: #D32F2F; height: 10px;"></div> </div>									
15% 22% 63%									
ESTRATÉGIAS BIOCLIMÁTICAS	APLICABILIDADE POR ESTAÇÃO				APLICABILIDADE POR HORÁRIO				MÉDIA GERAL
	VERÃO	OUTONO	INVERNO	PRIMAVERA	MANHÃ	TARDE	NOITE	MADRUGADA	
VENTILAÇÃO NATURAL	60%	51%	40%	59%	41%	43%	80%	64%	53%
	<p>Redução do calor no interior da edificação e elevação dos níveis de evaporação, o que melhora a sensação térmica dos ocupantes.</p> <p>Considerar o clima local e a variação das condições dos ventos em função do relevo e obstruções vizinhas.</p>								
<p>Para a movimentação de ar fresco acontecer no interior da edificação, os sistemas passivos de ventilação baseiam-se em diferenças de pressão que podem ser provocadas por:</p>									

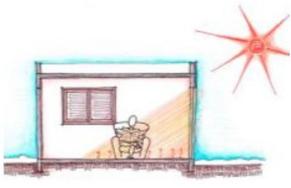
¹¹ Desdobramento do projeto *Transformação do Mercado de Eficiência Energética no Brasil*, executado pelo Ministério do Meio Ambiente – MMA, em cooperação com o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD. Disponível em www.projeteee.mma.gov.br

a) vento - através da ventilação cruzada proporcionada por aberturas na edificação em zonas de pressão opostas;
b) diferença de temperatura - através de efeito chaminé onde são criadas correntes de convecção entre o ar frio (mais pesado) e o ar quente (mais leve) que sobe.
A ventilação natural é ineficaz na redução da umidade do ar que penetra no ambiente , o que limita a eficiência de sua aplicação em climas de umidade relativa do ar muito elevada.
As aberturas na edificação para ventilação devem ser grandes com proporção maior do que 40% da área de piso de cada ambiente .

SOMBREAMENTO	34%	20%	16%	33%	40%	45%	0%	5%	27%
	Redução dos ganhos solares (temperatura) através da envoltória da edificação, nos períodos mais quentes do dia e do ano.								
	Considerar a não obstrução dos ganhos solares no inverno para não prejudicar a iluminação natural através das aberturas da edificação.								
Analisar o comportamento do sol nas diferentes estações do ano em relação ao local de implantação para verificação de sombreamento já provocado por arborização e edificações existentes.									
Para planejar a orientação da edificação e proteções necessárias às fachadas, considerar o entorno da área edificada .									

INÉRCIA TÉRMICA P/ AQUECIMENTO	2%	22%	39%	4%	16%	3%	13%	30%	15%
	Diminuição das amplitudes térmicas internas na edificação e atraso térmico no fluxo de calor, ou seja, redução da perda de calor do interior da edificação para o meio externo.								
	Necessário restringir a ventilação natural ao longo do dia entre os abanetes internos.								
Depende da envoltória da edificação (paredes, pisos e cobertura) que deve ser composta por materiais densos e de alta capacidade térmica . A admitância térmica dos materiais também é relevante: alta admitância térmica significa aceleração tanto na absorção quanto na liberação de calor.									
Cautela para o uso da estratégia nos trechos da edificação voltados para oeste em função da elevada exposição à radiação na maior parte do ano, podendo causar desconforto nos períodos mais quentes.									

Quadro 3: Estratégias Bioclimáticas para a cidade do Rio de Janeiro. Fonte: Projeteee (2020) e ABNT (2005), adaptado pela autora.

AQUECIMENTO SOLAR PASSIVO	0%	13%	32%	8%	15%	3%	11%	21%	13%
	<p>Utilização da radiação solar direta para aquecimento ambiental da edificação, podendo ser:</p> <p>a) aquecimento direto: através de aberturas ou superfícies envidraçadas, a radiação solar de inverno é admitida diretamente no interior do ambiente, causando ganho de calor imediato.</p>								
<p>Para evitar a perda de calor entre o interior da edificação e o exterior no período noturno, é possível utilizar materiais com maior resistência térmica como janelas de vidros duplos, cortinas, isolamento térmico no revestimento externo da edificação. Assim como garantir a vedação das fachadas através de esquadrias herméticas para evitar infiltração do ar noturno com temperaturas mais baixas.</p>									
<p>b) aquecimento indireto: utilizado em conjunto com componentes que possuem alta inércia térmica, capazes de reter o calor absorvido ao longo do dia e liberando-o lentamente para o interior da edificação a medida que as temperaturas internas tornam-se inferiores. No verão, esses componentes precisam ser protegidos da radiação direta para não sobreaquecer a edificação.</p>									

Quadro 4: Estratégias Bioclimáticas para a cidade de São Paulo. Fonte: Projeteee (2020) e ABNT (2005), adaptado pela autora.

O uso da geometria, da orientação e do volume da edificação para seu condicionamento térmico são as ferramentas de um projeto passivo efetivo para corroborar com a conservação energética (KIBERT, 2020, p. 12). Além disso, é preciso identificar os maiores focos de consumo de energia nas edificações para que arquitetos e demais profissionais envolvidos no processo de projeto possam atuar em busca dos seguintes objetivos (LAMBERTS, DUTRA, & PEREIRA, 2014):

- Priorização por sistemas naturais de condicionamento e iluminação;
- Escolha por materiais construtivos de acordo com suas propriedades térmicas;
- Uso de sistemas artificiais e equipamentos mais eficientes;
- Integração entre sistemas naturais e artificiais para o melhor desempenho da edificação.

Apesar de considerarem essenciais para o alcance da eficiência energética em uma edificação, Lamberts, Dutra & Pereira (2104) também afirmam que as estratégias de arquitetura bioclimáticas são, por vezes, “contraditórias”. Os autores explicam que a ventilação natural, por exemplo, pode ser eficiente no verão e um problema no inverno, ou mesmo um desafio para ambientes que necessitam de vedação acústica independente da estação do ano. Já a

iluminação natural, apesar de proporcionar redução no consumo energético de iluminação artificial, pode contribuir com ganho de calor no interior da edificação que, por sua vez, aumentará a demanda por sistemas artificiais de refrigeração do ar.

Desta forma, independente de quantas são as variáveis impostas pelo meio, “o enfoque bioclimático envolve tratamento multidisciplinar”, sendo necessárias verificações integradas das estratégias (ROMERO, 2013) para que se componha o conjunto de soluções mais adequado e eficiente às demandas do clima e dos usuários de um determinado espaço construído.

2.3.2.2. Energia

[...] limites energéticos podem ser atingidos muito mais depressa do que os limites impostos por outros recursos materiais. [...] há problemas de abastecimento [...] há problemas de emissão. [...] É possível resolver alguns desses problemas usando-se mais os recursos energéticos renováveis. Mas a exploração de fontes renováveis, como lenha e energia hidrelétrica, também pode trazer problemas ecológicos. Por isso, a sustentabilidade requer uma ênfase maior na conservação e no uso eficiente de energia (BRUNDTLAND, et al., 1987, p. 63).

O setor de fornecimento de energia é o maior contribuinte para as emissões globais de gases de efeito estufa, cuja estabilização em baixos níveis requer uma transformação fundamental dos sistemas de suprimento de energia. No entanto, é nos países em desenvolvimento, onde a infraestrutura energética ainda não está desenvolvida nem diversificada, que há os maiores riscos de que os altos preços das soluções de baixo carbono possam prejudicar ainda mais os programas de acesso à energia (EDENHOFER, et al., 2014).

A pauta sobre Energia Limpa e Acessível é abordada no ODS 7 da ONU. O quadro 5 apresenta as metas estipuladas com objetivo de assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia para todos até 2030 (ONU, 2015).

7 ENERGIA LIMPA E ACESSÍVEL



7.1	Assegurar o acesso universal, confiável, moderno e a preços acessíveis a serviços de energia.
7.2	Aumentar substancialmente a participação de energias renováveis na matriz energética global.
7.3	Dobrar a taxa global de melhoria da eficiência energética.

7.4	Reforçar a cooperação internacional para facilitar o acesso a pesquisa e tecnologias de energia limpa, incluindo energias renováveis, eficiência energética e tecnologias de combustíveis fósseis avançadas e mais limpas, e promover o investimento em infraestrutura de energia e em tecnologias de energia limpa.
7.5	Expandir a infraestrutura e modernizar a tecnologia para o fornecimento de serviços de energia modernos e sustentáveis para todos nos países em desenvolvimento, particularmente nos países menos desenvolvidos, nos pequenos Estados insulares em desenvolvimento e nos países em desenvolvimento sem litoral, de acordo com seus respectivos programas de apoio.

Quadro 5: Metas da ONU para o ODS 7. Fonte: ONU (2015), tabela adaptada pela autora.

A redução da intensidade de carbono na produção de eletricidade é uma estratégia essencial na mitigação das mudanças climáticas e ocorre mais rapidamente na geração do que nos setores da indústria, de transportes e de edifícios (EDENHOFER, et al., 2014).

Ao passo que “a geração de energia elétrica no mundo é baseada, principalmente em combustíveis fósseis” (gráfico 6), o Brasil detém uma matriz elétrica baseada 80% em energia renovável, sendo a origem hidráulica responsável por 65% desse valor, conforme representado no gráfico 7 (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2017). No entanto, “exatamente por se basear em fontes renováveis”, a matriz brasileira “é vulnerável aos efeitos das mudanças climáticas” (COPPE, 2008 apud BEZERRA, 2013, p. 48).

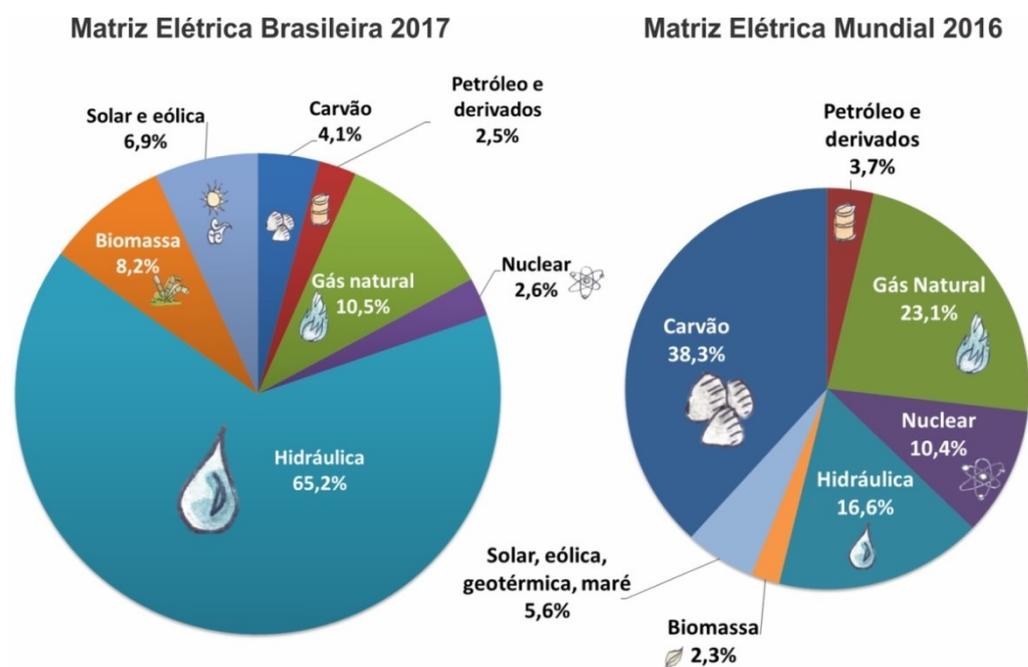


Gráfico 6: Matriz Elétrica Brasileira em 2017. Fonte: BEN (2018 apud EPE, 2019).

Gráfico 7: Matriz Elétrica Mundial em 2016. Fonte: IEA (2018 apud EPE, 2019).

Além da vulnerabilidade da matriz energética, o fato do ambiente construído ser o maior consumidor final de energia no mundo, corrobora para a alta relevância e prioridade com as quais a eficiência energética das edificações deve ser tratada (CBCS; PNUMA & MMA, 2014).

No Brasil, o diagnóstico do consumo de energia elétrica em 2019 revela o perfil de destaque da região sudeste (gráfico 8) e dos setores residencial e comercial que, juntos, foram responsáveis por quase metade do consumo total de energia elétrica do país, conforme apresentado no gráfico 9, e representaram os dois maiores crescimentos em relação ao consumo de 2018 (EPE, 2019).

De acordo com Lamberts, Dutra, & Pereira (2014), são nesses setores onde o arquiteto consegue atuar de maneira significativa na contribuição para o aumento da eficiência energética nas edificações sob a perspectiva de que “é mais barato economizar energia do que fornecê-la”.

REGIÕES	CONSUMO (GWh)	%
SE	238.451,00	49,45%
S	88.738,00	18,40%
NE	83.586,00	17,33%
CO	38.406,00	7,96%
N	33.045,00	6,85%
TOTAL	482.226,00	100%

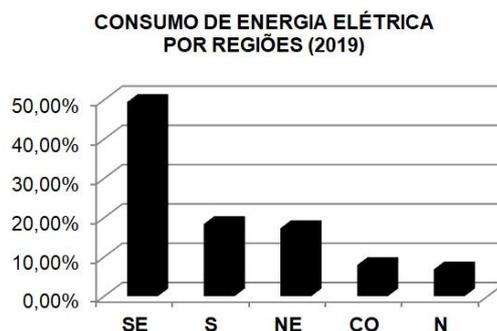


Gráfico 8: Consumo de energia elétrica no Brasil por regiões em 2019. Fonte: EPE (2020), adaptado pela autora.

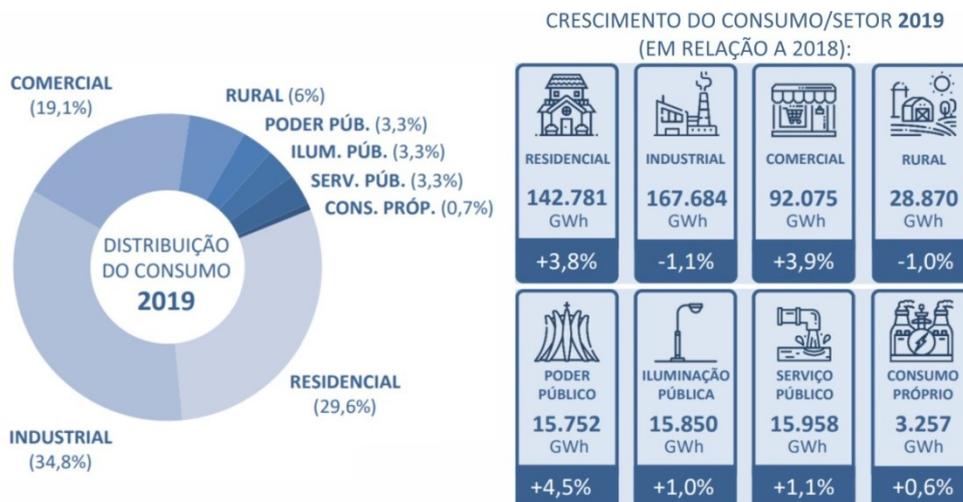


Gráfico 9: Distribuição e crescimento do consumo elétrico por setor no Brasil em 2019. Fonte: EPE (2020), adaptado pela autora.

O potencial de economia de energia dos setores comercial, residencial e poder público é bastante expressivo, uma vez que os padrões instituídos pela etiqueta de eficiência energética em edificações PBE Edifica podem proporcionar redução do consumo de energia em até 50% em novas construções, assim como 30% em edificações existentes mediante reformas significativas (CBIC, 2017). A tabela 1 apresenta o consumo energético por uso final de cada um dos três setores citados correspondentes ao ano de 2011.

CONSUMO ENERGÉTICO POR USO FINAL DE CADA SETOR			
USO FINAL	SETOR RESIDENCIAL	SETOR COMERCIAL	SETOR PÚBLICO
REFRIGERAÇÃO (geladeira, freezer)	27%	X	X
AQUECIMENTO DE ÁGUA	24%	X	X
AR-CONDICIONADO	20%	47%	48%
ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL	14%	22%	23%
EQUIPAMENTOS DE ESCRITÓRIO	15%	31%	15%
OUTROS			14%
TOTAL	100%	100%	100%

Tabela 1: Consumo energético por uso final dos setores residencial, comercial e público no Brasil em 2011. Fonte: Lamberts, Dutra, & Pereira (2014), adaptado pela autora.

A melhoria do desempenho energético das edificações implica em mudanças na forma como as mesmas são projetadas, a começar por progressos significativos no projeto passivo do ambiente construído (KIBERT, 2020), conforme já abordado no capítulo anterior sobre arquitetura bioclimática.

Algumas abordagens de projeto estimulam a produção de edifícios neutros no consumo de energia ou até mesmo que produzam mais do que consomem (KIBERT, 2020). São os chamados *Net Zero Energy Buildings* – NZEB que combinam estratégias de alta eficiência energética e geração local de energia renovável (SIDUSCON-SP, 2019), conforme ilustrado pela figura 11 que, além disso, sintetiza as necessidades e desafios enfrentados a cerca da sustentabilidade no setor de energia.

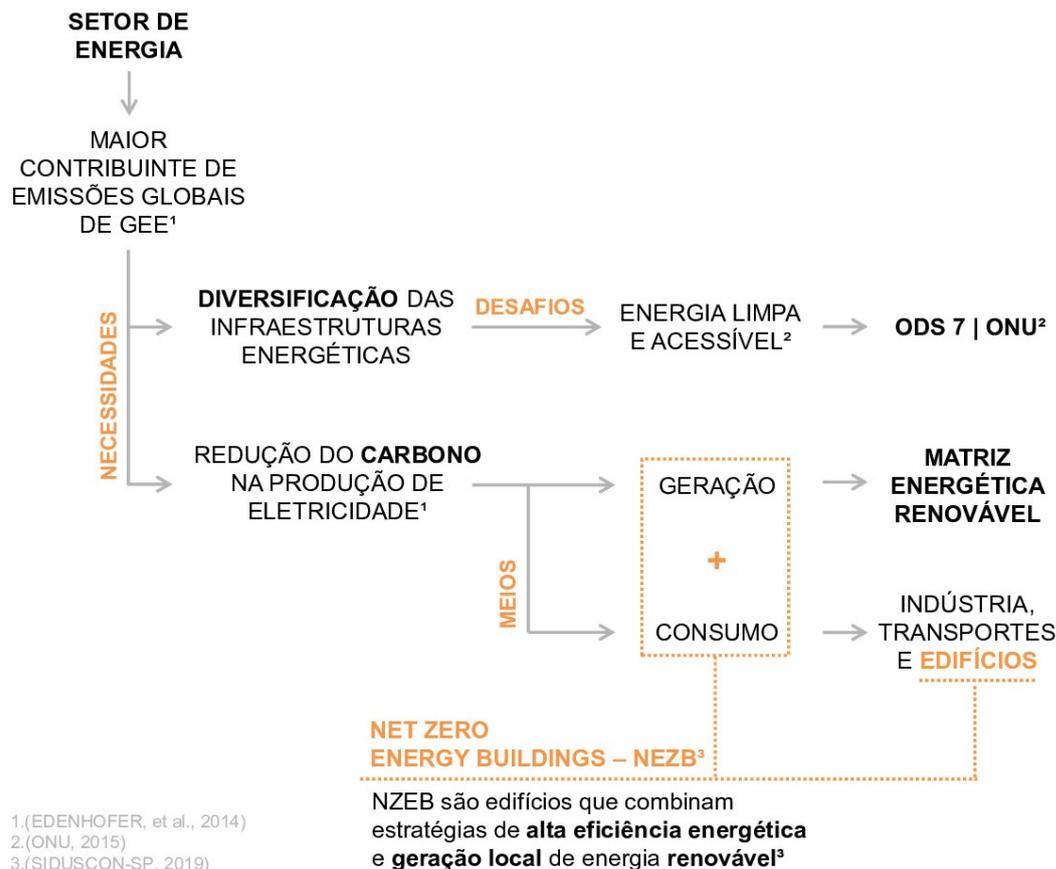


Figura 11: Necessidades, desafios e meios para a sustentabilidade no setor de energia. Fonte: Elaboração própria da autora (2021).

Avanços em soluções como aproveitamento da energia solar, refrigeração geotérmica e resfriamento por radiação de fato são capazes de viabilizar a autossuficiência energética das edificações. A energia solar, por exemplo, pode ser usada tanto na geração de eletricidade através de placas fotovoltaicas, assim como em sistemas de aquecimento de água (KIBERT, 2020), sendo este último um uso final bastante expressivo no caso de edificações residenciais, conforme indicado anteriormente na tabela 1.

Toda a indústria da natureza depende da energia do sol, que pode ser vista como uma forma de provento atual e constantemente renovável [...] Para a maioria de nossas necessidades energéticas mais simples, nós, os seres humanos, poderíamos estar acumulando uma imensa capacidade de uso do rendimento de energia solar, que é abundante (BRAUNGART & MCDONOUGH, 2013).

Segundo a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (2017), fontes renováveis de energia em áreas urbanas podem exercer papel significativo tanto no suprimento da demanda quanto no aumento da resiliência energética das cidades. Através do relatório *Energy Technology Perspectives* (ETP), a Agência

Internacional de Energia (2016 apud CBIC, 2017) afirma que as edificações possuem um grande potencial de eficiência energética, porém ainda inexplorado e que poderia resultar em redução de 50% do consumo de eletricidade. Ainda de acordo com o relatório ETP, “tetos solares poderiam atingir 32% das necessidades urbanas de eletricidade e 17% da demanda global total de energia elétrica” em 2050. No entanto, sob a análise competitiva com outras fontes, o relatório estimou que “5% da demanda energética urbana seria economicamente viável de ser atendida com tetos solares”, o que reforça a necessidade de atuação dos governos no desenvolvimento de regulamentações, incentivos públicos e financeiros como investimento nessa tecnologia, “em particular nas construções”.

Os sistemas fotovoltaicos podem ser utilizados não só em coberturas, mas também em diversos componentes dos edifícios que funcionem simultaneamente como vedação externa e coletor solar, aumentando o potencial de geração renovável de energia e consequente aceleração do retorno financeiro do investimento na tecnologia. Além da energia solar – que pode ser usada para aquecimento ou geração de eletricidade –, há outros sistemas de energia renovável “que podem ser geradas *in loco*”, tais como: energia eólica e biomassa. O quadro 6 resume as vantagens e desvantagens de cada sistema (KIBERT, 2020, p. 303).

TIPO	VANTAGENS	DESVANTAGENS
ENERGIA SOLAR (FOTOVOLTAICA)	As novas tecnologias permitem sua integração à fachada dos prédios	Mantém-se relativamente cara
	O preço dos módulos fotovoltaicos está caindo à medida que aumenta a demanda	Possíveis problemas de medição com a concessionária de energia local
ENERGIA EÓLICA	O menor custo por kWh entre todas as fontes de energia renovável	Possíveis problemas de medição com a concessionária de energia local
		Os geradores costumam ser grandes e ter má aparência
		Necessária velocidade anual do vento relativamente alta.
BIOMASSA	Permite o uso da vegetação local como combustível	Não há sistemas (para a escala das edificações) disponíveis para pronta entrega.
	Pode ser uma fonte de energia de baixo custo	

Quadro 6: Vantagens e desvantagens dos sistemas de energia renovável. Fonte: Kibert (2020).

Além da implantação de tecnologias de energia renovável e estratégias bioclimáticas passivas, outras soluções devem ser exploradas em projeto para o melhor desempenho da edificação. Projeto de iluminação artificial em LED com sistema de controle, especificação de equipamentos mais eficientes no consumo, sistemas de recuperação de energia são algumas das soluções que também contribuem para redução da carga térmica interna da edificação o que, por consequência, reduz a demanda energética de sistemas artificiais de conforto (KIBERT, 2020).

Dado que são muitas as estratégias possíveis para garantir a eficiência energética de uma edificação, as ferramentas de simulação possuem cada vez um papel mais importante no desenvolvimento de edificações sustentáveis (KIBERT, 2020, p. 270), pois auxiliam nas tomadas de decisões ainda durante as fases de projeto a partir da comparação de cenários variados e análise dos resultados obtidos (SCHINAZI, et al., 2018).

O Guia Interativo de Eficiência Energética em Edificações, lançado em 2018 pelo Siduscon-SP a partir de uma colaboração entre o Ministério de Minas e Energia e a Cooperação Alemã para Desenvolvimento Sustentável, é uma plataforma online que reúne diversas informações sobre o tema como, por exemplo, uma relação de ferramentas e softwares de simulação disponíveis no mercado para auxiliar os profissionais do setor no desenvolvimento de projetos mais eficientes.

Tão importante quanto as simulações energéticas e escolhas por sistemas prediais eficientes são as estratégias operacionais das edificações (SIDUSCON-SP, 2019). De acordo com o *Royal Institute of British Architects* (2019), a quantidade de energia gasta para operação é o principal indicador da eficiência de um edifício, pois quanto menor o consumo de energia em atividades de operação, menor são as emissões de carbono consequentes dessas atividades.

Esta, segundo o RIBA (2019), é uma questão necessária de ser compreendida pelas equipes de desenvolvimento de projeto antes mesmo de se optar pela implantação de sistemas renováveis, apesar destes sistemas

auxiliarem nas medidas compensatórias para redução da pegada de carbono nas edificações.

Visto que “o projeto de um prédio eficiente em energia é uma tarefa complexa” (KIBERT, 2020, p. 268), o quadro 7 abaixo resume, com base na literatura pesquisada, as principais estratégias para desenvolvimento de projetos energeticamente eficientes.

ENERGIA ESTRATÉGIAS DE PROJETO:	
ESTRATÉGIAS:	OBSERVAÇÕES:
Priorizar estratégias bioclimáticas / passivas	Maior conforto térmico da edificação de acordo com o clima de cada local de implantação.
	Definição do caráter energético da edificação antes de levar em consideração os sistemas artificiais.
	Possibilidade de redução significativa dos gastos com sistemas artificiais em função da redução das cargas de iluminação e climatização.
Maximizar o desempenho térmico das vedações externas da edificação.	Controle dos ganhos térmicos solares, da condução térmica (transmissão direta do calor) e das perdas ou dos ganhos térmicos do interior da edificação provocados por má estanqueidade.
	Atenção para a resistência térmica das paredes, a seleção de janelas e do sistema de cobertura.
Minimização das cargas internas da edificação.	Iluminação natural: redução do consumo de energia e remoção das cargas térmicas das luminárias sobre a carga total da edificação.
	Equipamentos: priorizar aqueles com selos de eficiência energética e evitar o modo <i>standby</i> em equipamentos que não são usados com frequência.
	Fiação elétrica: aumentar os diâmetros de fios e cabos além do mínimo exigido pelas normas para reduzir as perdas térmicas dos sistemas.
	Usuários: carga térmica significativa, porém não é possível controlar.
Sistemas eficientes de iluminação.	Maximizar a iluminação natural e integrá-la com iluminação artificial eficiente que garanta: eficácia luminosa, índice de reprodução de cores e temperatura de cor adequadas ao uso e geometria de cada ambiente.
	Controle e automação da iluminação com detectores de ocupação e dimerização integrados com o comportamento da iluminação natural ao longo do dia.
Sistema de climatização, equipamentos e bombas.	Dimensionamento correto para as necessidades da edificação e seleção de produtos de alta eficiência e baixo consumo energético.

Maximizar o uso de sistemas de energia renovável.	Geração de energia para eletricidade e aquecimento de água.
	Fotovoltaica, eólica, biomassa.
Projetar o edifício e seus sistemas que sejam fáceis de utilização e gestão.	Maior controle e monitoramento facilitado reduz os gastos de energia em operação e redução das emissões de carbono consequentes.

Quadro 7: Energia – estratégias de projeto. Fonte: Kibert (2020) e RIBA (2019), adaptado pela autora.

2.3.2.3.

Água e efluentes

[...] a cooperação e a corresponsabilidade pela água torna-se o único caminho para evitar o colapso do planeta (Lucien Muñoz Representante da Unesco no Brasil).

De acordo com o relatório *Progress on drinking water, sanitation and hygiene: 2000-2017: Special focus on inequalities* da UNICEF e da OMS, cerca de 2,2 bilhões de pessoas no mundo não têm serviços de água potável, 4,2 bilhões não possuem esgotamento sanitário gerenciado de forma segura e cerca de 3 bilhões não possuem instalações básicas para a higienização das mãos (OPAS - Brasil, 2019).

A combinação entre o crescimento populacional e a urbanização acelerada pressiona cada vez mais os sistemas municipais de água e saneamento, fatores que agravam a vulnerabilidade hídrica das cidades. O cenário de uso ineficiente, de poluição e exploração excessivas das reservas de águas superficiais e subterrâneas precisa ser revertido a partir da conscientização de que a água não é um recurso inesgotável (ONU, 2020).

A pauta sobre Água Potável e Saneamento é abordada no ODS 6 da ONU. O quadro 8 apresenta as metas estabelecidas com objetivo de assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos até 2030 (ONU, 2015).

6 ÁGUA POTÁVEL E SANEAMENTO



6.1	Alcançar o acesso universal e equitativo a água potável e segura para todos.
6.2	Alcançar o acesso a saneamento e higiene adequados e equitativos para todos, e acabar com a defecação a céu aberto, com especial atenção para as necessidades das mulheres e meninas e daqueles em situação de vulnerabilidade.

6.3	Melhorar a qualidade da água, reduzindo a poluição, eliminando despejo e minimizando a liberação de produtos químicos e materiais perigosos, reduzindo à metade a proporção de águas residuais não tratadas e aumentando substancialmente a reciclagem e reutilização segura globalmente.
6.4	Aumentar substancialmente a eficiência do uso da água em todos os setores e assegurar retiradas sustentáveis e o abastecimento de água doce para enfrentar a escassez de água, e reduzir substancialmente o número de pessoas que sofrem com a escassez de água.
6.5	Implementar a gestão integrada dos recursos hídricos em todos os níveis, inclusive via cooperação transfronteiriça, conforme apropriado
6.6	Proteger e restaurar ecossistemas relacionados com a água, incluindo montanhas, florestas, zonas úmidas, rios, aquíferos e lagos.
6.a	Ampliar a cooperação internacional e o apoio à capacitação para os países em desenvolvimento em atividades e programas relacionados à água e saneamento, incluindo a coleta de água, a dessalinização, a eficiência no uso da água, o tratamento de efluentes, a reciclagem e as tecnologias de reuso.
6.b	Apoiar e fortalecer a participação das comunidades locais, para melhorar a gestão da água e do saneamento.

Quadro 8: Metas da ONU para o ODS 6. Fonte: ONU (2015), adaptado pela autora.

O Brasil possui a maior disponibilidade hídrica de água doce per capita do mundo, sendo 4,5 vezes superior aos valores dos Estados Unidos e 21,5 vezes maior do que a disponibilidade da China. No entanto, o aparente conforto na oferta de água não traduz a real distribuição do recurso no território brasileiro (CBCS; PNUMA; MMA, 2014, p. 20).

Após irrigação, o abastecimento urbano é o maior fator de consumo da água no país e ocorre de forma concentrada no território, o que acarreta crescente pressão sobre os sistemas produtores de água. A Região Sudeste, que possui a maior demanda de água para uso urbano (gráfico 10), se encontra em posição crítica e já vivenciou momentos de significativo estresse hídrico. Entre 2014 e 2015, o Sistema Cantareira, responsável pelo abastecimento de quase metade da Região Metropolitana de São Paulo – a maior aglomeração populacional do Brasil – foi fortemente impactado pela escassez de chuvas. Tais momentos ampliaram a discussão sobre a segurança hídrica do abastecimento no país (ANA, 2019, pp. 34, 39, 79).

DEMANDA DE ÁGUA POR REGIÃO GEOGRÁFICA

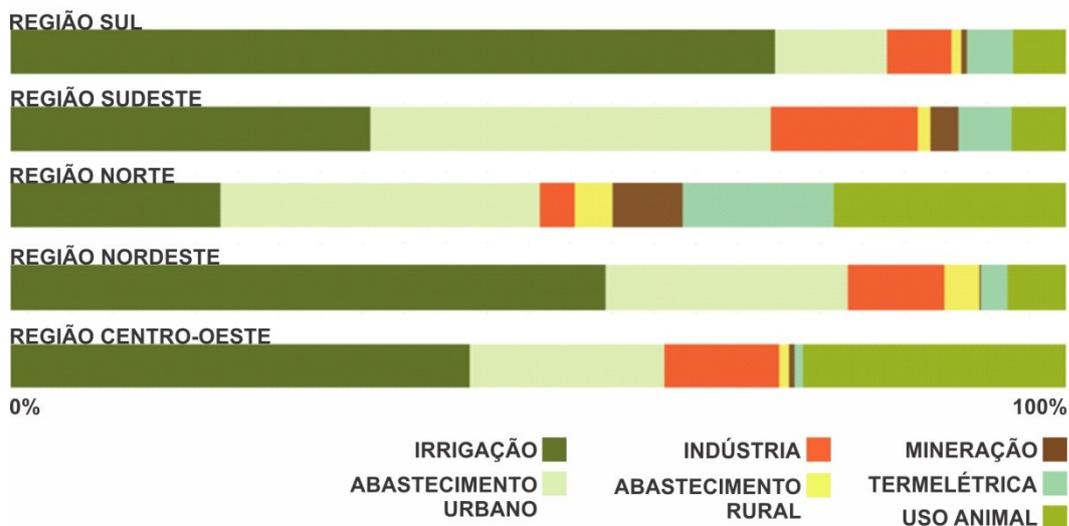


Gráfico 10: Demanda de água por região geográfica no Brasil. Fonte: ANA (2019, p.31).

O principal instrumento que orienta a gestão das águas brasileiras é o Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), estabelecido pela Lei nº 9.433/1997 e coordenado pelo Ministério do Meio Ambiente – MMA. O objetivo geral do Plano consiste na definição de diretrizes e políticas públicas voltadas para a melhoria da oferta quali-quantitativa de água a partir de gestão das demandas e compreensão de que a água é um elemento fundamental para a implementação das políticas setoriais sob a ótica do desenvolvimento sustentável e da inclusão social (MMA, 2012).

Ações estruturantes, tecnológicas e campanhas educacionais são necessárias para promoção do uso eficiente da água em caráter permanente. No que compete à indústria da construção é preciso projetar edifícios capazes de reduzir significativamente os indicadores de consumo hídrico (CBIC & SENAI, 2017), assim como torná-los resistentes a futuros eventos climáticos extremos – como tempestades e inundações (RIBA, 2019).

Além da redução de indicadores e mitigação de desastres ambientais, o movimento da edificação sustentável visa a interação do ciclo hidrológico natural ao ambiente construído. Toda a água manuseada e consumida no interior e no exterior dos edifícios, seja ela potável ou não, compõe o ciclo hidrológico da construção e sua área de implantação. O quadro 9 apresenta as classificações dos principais tipos de água usados nas edificações (KIBERT, 2020, p. 327).

TIPO	ORIGEM	OBSERVAÇÃO
ÁGUA POTÁVEL	Lençóis freáticos ou fontes superficiais	Própria para consumo humano após tratamento.
ÁGUA PLUVIAL	Chuva (precipitação líquida)	Coleta, armazenamento e filtragem para consumo em irrigação. Para fins potáveis, são necessárias medidas adicionais de tratamento e purificação.
ÁGUAS SERVIDAS	Duchas, banheiras, lavatórios, máquina de lavar roupa, bebedouros e drenos diversos.	Quantidade mínima de contaminantes. Reuso em irrigação, elementos decorativos, reabastecimento de torres de arrefecimento, sistemas de combate a incêndio, etc.
ÁGUAS REAPROVEITADAS	Águas Servidas tratadas	Reaproveitamento para fins não potáveis.
ÁGUAS FECAIS	Sanitários, mictórios, pia de cozinha, máquina de lavar louça	Destinadas à estação de tratamento de esgoto para correto descarte nos corpos hídricos.

Quadro 9: Principais tipos de água presentes no ciclo hidrológico da edificação. Fonte: Kibert (2020), elaboração própria.

De acordo com o Royal Institute of British Architects (2019), a redução significativa do consumo de água potável nas edificações deve ser alcançada através das seguintes ações, por ordem de prioridade:

- Mudanças comportamentais dos usuários;
- Utilização de equipamentos de baixo consumo e melhor detecção de vazamentos;
- Reciclagem de água da chuva e águas servidas para fins não potáveis;

Para efetivação dessas ações, é preciso que haja a compreensão por parte dos projetistas que desenvolvem os projetos e dos usuários finais das edificações sobre uso racional e conservação da água, conceitos essenciais para implementação de estratégias e planos de gestão hídrica sustentáveis.

O uso racional (ou eficiente) da água define as ações que otimizam a operação do sistema predial de modo que haja redução na quantidade de água necessária para realização das atividades consumidoras. O foco está na demanda de água. Já a conservação de água contempla o conjunto de ações que, além de garantir os benefícios do uso racional, promove a oferta de água produzida no próprio edifício através de fontes alternativas, estabelecendo o foco na demanda e na oferta interna de água (CBCS, PNUMA & MMA, 2014, p. 33).

A identificação de possíveis usos de fontes alternativas nos sistemas prediais, como aproveitamento de água pluvial, utilização de efluente tratado e poços artesianos, são estratégias com potencial amplo e diversificado. Desta forma, é possível reduzir o consumo de água potável e redirecioná-lo ao máximo apenas para “usos nobres” e exigidos por lei (CBCS, PNUMA & MMA, 2014, p. 31).

Com relação à água pluvial, além de ser uma importante fonte alternativa para consumo é também um elemento natural cuja gestão no ambiente construído é um desafio. No ciclo hidrológico natural, a recarga das reservas de água é realizada, majoritariamente, pela infiltração da água de chuva no solo. Portanto, a substituição da vegetação por edifícios e do terreno natural por pisos impermeáveis gera impactos que precisam ser minimizados, se não, “liquidados”. A baixa permeabilidade do ambiente construído também gera um aumento do escoamento superficial da água, também afetada por contaminantes presentes nas pavimentações. Este aumento sobrecarrega as infraestruturas municipais de captação em momentos de grandes chuvas o que, em muitos casos, provoca enchentes além de gerar outros impactos ambientais como sedimentação e poluição dos corpos hídricos que recebem essa descarga de água sem tratamento adequado no fim da cadeia de drenagem urbana (KIBERT, 2020, p. 348).

A qualidade da água superficial e subterrânea é condicionada por variáveis naturais ligadas, por exemplo, ao regime de chuvas, escoamento superficial, geologia e cobertura vegetal, e por impactos antrópicos, como o lançamento de efluentes, provenientes de fontes pontuais e fontes difusas, o manejo dos solos, entre outros (ANA, 2019, p. 22).

Algumas estratégias podem ser adotadas em projeto como: implantação de sistemas de retenção para assegurar o escoamento controlado e reduzir o risco de inundação; uso de materiais drenantes que potencializem a permeabilidade do ambiente construído e sistemas de tratamento para recuperar as águas que escoam de superfícies com risco de poluição ou para promover um descarte ambientalmente correto (GRUPO DE TRABALHO DE SUSTENTABILIDADE AsBEA, 2012, p. 66). Há também abordagens ainda mais sustentáveis que promovem a integração da natureza ao ambiente construído através das seguintes estratégias de paisagismo (KIBERT, 2020, p. 348):

- Telhados verdes – também podem ter caráter contemplativo e serem desfrutados pelos usuários;
- Bacias de infiltração (ou jardins de chuva) - armazenam temporariamente o escoamento superficial da água da chuva até sua infiltração no solo;
- Jardineiras com drenagem – ainda que a água não retorne para o solo, ela é aproveitada na irrigação e filtrada antes do descarte;
- Valetas de biorretenção (ou biovaletas) – valas rasas ao longo das quais corre uma tubulação subterrânea perfurada que coleta a água da chuva de coberturas ou outras superfícies impermeáveis e a distribui no subsolo.

A vegetação reduz o escoamento superficial da água em até 65%, filtra de 70% a 80% os poluentes e nutrientes em excesso através das raízes e permite a percolação da água pelo solo dando continuidade ao ciclo hidrológico natural. Além disso, a captação da água da chuva através da vegetação contribui para a redução do consumo de água potável para a irrigação que também pode ser potencializado a partir da adoção da xerojardinagem (plantas tolerantes à seca) ou paisagismo totalmente nativo, considerado ainda mais sustentável (KIBERT, 2020, pp. 348, 355).

Outra estratégia de gestão sustentável da demanda hídrica de um edifício está relacionada à especificação de equipamentos e dispositivos hidráulicos que reduzam o consumo, bem como controlem vazões e pressões da água (GRUPO DE TRABALHO DE SUSTENTABILIDADE AsBEA, 2012, p. 64). Os chuveiros, por exemplo, representam cerca de 17% do consumo interno de água em edifícios residenciais enquanto bacias sanitárias, mictórios e pias representam cerca de 60% do consumo total da água em edifícios comerciais. Essas taxas de consumo são passíveis de redução através do uso de equipamentos que contemplem, por exemplo, opções de duplo fluxo, sensores e temporizadores (THE INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE, 2019).

Potencializadas pela tecnologia, todas as estratégias citadas estão sendo cada vez mais empregadas em edificações de alto desempenho e podem aumentar significativamente a disponibilidade hídrica, melhorar a saúde humana e reduzir as ameaças aos sistemas ecológicos (KIBERT, 2020, pp. 327, 328). Para tanto, tais estratégias e suas prioridades devem fazer parte de uma Gestão

da Demanda da Água – GDA nos edifícios que é composta por ações rotineiras de caráter preventivo e ações corretivas, sempre que necessárias (CBCS, PNUMA & MMA, 2014, p. 31).

A gestão é o processo pelo qual são estruturadas e organizadas as atividades e a participação social para o controle e a regulamentação do uso da água. Seu objetivo é garantir a oferta de água no presente e no futuro (ANA, 2019).

Uma das ações bastante significativas na gestão do edifício é a setorização do consumo de água realizado através de hidrômetros que, quando instalados no sistema hidráulico das edificações, concedem os seguintes benefícios (CBCS, PNUMA & MMA, 2014, p. 32):

- Estabelecer procedimentos de monitoramento do consumo;
- Constatar e localizar mais facilmente os aumentos de consumo;
- Planejar ações preventivas e/ou corretivas no sistema hidráulico para manutenção dos níveis de consumo;
- Tarifar o consumo específico de um determinado setor (o restaurante de uma escola, por exemplo);
- Possibilidade de medição individualizada em edificações residenciais e comerciais para que cada usuário seja cobrado pela água efetivamente consumida em sua unidade, acrescida do rateio da água utilizada nas áreas comuns.

A medição individualizada promove uma maior consciência em cada usuário do seu próprio consumo, o que reflete em uma economia praticamente espontânea (YAMADA, PRADO E IOSHIMOTO, 2001 apud CBCS *et al* 2014). Tal economia não se limita às contas de água, mas também ao consumo de energia que também é reduzido em função da minimização da utilização de bombas e equipamentos relacionados aos sistemas hidráulicos das edificações. No entanto, no Brasil, ainda há um desconhecimento por parte dos usuários sobre os benefícios do sistema individualizado, assim como uma postura das concessionárias que prioriza mais o fornecimento de água e não a gestão desse recurso, sendo necessária uma mudança de paradigma dessas empresas (BEZERRA & OLIVEIRA, 2016).

Se prevista nas fases de projeto, a implementação da medição individualizada é absorvida com maior facilidade se comparada com as intervenções necessárias em edificações existentes. Ainda sim, de acordo com

estudo realizado em seis edifícios do Rio de Janeiro que incluíram sistema de medição individualizada após suas construções, Bezerra & Oliveira (2016) constataram redução média de 57% das contas de água, valor acima do esperado. Apesar do custo médio de implantação dos sistemas ter sido calculado em 1.472 reais por apartamento, os autores verificaram que o parcelamento desse valor durante um ano somado aos novos custos de consumo já reduzidos não ultrapassaram os valores das contas de água anteriores à medição individualizada, garantindo a viabilidade financeira de implantação do sistema.

Além de estratégias como a medição individualizada que objetiva redução do consumo de água, há também abordagens mais arrojadas que consideram a viabilidade de ambientes construídos com autossuficiência hídrica baseada nas precipitações anuais e na reciclagem com purificação da água das próprias edificações. Apesar do consumo potável através de algumas dessas práticas ainda não ser permitido legalmente em muitos países, esse tipo de abordagem propõe desafiar atitudes, tecnologias e códigos considerados desatualizados por se basearem em sistemas e ações que não protegem adequadamente a qualidade das águas (KIBERT, 2020, p. 331).

Além de aperfeiçoar o sistema hídrico, a gestão eficiente da água em uma edificação possui impacto direto no padrão de consumo energético, o que potencializa benefícios financeiros e ambientais, uma vez que (KIBERT, 2020):

- Reduz a demanda por transporte;
- Reduz a necessidade de processamento e tratamento das águas recicladas para consumo não potável;
- Economiza a energia que seria empregada nas atividades citadas acima;
- Reduz a vazão de esgoto com consequente economia de energia empregada nos sistemas de coletores e estações elevatórias.

A figura 12 sintetiza desafios, agravantes e necessidades abordados no capítulo a cerca da sustentabilidade no consumo e na gestão da água.



Figura 12: Desafios, agravantes e necessidades para a sustentabilidade hídrica nas edificações. Fonte: Elaboração própria da autora (2021).

Com o objetivo de auxiliar o processo de análise e tomadas de decisão durante o desenvolvimento de projetos eficientes, nos quais a redução do consumo de água precisa ser um objetivo comum entre todos os envolvidos, o quadro 10 apresenta estratégias para a sustentabilidade do ciclo hidrológico na edificação.

ÁGUA E EFLUENTES ESTRATÉGIAS DE PROJETO	
ESTRATÉGIAS:	OBSERVAÇÕES:
Selecionar as fontes apropriadas de água para cada tipo de consumo	Otimização e segurança do sistema
Avaliar o potencial de um sistema duplo de manuseio da água servida	Um sistema para águas cinzas
	Um sistema para águas fecais
Analisar a possibilidade de usar estratégias inovadoras de tratamento de esgoto	Bacias/lagoas de retenção construídas
	Máquinas vivas (biodegradação)
Analisar o custo do ciclo de vida da edificação considerando sistema de água eficiente e impacto positivo nos custos indiretos dos sistemas associados (esgoto, energia, etc.)	<i>Payback</i> estimado em 7 (sete) anos ou menos
Coberturas verdes	Armazenamento e processamento natural da água de chuva
Empregar tecnologias que minimizem o consumo de água para cada propósito	Torneiras e aparelhos sanitários com temporizadores, sensores e de baixa vazão
	Bacias sanitárias por gravidade

Empregar tecnologias que minimizem o consumo de água para cada propósito	Bacias sanitárias com descarga dupla
	Bacias sanitárias com medidor de vazão
	Bacias sanitárias a vácuo
	Bacias sanitárias sem água (compostagem)
	Mictórios de alta eficiência
	Mictórios sem água (sifão especial e óleo biodegradável)
	Duchas com baixa vazão e sistema de ar
	Duchas com redutor de vazão
	Bebedouros com vazão controlada mediante tipologia (automação ou manual)
	Irrigação por gotejamento
Projeto de paisagismo de baixo consumo hídrico e restauração dos sistemas ecológicos	Paisagismo nativo tolerante a períodos de seca
Priorizar a permeabilidade natural do solo nas áreas externas (estacionamentos, pátios, etc.)	Revestimentos de pisos permeáveis
	Jardins em terreno natural

Quadro 10: Água e efluentes – estratégias de projeto. Fonte: KIBERT (2020); adaptado pela autora.

A concepção arquitetônica do projeto em desenvolvimento conjunto com as demais disciplinas complementares também configura uma estratégia hídrica. Quando concentrados em determinada região do edifício, os ambientes otimizam a distribuição da tubulação e promovem a redução de custos com material, minimização dos riscos de vazamentos (menos conexões) e, em caso de distribuição de água quente, menor perda térmica e consequente redução no consumo energético do sistema de aquecimento adotado (gás ou elétrico). Dimensionamento e acesso adequados às áreas destinadas a reservatórios, barriletes e *shafts* técnicos também são premissas importantes de se considerar no projeto de arquitetura a fim de viabilizar, com eficiência, as manutenções prediais necessárias durante o uso e operação dos edifícios (CBIC & SENAI, 2017).

Apesar das ações no ambiente construído serem essenciais, para se garantir a sustentabilidade no ciclo hídrico, a abordagem sobre o tema deve ser descentralizada da edificação com o objetivo principal de garantir o consumo de água potável a um nível localmente sustentável (RIBA, 2019). É necessária uma avaliação sistêmica da gestão de demanda e oferta de água que considere os

impactos no entorno, na microbacia hidrográfica onde o empreendimento será inserido e no meio ambiente (GRUPO DE TRABALHO DE SUSTENTABILIDADE AsBEA, 2012, p. 61).

2.3.2.4.

Materiais e resíduos

Aproximadamente 50% dos recursos naturais extraídos do planeta são destinados à indústria de materiais da construção civil. Em função disso, o setor tende a utilizar basicamente materiais abundantes e de menor custo baseados em silício, alumínio (bauxita), ferro e cálcio. Dada à demanda crescente do setor – que potencializa a dificuldade na substituição do que já vem sendo utilizado – a mitigação dos impactos ambientais em caráter global na área de materiais de construção depende significativamente da otimização dos produtos existentes (CBCS; PNUMA; MMA, 2014).

Somadas à extração, todas as etapas da cadeia produtiva dos materiais para construção civil – processamento industrial, transporte, comercialização, construção, uso, manutenção e demolição – consomem energia, emitem GEEs e geram uma grande massa de resíduos. Por provocar impactos ambientais nada desprezíveis, a minimização do consumo de recursos naturais é, portanto, uma prioridade (CBCS; PNUMA; MMA, 2014, p. 73).

Para cada quilograma de material de construção evitado, reduzido, reusado, remanufaturado ou reciclado, outros 16kg de materiais terão sido poupados. [...] Para cada quilograma de material cujo consumo foi evitado por meio do projeto efetivo e reuso dos edifícios e suas partes, um quilograma de matéria prima será preservado (BRADLEY GUY, 2002 apud KIBERT, 2020, p. 391).

A figura 13 sintetiza os desafios, os agravantes e as necessidades a cerca da sustentabilidade na cadeia produtiva dos materiais, necessidades essas descritas por Kibert (2020, p.12) como:

- Ciclos fechados de materiais – manter a produtividade dos materiais através de reuso e reciclagem ao invés de optar por descarte;
- Eliminação da geração de resíduos;
- Eliminação da emissão de gases poluentes – destaque para a análise relacionada aos transportes: tendência à priorização por materiais locais para encurtar a logística de distribuição desde a extração até o consumo final;

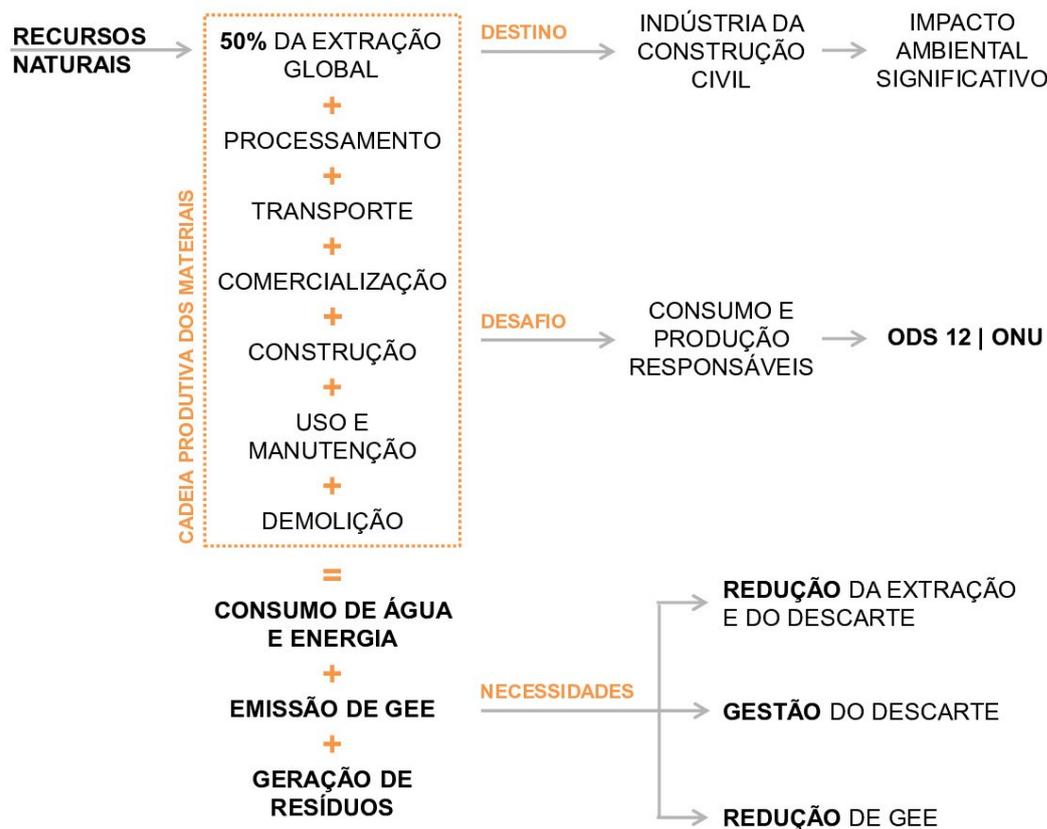


Figura 13: Desafio e necessidades sobre a cadeia produtiva dos materiais. Fonte: Elaboração própria da autora (2021).

O transporte também é um dos fatores contribuintes para a energia incorporada, termo que se refere ao consumo total de energia empregada desde a extração da matéria-prima, processamento, transporte até a instalação final do material ou produto. Como a emissão de GEEs está principalmente associada ao consumo de energia (quando não limpa), a conclusão de uma análise mais óbvia indica que produtos com alta energia incorporada geram impactos ambientais mais elevados. No entanto, há cálculos que consideram a divisão dessa energia pelo tempo de uso do produto a exemplo do alumínio: muita energia incorporada, porém alta durabilidade. Por sua vez, a reciclagem é capaz de reduzir significativamente a energia incorporada original dos materiais como nos casos do alumínio e do aço. Estes, quando reciclados, passam a ter, respectivamente, apenas 10% e 20% de energia incorporada em comparação ao processo de fabricação através da matéria-prima (KIBERT, 2020, p. 62).

Já o conceito *cradle to cradle* (do berço ao berço, em português) cunhado por Braungart & McDonough (2013) propõe um sistema social de reaproveitamento, que vai além das regras governamentais de reciclagem.

Fundamentado na ideia do não desperdício e da manutenção do ciclo de nutrientes (figura 14) que deva ser extraído, processado, utilizado e retornado à natureza, os autores afirmam que a perspectiva de longo prazo é completamente diferente da ideia de uma única reutilização por trás da tão popular reciclagem. É preciso projetar, desde o início, produtos, embalagens e sistemas com o entendimento de que o desperdício não existe (BRAUNGART & MCDONOUGH, 2013).

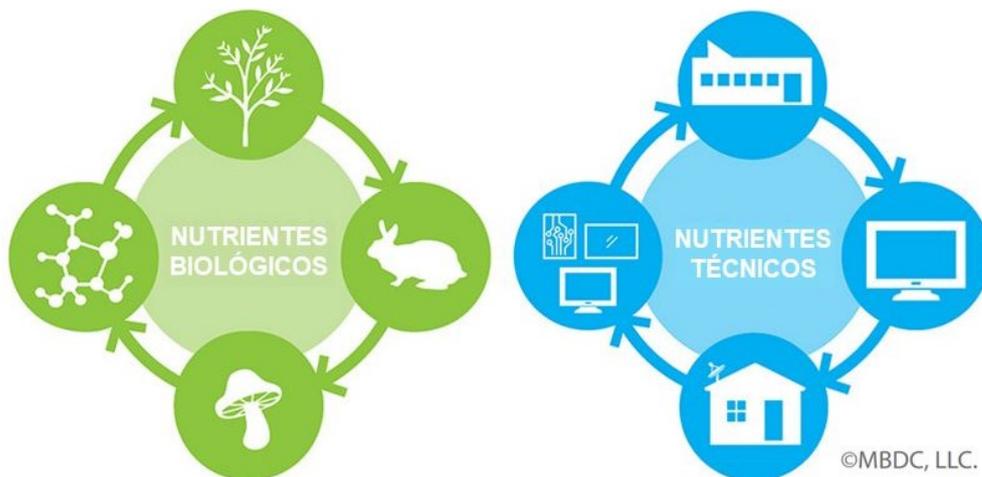


Figura 14: Diagrama de metabolismo de nutrientes – *Conceito Cradle to Cradle*. Fonte: MBDC (2021).

Essa visão cíclica também é abordada por Manzini & Vezzoli (2008) como uma demanda cada vez maior por parte de consumidores ambientalmente conscientes e afirmam que “as considerações de redução de impacto ambiental durante o ciclo de vida completo de um produto são e serão cada vez mais importantes para a estratégia de competitividade empresarial”.

Dada à expansão da consciência coletiva e dos elevados custos socioeconômicos e ambientais, a preocupação com os resíduos vem sendo discutida há algumas décadas nas esferas nacional e internacional. No Brasil, a aprovação da Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS marcou o início de uma forte articulação entre poder público, setor produtivo e sociedade em geral na busca por soluções e melhorias (MMA, 2016).

Políticas como essa são necessárias para viabilizar a implantação eficaz das Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, como a resolução nº 307/2002, que estabelecem diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil (CBCS, PNUMA, MMA, 2014).

A implantação de um plano de gestão traz reflexos positivos nos âmbitos ambiental, econômico e social. Se manejados adequadamente, os resíduos sólidos adquirem valor comercial e podem ser utilizados em forma de novas matérias-primas ou novos insumos. Além de incentivar a diminuição do consumo dos recursos naturais, proporciona a abertura de novos mercados, gera emprego e renda, conduz à inclusão social e diminui os impactos ambientais provocados pela disposição inadequada dos resíduos (MMA, 2016).

Além do tema 'materiais' ser bastante transversal aos outros sistemas e componentes da edificação (GRUPO DE TRABALHO DE SUSTENTABILIDADE AsBEA, 2012) uma seleção correta demanda análises de uma série de aspectos técnicos, ambientais e de mercado, conforme descritos na figura 15, o que confere complexidade a essa tarefa. Sendo assim, é comum prevalecer a replicação de soluções padronizadas referenciadas apenas no custo. Tal prática elimina a possibilidade de mitigação dos impactos ambientais e dificulta a implantação de soluções inovadoras (CBCS; PNUMA; MMA, 2014, p. 74).

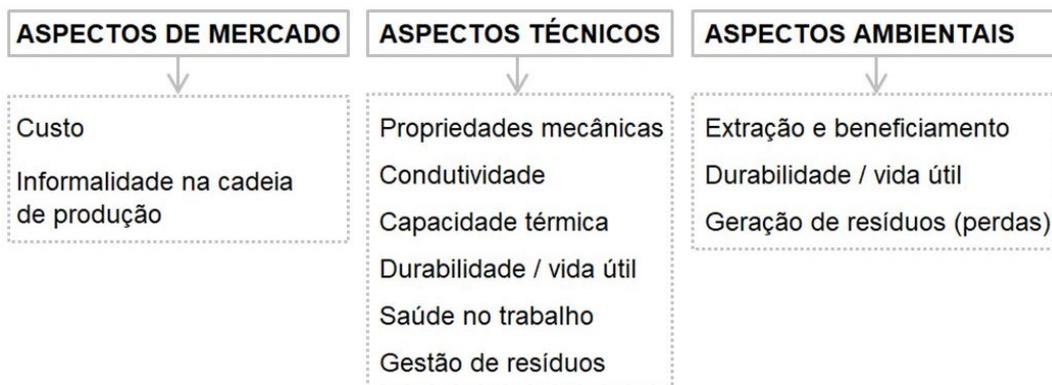


Figura 15: Aspectos analisados para especificação adequada dos materiais a cada situação de uso. Fonte: CBCS (2014), adaptado pela autora.

Em função do caráter desafiador da análise e combinação dos aspectos citados, progressos significativos têm sido feitos na elaboração de abordagens que determinam a eficácia ambiental dos materiais e produtos utilizados na construção, tais como a *Environmental Product Declaration* – EPD (em português, Declaração Ambiental do Produto – DAP) e as certificações concedidas pelo *Forest Stewardship Council* – FSC (em português, Conselho de Manejo Florestal) (KIBERT, 2020, p. 361).

Uma EDP fornece informações sobre o impacto ambiental do ciclo de vida dos produtos e, nos últimos anos, tem sido incorporada nos sistemas de avaliação ambiental como o LEED e o BREEAM. Seu desenvolvimento é liderado pelo *International EPD® System*, um programa global que opera de acordo com os parâmetros estabelecidos pela ISO 14025¹² e que, no Brasil, é representado pela Fundação Vanzolini (THE INTERNATIONAL EDP SYSTEM, 2018). O mercado brasileiro também conta com a Portaria nº 100 de março de 2016 do Inmetro que aprovou os Requisitos Gerais do Programa de Rotulagem Ambiental Tipo III – Declaração Ambiental de Produto, uma das ações estratégicas – e de caráter voluntário – do Programa Brasileiro de Avaliação do Ciclo de Vida – PBACV criado em 2010 (INMETRO, 2016).

Já o *Forest Stewardship Council* – FSC, criado em 1993 em resposta ao desmatamento global, “reconhece a produção responsável de produtos florestais” madeireiros e não madeireiros através de três modalidades de certificação: Manejo Florestal, que garante as melhores práticas sustentáveis nas florestas; Cadeia de Custódia, que garante a rastreabilidade do produto desde a produção de sua matéria-prima até chegar ao seu consumidor final; e Madeira Controlada, normativa e certificação para Organizações de Manejo Florestal de acordo com os padrões estabelecidos pelo Conselho. Além da sede Alemã, o FSC possui representação nacional em mais de 70 países, sendo um deles o Brasil mediante o Conselho Brasileiro de Manejo Florestal – FSC Brasil, oficializado em 2001 (FSC BRASIL, 2018). Atualmente, “o país ocupa o 6º lugar no ranking total do sistema FSC” com cerca de 7.100.00 hectares certificados como Manejo Florestal (FSC BRASIL, 2020).

Assim como promovido pelos EDPs e pelas certificações FSC, a avaliação sobre a sustentabilidade dos materiais faz parte do sistema de entrega da edificação ecológica. A redução dos impactos ambientais provocados pelos materiais pode ser alcançada desde a concepção do edifício a partir de decisões conscientes envolvendo proprietários, projetistas e construtores (KIBERT, 2020, p. 12).

¹² ISO 14025: Rótulo Ambiental e declarações – Declarações Ambientais do Tipo III – Princípios e Procedimentos. Disponível em <https://www.iso.org/standard/38131.html>. Acesso em set. 2020.

Tais decisões, importantes de serem tomadas logo de início, não envolvem apenas análises sobre os materiais em si, mas também abordam o uso do edifício ao longo dos anos. De acordo com Braungart & McDonough (2013), a edificação não deveria ser construída para uma finalidade específica e depois demolida ou readaptada desajeitadamente.

Rogers (2016) compartilha da mesma opinião e complementa com a reflexão de que um edifício fácil de ser modificado tem sua vida útil alongada o que, conseqüentemente, representa uma utilização mais eficiente de recursos.

Apesar do início do processo de um projeto ecológico ser um momento crucial na tomada de uma série de decisões, o posterior desenvolvimento de todas as etapas deve ser cuidadoso para manter o compromisso com a sustentabilidade. Projetos carentes em detalhamentos e deficiência nas especificações dos materiais, que não levam em consideração a melhor adequação dos produtos para cada situação, provocam um aumento desnecessário no consumo de materiais durante a construção assim como perduram os impactos ao longo de todo o ciclo de vida da edificação, tais como: impacto na qualidade do ar interno; aumento do consumo de energia em função de maior demanda para condicionamento do ar; aumento da necessidade de manutenção, reposição e conseqüente geração de resíduos; aumento da demanda por água, entre outros (CBCS; PNUMA; MMA, 2014, p. 73).

Para que tenhamos consideração pelas gerações futuras, eu também gostaria de dizer que é responsabilidade profissional e ética de qualquer arquiteto ou construtor considerar as conseqüências ao término da vida útil de seu projeto e seus materiais selecionados. Não fazê-lo seria como se posicionar no meio de uma cidade cheia de pessoas e dar um tiro de revólver para o alto: o projétil cairá em alguém (BRADLEY GUY EM ARTIGO PARA KIBERT, 2020, P. 391).

Desta forma, a responsabilidade dos arquitetos e projetistas na escolha dos materiais e na gestão dos resíduos é bastante significativa e capaz de interferir positivamente nesse contexto a partir da adoção de premissas de não geração, redução e aproveitamento de recursos. O quadro 11 reúne diretrizes a serem incorporadas no desenvolvimento dos projetos de edificações para auxiliar os profissionais nas tomadas de decisões que envolvem o tema sobre materiais e resíduos da construção.

MATERIAIS E RESÍDUOS | ESTRATÉGIAS DE PROJETO PARA:

ESCOLHA DE FORNECEDORES:

Associar custos à confiabilidade.

Analisar e verificar todo tipo de formalidade social e ambiental.

Escolher os que estiverem em conformidade com as normas técnicas brasileiras.

Dar preferência aos que forneçam Declarações Ambientais do Produto e Catálogos técnicos com informações sobre os impactos e análise do ciclo de vida dos produtos.

Dar preferência aos que possuam programa formal de Responsabilidade Sócio Empresarial (redução da informalidade do mercado).

Priorizar fornecedores locais para reduzir emissões de GEE com transportes.

ESPECIFICAÇÃO DE MATERIAIS E PRODUTOS:

Conhecer e compreender as questões envolvidas nos selos e certificados ambientais dos produtos para avaliar a relevância no projeto em desenvolvimento.

Especificar aqueles com reduzidos impactos ambientais em seu processo produtivo, tais como consumo de insumos, de água, de energia (energia embutida), emissão de GEE e geração de resíduos.

Especificar aqueles com reduzidos impactos ambientais ao longo de seu ciclo de vida, tais como recursos empregados, transportes, produção, distribuição, aplicação, utilização, conservação, manutenção, desmontagem, reciclagem e descarte.

Priorizar a durabilidade adequada à vida útil da edificação

Especificar aqueles com reduzidos impactos à qualidade do ar interior e à saúde do ponto de vista das emissões de poluentes e odores, especialmente (COV)¹³.

Especificar materiais e sistemas construtivos considerando riscos, custos e influências nos desempenhos térmico e acústico do edifício.

Priorizar materiais locais para reduzir emissões de GEE com transportes.

Considerar os padrões de acessibilidade.

REDUÇÃO DA GERAÇÃO E GESTÃO DOS RESÍDUOS:

Especificar materiais e formas de aplicação que minimizem as perdas durante a construção.

Especificar materiais que confirmam durabilidade à edificação para evitar ciclos de manutenção e reposição.

Priorizar materiais e sistemas construtivos que incorporem material reciclado e possuam comprovação da eficiência ambiental.

Escolha por tecnologias construtivas industrializadas (ex.:pré-fabricados) para reduzir a geração de resíduos e facilitar a gestão dos mesmos no canteiro de obra.

Privilegiar materiais e sistemas construtivos que permitam montagem e desmontagem futura, aumentando o ciclo de vida dos produtos e facilitando o seu reuso ou reciclagem e conferindo adaptabilidade aos edifícios para novos usos.

¹³ COV – Compostos Orgânicos Voláteis.

Privilegiar o uso de materiais e sistemas construtivos para os quais tenha sido identificada logística reversa ou cadeia de valorização.
Incentivar a reciclagem de RCD ¹⁴ na execução de elementos menos nobres (ex.: contrapisos, enchimentos, calçadas, etc.) para evitar custo e impactos ambientais relacionados ao transporte, tanto na aquisição de matéria-prima, quanto na destinação dos resíduos para descarte final.
Prever em projeto a incorporação de espaços para triagem, estocagem e para o fluxo eficiente dos resíduos de acordo com a natureza dos mesmos e procedimentos de gestão adotados, para facilitar o aproveitamento e a destinação correta dos resíduos.
Priorizar a modulação dos espaços, compatibilizar projetos, componentes e sistemas construtivos de modo a otimizar o uso dos materiais e evitar desperdício.
Integrar a edificação ao terreno para minimizar intervenções e utilizar a terra local para movimentações de corte e aterro que sejam necessárias.

Quadro 11: Materiais e Resíduos – Diretrizes de projeto. Fonte: Grupo de Sustentabilidade AsBEA (2012), CBCS (2014), Kibert (2020), adaptado pela autora.

2.3.3. Legislação e normas

A gestão integrada de políticas públicas urbanas é determinante na transformação de cidades e outros assentamentos humanos em espaços inclusivos e sustentáveis. É preciso discutir e planejar questões como gestão e uso do solo, transportes, habitação, saneamento, entre outras, sobretudo a nível local a partir do fortalecimento político e institucional (ONU, 2016).

O Estatuto da Cidade¹⁵, decretado e sancionado em julho de 2001, é uma lei federal que regulamenta os artigos 182¹⁶ e 183¹⁷ da Constituição Federal e estabelece diretrizes gerais para desenvolvimento de políticas urbanas de ordem pública e interesse social. O direito a cidades sustentáveis, para as gerações presentes e futuras, é garantido pelo Estatuto e deve ser alcançado através da aplicação das legislações municipais e normas técnicas relacionadas ao ordenamento e desenvolvimento urbano (GOVERNO FEDERAL DO BRASIL 2001).

¹⁴ RCD – Resíduos da Construção e Demolição.

¹⁵ Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Disponível em: www.planalto.gov.br

¹⁶ Art. 182. A política de desenvolvimento urbano, executada pelo poder público municipal, conforme diretrizes gerais fixadas em lei, tem por objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e garantir o bem-estar de seus habitantes.

¹⁷ Art. 183. Aquele que possuir como sua área urbana de até duzentos e cinquenta metros quadrados, por cinco anos, ininterruptamente e sem oposição, utilizando-a para sua moradia ou de sua família, adquirir-lhe-á o domínio, desde que não seja proprietário de outro imóvel urbano ou rural.

Nesse contexto, os Planos Diretores Estratégicos – PDE exercem papel fundamental na definição dos instrumentos de planejamento e reorganização do espaço urbano. Os PDEs direcionam as ações do poder público e da iniciativa privada para desenvolvimento dos municípios a fim de atender as necessidades coletivas e a constante melhoria da qualidade de vida da população. O PDE faz parte de um conjunto de instrumentos legais que constitui a política urbana de um município que também conta com a Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo, Código de Obras e Edificações – COE, entre outras leis específicas de cada subprefeitura (PREFEITURA DE SÃO PAULO, 2017).

A Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo, também conhecida como Lei de Zoneamento, como o próprio nome diz, organiza a cidade em zonas para as quais são definidos os usos (comercial, residencial, etc.) assim como os parâmetros urbanos (gabaritos, taxas de ocupação, permeabilidade, etc.) exigidos para as construções e que, por sua vez, estabelecem a forma de ocupação da cidade (PREFEITURA DE SÃO PAULO, 2015).

Já o Código de Obras e Edificações – COE é a lei que define regras tanto para os lotes como para a construção das edificações – novas ou reformas – através da priorização de aspectos urbanísticos, ambientais e de vizinhança (PREFEITURA DE SÃO PAULO, 2017).

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (2020), a definição e o monitoramento de indicadores de qualidade ambiental urbana nos municípios são ferramentas importantes para elaboração de políticas públicas sustentáveis, não necessariamente relacionadas exclusivamente às leis ambientais. “A avaliação desses indicadores permite, entre outras ações, a inserção de variáveis e parâmetros ambientais nos instrumentos de caráter urbanístico” como as leis mencionadas nos parágrafos anteriores.

Ainda sim, leis como o Plano Diretor, Zoneamento e Código de Obras contemplam diretrizes gerais para planejamento e desenvolvimento das cidades. No que diz respeito ao ambiente construído, há uma variedade de normas e regulamentações complementares à legislação urbana principal que precisam ser consideradas e invocam responsabilidade técnica de profissionais e proprietários. É o caso das normas NBR 9050 e NBR 15575.

Denominada Norma de Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos, a NBR 9050 estabelece critérios e parâmetros técnicos para garantir a utilização das edificações de maneira autônoma por qualquer indivíduo. Criada em 1994, o cumprimento da Norma de Acessibilidade nos projetos passou a ser exigido legalmente em 2004 e sua última revisão, até o momento, foi realizada em agosto de 2020 (CAU BR, 2016).

Já a NBR 15575, denominada Norma de Desempenho, aprovada em 2013, é a primeira norma brasileira a definir um padrão de desempenho mínimo para edificações, ainda que seja voltada apenas para edificações residenciais (FOSSATI, SCALCO, LINCZUK, & LAMBERTS, 2016).

A Norma de Desempenho traz para o desenvolvimento dos projetos e construções preocupações como: comportamento em uso dos componentes e sistemas das edificações, expectativa em relação à vida útil dos sistemas construtivos, desempenho térmico e acústico, entre outras. Também são atribuídas responsabilidades a incorporadores, construtores, projetistas, fornecedores, assim como aos usuários que, para garantir a durabilidade dos produtos, devem exercer a correta utilização dos mesmos e realizar manutenções periódicas de acordo com as recomendações dos fornecedores (CBIC, 2013). Conforme indicado no gráfico 11, a prática de manutenção promove o prolongamento da vida útil dos materiais e produtos, potencializando o seu desempenho ao longo do tempo.

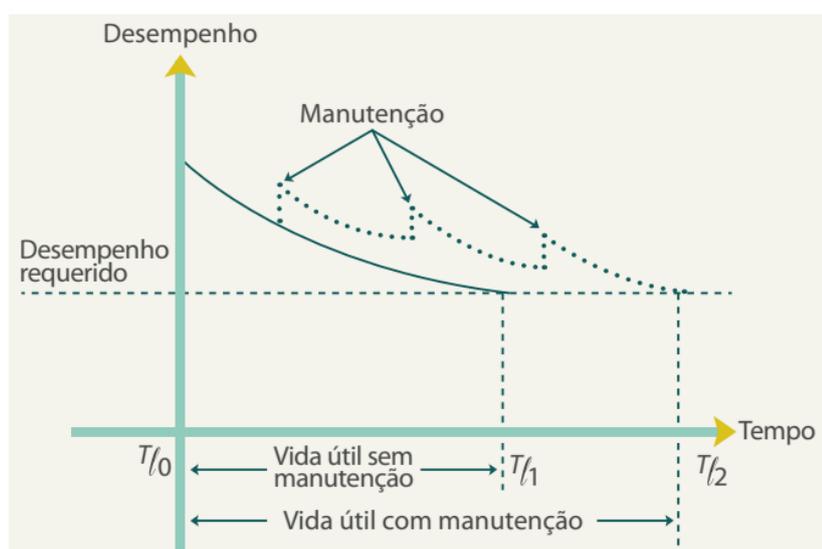


Gráfico 11: Recuperação do desempenho por ações de manutenção. Fonte: CBIC apud NBR 15575-1.

Apesar dos avanços promovidos pela Norma de Desempenho em relação à criação de parâmetros de qualidade para as edificações (CBIC, 2017), os resultados do estudo de Cotta & Andery (2017) com empresas de construção e incorporação de Minas Gerais, podem representar uma realidade enfrentada por demais empresas do setor. Os autores diagnosticaram que, apesar do conhecimento a cerca da existência da NBR 15575, não há clareza entre os profissionais sobre suas demandas e formas de aplicação no processo de projeto, o que dificulta a implementação de tais parâmetros.

Além da fragilidade na efetivação das regulamentações existentes, a estrutura normativa brasileira “visa principalmente estabelecer a isonomia técnica e a segurança jurídica relacionadas com a etapa de produção da edificação” e apresenta poucos programas compulsórios voltados para a eficiência de utilização da energia (CBIC, 2017) e da água (CMA/CBIC, 2019) nas edificações.

Mediante pesquisa realizada em 2014 com agentes do setor de construção nacional, a Câmara Brasileira de Construção Sustentável – CBSC identificou carências comuns às áreas de eficiência energética, gestão de água e seleção e destinação de materiais no ambiente construído. Dentre elas, a necessidade de criação de incentivos e linhas de financiamentos e a demanda por legislações e regulamentos específicos, conforme destacado em vermelho no gráfico 12 (CBCS; PNUMA; MMA, 2014).

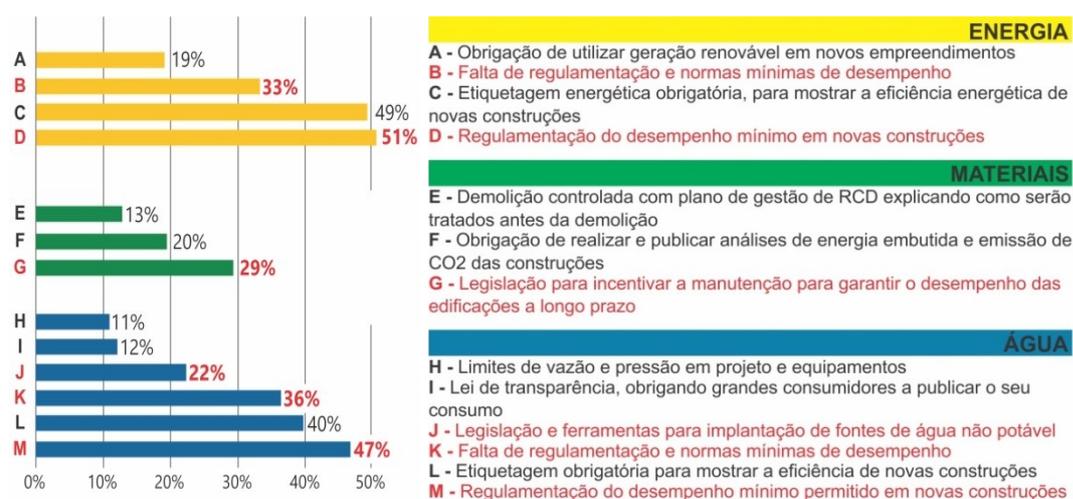


Gráfico 12: Necessidades identificadas relacionadas à legislação, regulamentação e certificação no setor de construção civil. Fonte: CBCS (2014).

No que diz respeito à legislação sobre eficiência energética nas edificações, melhorias começaram a acontecer apenas a partir de 2001, após a crise energética nacional. Em 2009 foi lançado o Regulamento de Etiquetagem de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C), que, só tornou-se obrigatório em 2014. O Regulamento de Etiquetagem de Eficiência Energética de Edifícios Residenciais (RTQ-R), lançado em 2010, ainda possui caráter voluntário (FOSSATI, SCALCO, LINCZUK, & LAMBERTS, 2016).

Até 2019, a única orientação oficial sobre gestão hídrica consistia na NBR 15527, norma em vigor a partir de 2007 e que trata apenas das questões relacionadas à água de chuva. Frente à carência de outras regulamentações, entidades do setor de construção – como o SindusCon-SP, o CBIC e a ABNT – desenvolveram, em conjunto, as normas NBR 16.782 – Conservação de água em edificações e NBR 16.783 – Uso de fontes alternativas de água não potável em edificações (CMA/CBIC, 2019).

Apesar do significativo potencial dos edifícios sustentáveis na redução dos impactos ambientais (CBCS, 2007), a normatização brasileira relacionada ao estabelecimento de parâmetros de desempenho e eficiência na gestão dos recursos naturais no ambiente construído ainda é reduzida. É necessária criação de mais regulamentações, além de estímulo à difusão das normas recentemente criadas entre todos os segmentos do setor (CBCS, 2014; FOSSATI, SCALCO, LINCZUK, & LAMBERTS, 2016; CBIC, 2017; CMA/CBIC, 2019).

2.3.4. Sistemas de avaliação ambiental

Certificações e Etiquetas consistem em conjunto de critérios de avaliação que muitas das vezes derivam de legislações existentes e tem pontuações atribuídas na superação de exigências das mesmas (BEZERRA M. D., 2013).

Durante os processos de certificação, as edificações são analisadas mediante seus impactos sobre o meio ambiente, recursos naturais e saúde humana decorrentes de seu projeto, construção e sua operação (KIBERT, 2020, p. 127).

O fato dos projetos seguirem uma metodologia reconhecida no mercado, que valida a eficiência das soluções de baixo consumo e impacto, transmite

confiança aos consumidores que conferem maior credibilidade aos edifícios certificados (SCHINAZI, et al., 2018).

Apesar da necessária atenção às críticas que tem sido feitas em função da adoção de regras comuns para países com realidades distintas (BEZERRA M. D., 2013), os sistemas de avaliação ambiental têm impulsionado o desenvolvimento de edificações de alto desempenho e hoje já fazem parte da prática profissional de desenvolvimento de projeto, de construção e de operação das edificações (KIBERT, 2020).

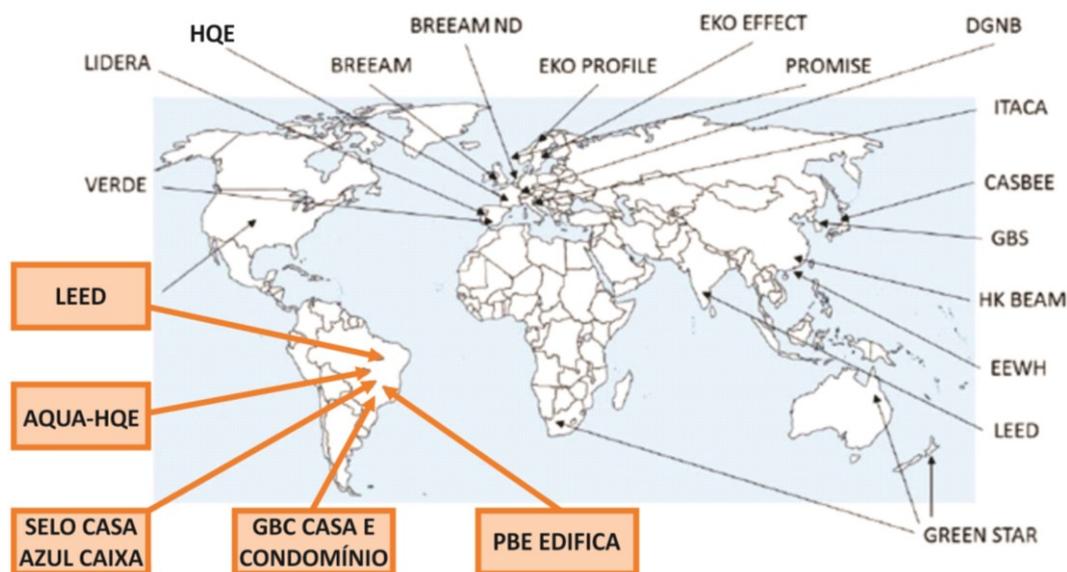


Figura 16: Sistemas de avaliação ambiental para edificações ao redor do mundo. Fonte: Fundação Vanzolini (apud BEZERRA, 2013), adaptado pela autora com acréscimo de informações.

Dos sistemas de certificação e etiquetagem mais utilizados no Brasil – a serem apresentados na sequência – alguns já são produções nacionais e outras apresentam alguns mecanismos de adaptação às particularidades do país.

2.3.4.1.

Leadership in Energy and Environmental Design – LEED

Fundado em 1993 nos Estados Unidos, o U.S.Green Building Council – USGBC é o organismo internacional responsável pela criação do *Leadership in Energy and Environmental Design* – LEED, um sistema internacional de certificação e orientação ambiental para edificações (GBC BRASIL, 2017).

A certificação LEED pode ser aplicada em projetos de diversas escalas e classificados em 4 tipologias: (1) Novas Construções e Grandes Reformas, (2) Escritórios Comerciais e Lojas de Varejo, (3) Empreendimentos Existentes e (4) Bairros. O sistema se baseia em avaliações de 9 categorias, descritas no quadro 12, que possuem pré-requisitos e créditos a serem computados. Os pré-requisitos são ações obrigatórias mínimas – que garantem o primeiro nível de certificação – e os créditos são ações recomendadas, pontuadas mediante aplicação. Os níveis de certificação possíveis e suas respectivas pontuações necessárias estão indicados na figura 17 (GBC BRASIL, 2017).

LEED – CATEGORIAS DE AVALIAÇÃO	
1. Processo integrado	6. Materiais e recursos
2. Localização e transporte	7. Qualidade do ambiente interno
3. Terrenos saudáveis	8. Inovação
4. Eficiência hídrica	9. Propriedade regional
5. Energia e atmosfera	

Quadro 12: LEED – Categorias analisadas. Fonte: GBC Brasil (2019).



Figura 17: LEED – Níveis de certificação e pontuações. Fonte: GBC Brasil (2017).

O processo de certificação LEED ocorre via plataforma online do USGBC por meio de 5 etapas que consistem em: (1) registro do projeto, (2) auditoria documental na fases de projeto e obra, (3) submissão de toda a documentação, (4) análise da documentação e (5) certificação (GBC BRASIL, 2019).

Sediado na cidade de São Paulo, o GBC Brasil é responsável por impulsionar o LEED no mercado nacional (GBC BRASIL, 2019). Além de propagar informações sobre práticas de sustentabilidade na construção civil e contribuir para a promoção de políticas públicas para setor, o GBC Brasil também fornece capacitação profissional através do Programa Nacional de

Educação. A nova versão 4.1 do LEED – disponível desde 2019 – inclui a integração com o sistema de etiquetagem brasileira PBE Edifica (GBC BRASIL, 2019).

2.3.4.2. GBC Brasil Casa e GBC Brasil Condomínio

Com o objetivo de impulsionar o setor nacional de construção na direção da sustentabilidade, o GBC Brasil criou as certificações ambientais GBC Brasil Casa – versão inicial lançada em 2012 – e GBC Brasil Condomínio – lançada em 2017 –, ambas pautadas nas características e necessidades da realidade brasileira (GBC BRASIL, 2019).

A partir de estratégias ambientais aplicadas nos projetos residenciais, as certificações nacionais visam 6 objetivos: (1) Mudanças Climáticas, (2) Saúde e Bem-Estar, (3) Benefícios Econômicos, (4) Recursos Hídricos, (5) Biodiversidade, (6) Educação e Comunicação. A partir desses objetivos foram estabelecidos os pré-requisitos e créditos computados nos processos de certificação que, por sua vez, são classificados em oito categorias ilustradas na quadro 13. O atendimento aos requisitos e créditos de cada categoria soma pontuações que podem garantir até 4 níveis de certificação, conforme apresentado na figura 18 (GBC BRASIL, 2019).

GBC CASA E CONDOMÍNIO – CATEGORIAS DE AVALIAÇÃO	
1. Implementação	5. Qualidade ambiental interna
2. Uso eficiente da água	6. Requisitos sociais
3. Energia e atmosfera	7. Inovação e projetos
4. Materiais e recursos (MR)	8. Créditos regionais

Quadro 13: GBC Casa e Condomínio - Categorias analisadas. Fonte: GBC Brasil (2019).



Figura 18: GBC Casa e Condomínio – Níveis de certificação e pontuações. Fonte: GBC Brasil (2019).

De acordo com o GBC Brasil (2019), os projetos desenvolvidos com foco nas premissas das certificações oferecem benefícios como custos operacionais mais baixos, aumento do valor patrimonial, redução de resíduos enviados para aterros sanitários, conservação de energia e água, ambientes mais saudáveis e produtivos para ocupantes. Como resultado, o aumento da qualidade de vida, saúde e bem estar, redução das emissões de gases de efeito estufa e qualificação para descontos fiscais, subsídios de zoneamento e outros incentivos financeiros por parte do poder público.

O processo de certificação ocorre via plataforma online do GBC Brasil por meio de 4 etapas que consistem em: (1) registro, (2) verificação, (3) revisão e (4) certificação. A contratação de profissionais acreditados para prestação de consultoria sobre os processos de certificação é uma ação frequente no mercado, porém voluntária (GBC BRASIL, 2020).

2.3.4.3. AQUA-HQE™

O AQUA-HQE™ é uma certificação internacional da construção sustentável desenvolvido a partir da certificação francesa *Démarche HQE™ - Haute Qualité Environnementale* (FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2015), abrange todo o ciclo de vida de um edifício – construção, reforma e operação – e pode ser aplicada em edifícios residenciais e de outras tipologias, casas isoladas e planejamento urbano (BE HQE, 2016).

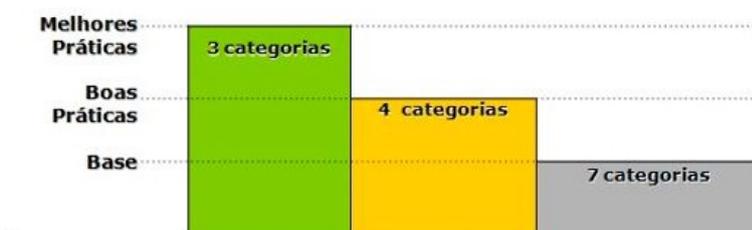
Adaptada à cultura, ao clima, às normas técnicas e à regulamentação brasileira, a certificação foi lançada em 2008 apenas como AQUA e, posteriormente em 2014, como AQUA-HQE™. É aplicada no Brasil exclusivamente pela Fundação Vanzolini mediante acordo de cooperação

celebrado com a Cerway, órgão certificador e operador do HQE™ fora da França (FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2015).

O processo de certificação AQUA-HQE™ exige que o empreendimento possua um Sistema de Gestão Específico (SGE) para planejamento, operação e controle de todas as etapas de desenvolvimento do projeto. Além disso, é necessário realizar a avaliação da Qualidade Ambiental do Edifício (QAE) com base em quatorze categorias de preocupação ambiental (quadro 14), classificadas nos níveis “Base”, “Boas Práticas” e “Melhores Práticas”. Os números 3, 4 e 7, indicados no gráfico 13, representam a quantidade mínima de categorias a serem atendidas em cada um dos níveis citados. É na fase de pré-projeto que se define o perfil ambiental do empreendimento que, para garantir o certificado AQUA-HQE™, precisa alcançar perfil de desempenho mínimo conforme ilustrado na figura 11 (FUNDAÇÃO VANSOLINI, 2015).

AQUA-HQE – CATEGORIAS DE AVALIAÇÃO	
1. Edifício e seu entorno	8. Conforto higrotérmico
2. Produtos, sistemas e processos construtivos	9. Conforto acústico
3. Canteiro de obras	10. Conforto visual
4. Energia	11. Conforto olfativo
5. Água	12. Qualidade dos espaços
6. Resíduos	13. Qualidade do ar
7. Manutenção	14. Qualidade da água

Quadro 14: AQUA-HQE – Categorias de Avaliação. Fonte: Fundação Vanzolini & Cerway (2016), tabela adaptada pela autora.



Base (B): Prática corrente ou regulamentar

Boas Práticas (BP): Boas Práticas

Melhores Práticas (MP): Desempenho calibrado conforme o desempenho máximo constatado recentemente nas operações de Alta Qualidade Ambiental.

Gráfico 13: Perfil Mínimo de desempenho para certificação AQUA-HQE™. Fonte: Fundação Vanzolini (2015).

Para a certificação de construções novas é necessária apresentação de planejamento e controle total do desenvolvimento do empreendimento durante o pré-projeto, projeto e execução. Nessas fases são definidos parâmetros, realizadas atividades e todo o material de documentação que é submetido às auditorias presenciais da Fundação Vanzolini. Já para empreendimentos em uso e operação, deve haver planejamento e monitoramento periódico das rotinas de gestão predial. Ao final do processo e cumprimento de todos os requisitos, o empreendimento recebe o certificado do processo AQUA concedido pela Fundação Vanzolini e o certificado HQE™ concedido pela Cerway (FUNDAÇÃO VANSOLINI, 2015).

2.3.4.4.

Selo Casa Azul CAIXA

Criado em 2009, o Selo Casa Azul CAIXA é o primeiro sistema de classificação da sustentabilidade de projetos ofertado no Brasil, desenvolvido para a realidade da construção habitacional brasileira. Após 10 (dez) anos de sua criação, suas diretrizes foram renovadas. A adequação aos cenários urbanos, econômicos e sociais atuais visa tornar a construção sustentável um atrativo para os empreendedores e, assim, estimular a produção sustentável no setor (CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, 2020).

Destinado a empreendimentos habitacionais que adotem soluções eficientes na concepção, execução, uso, ocupação e manutenção das edificações, o processo de certificação do Selo avalia os projetos a partir das seis categorias listadas na quadro 15. As categorias englobam um total 49 (quarenta e nove) critérios de avaliação com pontuações revertidas em quatro níveis de certificação (figura 19). Existem 15 (quinze) critérios obrigatórios para obtenção dos Selos nível Ouro, Prata e Bronze. Para obtenção do nível Diamante, devem ser atendidos ainda mais 7 (sete) critérios obrigatórios adicionais (CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, 2020).

SELO CASA AZUL – CATEGORIAS DE AVALIAÇÃO	
1. Qualidade Urbana e Bem-Estar	4. Produção Sustentável
2. Eficiência Energética e Conforto Ambiental	5. Desenvolvimento Social
3. Gestão Eficiente da Água	6. Inovação

Quadro 15: Selo Casa Azul – Categorias de Avaliação. Fonte: Caixa Econômica Federal (2020), tabela adaptada pela autora.



Figura 19: Selo Casa Azul – Níveis de certificação e pontuações. Fonte: Caixa Econômica Federal (2020).

Anterior aos pré-requisitos específicos do processo de certificação do Selo Casa Azul CAIXA, os projetos inscritos devem atender (CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, 2020):

- Regras dos programas e linhas de financiamento da CAIXA;
- Norma de Desempenho NBR 15.575:2013;
- Diretrizes SINAT¹⁸, nos casos de sistemas inovadores;
- Política Socioambiental FGTS, se for o caso;
- Código de Práticas CAIXA;

De acordo com a CAIXA (2020), a adesão de projetos novos em fase de análise ou já analisados e contratados é permitida desde que a obra civil não tenha sido iniciada. A partir do atendimento aos critérios exigidos, o certificado de concessão do Selo Casa Azul CAIXA é dado ao projeto no ato da contratação, porém os fiscais da Caixa Econômica Federal realizam medições mensais e vistorias específicas durante o período de execução da obra para verificar se o empreendimento será executado conforme o projeto certificado.

De acordo com a Caixa (2020), além dos impactos ambientais positivos, empreendimentos certificados com o Selo Casa Azul proporcionam benefícios econômicos a construtores e adquirentes mediante taxas de juros diferenciadas

¹⁸ SINAT – Sistema Nacional de Avaliações Técnicas é um projeto do Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat e tem o *objetivo de avaliar novos produtos utilizados nos processos de construção*. Disponível em: www.pbqp-h.mdr.gov.br

tanto para financiamento da construção quanto para aquisição de unidades certificadas.

2.3.4.5.

Selo Procel Edificações e Etiqueta PBE Edifica

O Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica – PROCEL é um programa do governo brasileiro instituído em dezembro de 1985, coordenado pelo Ministério de Minas e Energia – MME, executado pela Eletrobrás e cujo objetivo principal é a promoção do uso eficiente da energia elétrica no país (MME, 2019).

Em 2018, as ações promovidas pelo Procel resultaram em uma economia de energia de aproximadamente 23 bilhões de kWh o equivalente a 4,87% do consumo total de energia elétrica no Brasil e ao consumo anual de 12,12 milhões de residências no país. Esse resultado evitou a liberação de 1,701 milhão de toneladas de CO₂ na atmosfera, valor equivalente às emissões geradas por 584 mil veículos durante um ano (ELETROBRÁS, 2020).

O Selo Procel e a Etiqueta PBE Edifica fazem parte do Procel e são ferramentas diferentes, porém complementares. Instituído em 1993, o Selo Procel é fruto da parceria entre Eletrobrás, fabricantes, universidades, laboratórios, agentes do setor e Inmetro no reconhecimento da eficiência energética do consumo de equipamentos comercializados no país. Em novembro de 2014, o governo brasileiro lançou a versão do Selo Procel para Edificações com a mesma prerrogativa de análise e comprovação da eficiência energética.

A Etiqueta PBE Edifica faz parte do Programa Brasileiro de Etiquetagem – PBE, originado a partir de uma ampliação de programas sobre racionalização energética do Inmetro inicialmente direcionados ao setor automotivo em função das crises do petróleo na década de 70. Atualmente, 38 programas de Avaliação da Conformidade com foco no desempenho energético compõem o PBE e promovem etiquetagens de equipamentos, veículos e edificações (PBE Edifica, 2020).

Executado pelo Inmetro e coordenado pela Eletrobrás, o PBE certifica as edificações, novas ou existentes, com base no atendimento de pré-requisitos e

avaliação de sistemas conforme o quadro 16. As avaliações são feitas a partir de documentos que estipulam os parâmetros a serem seguidos para a classificação de eficiência energética nas edificações. São eles:

- Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C) e;
- Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (RTQ-R).

Documentos complementares, como os Requisitos de Avaliação da Conformidade para Eficiência Energética de Edificações (RAC) e os Manuais para aplicação do RTQ-C e do RTQ-R são necessários para submissão de toda a documentação e orientação sobre o processo de etiquetagem (PBE Edifica, 2020).

PBE EDIFICA – CATEGORIAS (REQUISITOS) DE AVALIAÇÃO	
PRÉ-REQUISITOS (PR):	SISTEMAS AVALIADOS:
1. Aquecimento de Água (PR Geral)	4. Envoltória
2. Circuitos Elétricos (PR Geral)	5. Sistema de Iluminação
3. Simulação (PR Específico)	6. Sistema de Ar-condicionado

Quadro 16: PBE Edifica – Categorias de Avaliação. Fonte: Eletrobrás; Inmetro; CB3E (2017), tabela adaptada pela autora.

Para a avaliação ainda podem ser considerados pontos extras garantidos através das bonificações que avaliam: racionalização da água, sistemas ou fontes renováveis de energia (aquecimento solar da água, geração eólica ou fotovoltaica), sistemas de cogeração de energia, inovações técnicas ou de sistemas que promovam eficiência energética da edificação (ELETROBRÁS; INMETRO; CB3E, 2017).

Os requisitos devem ser atendidos e, mediante avaliação dos Organismos de Inspeção Acreditados (OIA) pelo Inmetro, as edificações recebem a chamada Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) com classificação variável entre A (mais eficiente) até E (menos eficiente). ENCE é o nome dado à etiqueta PBE Edifica quando a principal informação se refere à eficiência energética da edificação. A etiquetagem para edificações públicas no Brasil é obrigatória.

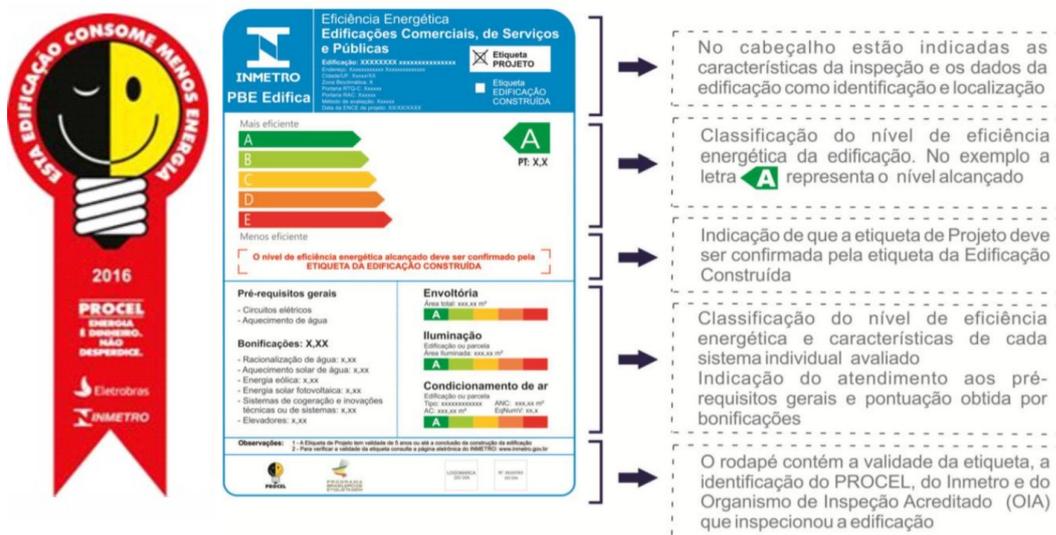


Figura 20: Selo Procel (à esquerda) e Etiqueta PBE Edifica (à direita). Fontes: Procel INFO (s.d.) e Eletrobras; Inmetro; CB3E (2014).

Os critérios de avaliação do Procel podem ser absorvidos nas certificações ambientais encurtando etapas e acelerando os processos. O Selo Procel Edificações possui equivalência com os requisitos da certificação LEED enquanto a etiqueta PBE Edifica é válida nos processos de certificação LEED e AQUA-HQE (PROCEL INFO, 2016).

2.3.4.6. QUALIVERDE – Rio de Janeiro

A partir do Decreto nº 35745, de 06 de junho de 2012, a Prefeitura do Rio de Janeiro criou a qualificação QUALIVERDE com o objetivo de incentivar empreendimentos que contemplem ações e práticas sustentáveis destinadas a redução dos impactos ambientais. De caráter opcional, a qualificação é aplicável aos projetos de edificações novas ou existentes, de usos variados e é válida apenas no município do Rio de Janeiro (SMU, 2012).

Segundo Pedro Rodrigo Rolim (2016 apud MIRANDA, MOTTA, PEREIRA, & RAMOS, 2018) – coordenador do grupo de trabalho da prefeitura responsável pela criação da qualificação – a decisão pela não obrigatoriedade legal do QUALIVERDE foi tomada em função de inviabilidades econômicas e políticas relacionadas ao aumento de custo das construções. Desta forma, conceder benefícios a construtores e adquirentes foi a estratégia alternativa desenvolvida. No entanto, os projetos de lei que regulamentam tais benefícios – abordados mais detalhadamente no subcapítulo 3.2. desse trabalho – ainda não foram

aprovados, o que dificulta o crescimento do QUALIVERDE no município (MIRANDA, MOTTA, PEREIRA, & RAMOS, 2018).

Os programas Selo Casa Azul CAIXA e o IPTU Verde – este último vigente em alguns municípios do estado de São Paulo – serviram de referência para o desenvolvimento do QUALIVERDE e seus benefícios fiscais. Apesar de reconhecido como uma certificação sustentável, o QUALIVERDE não possui objetivo de concorrer com os demais sistemas de avaliação ambiental existentes, tanto que concede pontuações extras para os empreendimentos que já possuem alguma outra certificação (ROLIM, 2016 apud MIRANDA, MOTTA, PEREIRA, & RAMOS, 2018).

A qualificação abrange práticas e ações de naturezas variadas, com destaque para as que são referentes às decisões de projeto, tema de maior peso na pontuação total possível de um empreendimento (BEZERRA & OLIVEIRA, 2015). As quatro categorias avaliadas no processo de certificação estão descritas no quadro 17, e, de acordo com Rolim (2016, apud MIRANDA, MOTTA, PEREIRA, & RAMOS, 2018), os projetos submetidos à Prefeitura para aquisição do QUALIVERDE possuem avaliação diferenciada e realizada por uma comissão composta por profissionais das Secretarias de Urbanismo e Meio Ambiente.

QUALIVERDE – CATEGORIAS DE AVALIAÇÃO	
1. Gestão da Água	3. Projeto
2. Eficiência Energética e Desempenho Térmico	4. Bonificações

Quadro 17: QUALIVERDE – Categorias de Avaliação. Fonte: COMPUR (2011), tabela adaptada pela autora.

Há dois níveis de certificação possíveis: o QUALIVERDE (figura 21), para o qual os empreendimentos precisam atingir o mínimo de 70 pontos; e o QUALIVERDE TOTAL, para o qual são exigidos, no mínimo, 100 pontos (SMU, 2012).

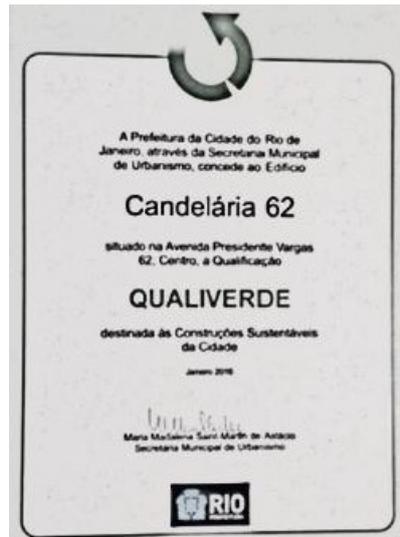


Figura 21: QUALIVERDE – Foto da certificação concedida para o empreendimento Candelária 62. Fonte: Rolim (2016 apud MIRANDA, MOTTA, PEREIRA, & RAMOS, 2018).

2.3.4.7.

Síntese do quantitativo das certificações no Brasil

A seguir, o gráfico 14 apresenta um comparativo entre as quantidades de empreendimentos certificados ou etiquetados no Brasil através dos sistemas de avaliação ambiental apresentados nesse capítulo. Não são abordados dados referentes à certificação QUALIVERDE pelo fato da mesma só se aplicar ao município do Rio de Janeiro.

A partir do gráfico 14, é possível identificar que, apesar da origem internacional, as certificações LEED e AQUA-HQE são as mais aplicadas no Brasil, sendo o LEED, o sistema de avaliação mais antigo em data de criação perante os demais. Dentre os sistemas de avaliação nacionais, o programa PBE Edifica se destaca com 19% do total de empreendimentos certificados ou etiquetados no país. Já o Selo Casa Azul, apesar de ter sido criado apenas um ano após o AQUA-HQE, possui representatividade nacional bastante discreta, assim como o sistema mais recente GBC Brasil Casa e Condomínio.

CERTIFICAÇÃO / ETIQUETA	ORIGEM		DATA REFERÊNCIA*	QTD.	%
	DATA	LOCAL			
LEED	1993	EUA	set. / 2020	641	49%
GBC BRASIL C.C. (CASA E CONDOMÍNIO)	2012/2017	Brasil	maio / 2020	16	1%
AQUA-HQE	2008	França	out. / 2020	356	27%
SELO CASA AZUL	2009	Brasil	set. / 2020	32	2%
PBE EDIFICA**	2001	Brasil	set. / 2020	253	19%
BRASIL				1298	100%

*Para LEED, GBC e Selo Casa Azul, a data referência equivale à data do último empreendimento certificado. Para AQUA-HQE e PBE Edifica, a data referência equivale à informação genérica disponibilizada nos sites, não necessariamente vinculada a um projeto. Todos os dados foram acessados em 25, outubro, 2020.

**253 empreendimentos etiquetados, sendo 174 edificações comerciais, de serviços e públicas e 79 edificações residenciais etiquetadas em área de uso comum e multifamiliar (PBE EDIFICA, 2020). Não foi possível identificar a quantidade de edificações unifamiliares etiquetadas. Portanto, é possível que a quantidade seja maior do que está apresentado nesse gráfico.

EMPREENDIMENTOS CERTIFICADOS / ETIQUETADOS NO BRASIL

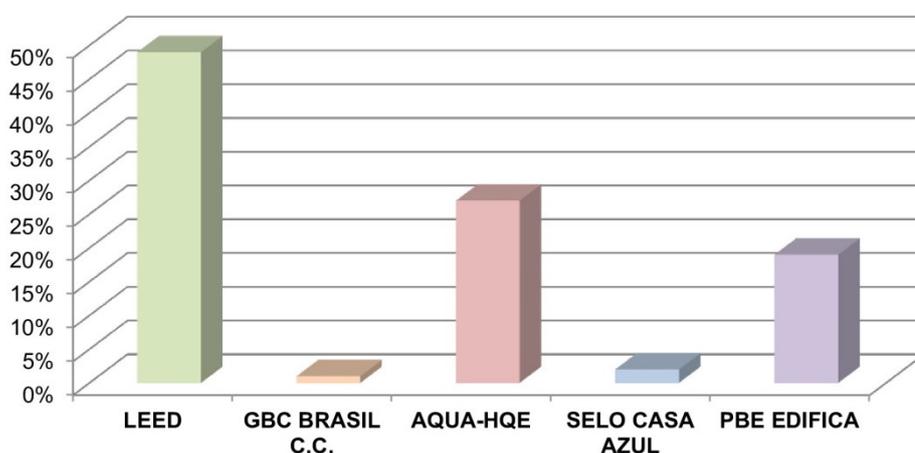


Gráfico 14: Empreendimentos certificados e/ou etiquetados no Brasil. Fonte: GBC Brasil (2020), Fundação Vanzolini (2020), Caixa Econômica Federal (2020) e PBE Edifica (2020). Quadro de elaboração própria da autora (2020).

3

Capítulo II – Mercado de arquitetura do Rio de Janeiro e de São Paulo

Este capítulo consiste na apresentação de parâmetros e informações referentes ao mercado de arquitetura dos municípios do Rio de Janeiro e São Paulo. Evidenciar a representatividade desses dois mercados no contexto brasileiro para adotá-los como recorte desta pesquisa e como exemplar do diagnóstico nacional.

São indicados planejamentos públicos e incentivos fiscais à produção de edificações sustentáveis, assim como são apresentadas as entidades existentes no setor que regulamentam e dão suporte ao trabalho dos profissionais de arquitetura e urbanismo.

Por fim, o capítulo apresenta os escritórios de arquitetura e consultoria de sustentabilidade entrevistados dos quais foram selecionados de um a dois projetos de cada para identificação das estratégias sustentáveis aplicadas.

3.1. Representatividade nacional

O nível de representatividade dos centros urbanos é medido através de fatores como arranjo populacional¹⁹, Produto Interno Bruto - PIB, taxa de urbanização, entre outros.

A pesquisa Regiões de Influência das Cidades – REGIC, desenvolvida pelo IBGE, estabelece a hierarquia dos centros urbanos e as regiões de influência das cidades. Segundo o IBGE (2020), São Paulo/SP e Rio de Janeiro/RJ²⁰ são as maiores hierarquias urbanas do Brasil, classificadas, respectivamente, como Grande Metrópole Nacional e Metrópole Nacional. O arranjo populacional do Rio de Janeiro/RJ somou 12,7 milhões de habitantes em 2018. Já o Arranjo Populacional de São Paulo concentrou 21,5 milhões de habitantes na mesma data e 17,7% do PIB nacional em 2016.

¹⁹ Os Arranjos Populacionais são recortes territoriais estabelecidos por estudo próprio, publicado pelo IBGE em 2016 e que consistem em agrupamentos de dois ou mais Municípios (IBGE, 2020).

²⁰ E 2018, o Arranjo Populacional de Brasília/DF – também classificado como Metrópole Nacional – ocupou a segunda colocação hierárquica juntamente com o Rio de Janeiro/RJ, porém com menor número de habitantes (IBGE, 2020).

Estima-se que as capitais São Paulo e Rio de Janeiro possuam cerca de 12,3 milhões e 6,75 milhões de habitantes, respectivamente, além de representarem os dois maiores PIBs do Brasil (IBGE, 2020).

Dado que “o desenvolvimento socioeconômico e a capacidade de produção de um país estão diretamente relacionados com o nível de atividade e desempenho da indústria da construção civil” (FIRJAN, 2018), a representatividade do eixo Rio-São Paulo influencia diretamente na participação da região Sudeste no setor perante as demais regiões brasileiras. Em 2018, apesar do aumento de participação da região Sul, o Sudeste permanece como a mais expressiva no cenário nacional tanto na empregabilidade quanto na receita do setor de construção (gráfico 15) (IBGE, 2020).

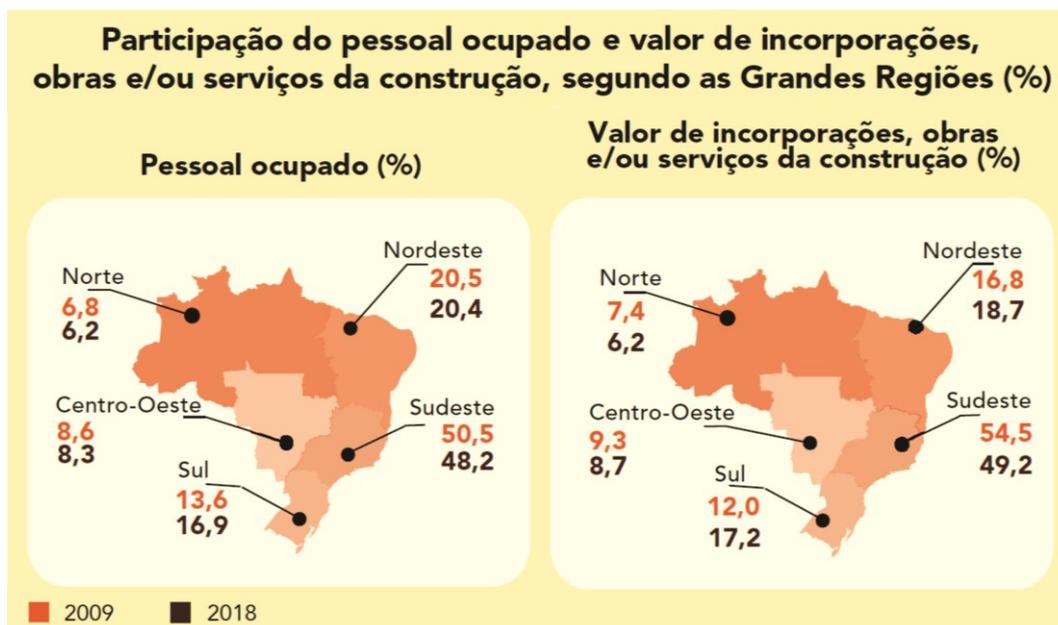


Gráfico 15: Participação do setor da construção nas regiões brasileiras em relação à empregabilidade e receita. Fonte: IBGE (2020), adaptado pela autora.

O Sudeste também se destaca em relação à quantidade de arquitetos e urbanistas registrados e ativos no mercado de trabalho. Atualmente, dos 191.078 profissionais em exercício no Brasil, 52% se encontra na região (gráfico 16), distribuídos em cerca de 10% e 32% nos estados do RJ e SP, respectivamente. E juntas, suas capitais concentram cerca de 20% de todo o corpo profissional de arquitetos e urbanistas do país, conforme apresentado na tabela 2 (IGEO - CAU/BR, 2020).

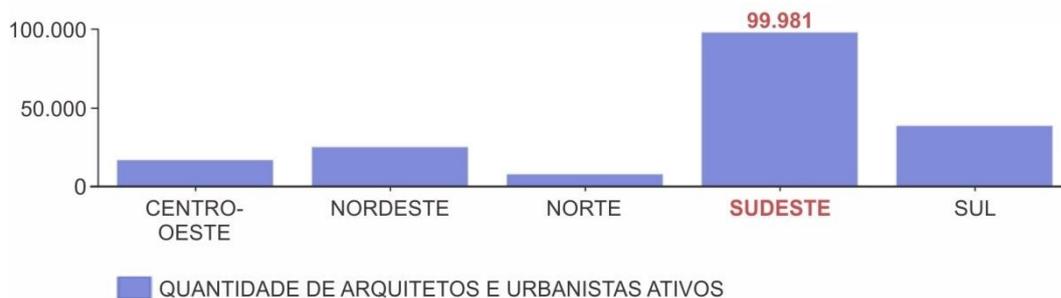


Gráfico 16: Quantidade de arquitetos e urbanistas ativos por região no Brasil. Fonte: IGEO CAU BR (2020).

QUANTIDADE DE ARQUITETOS E URBANISTAS ATIVOS (OUT./2020)					
Nº	UF	AU ATIVOS (AUA)	%	POPULAÇÃO*	AUA/POP
1.	SP	60.695	31,76%	46.289.333	0,13%
2.	RJ	20.261	10,60%	17.366.189	0,12%
3.	RS	16.364	8,56%	11.422.973	0,14%
4.	MG	15.499	8,11%	21.292.666	0,07%
5.	PR	12.676	6,63%	11.516.840	0,11%

Nº	CAPITAIS	AU ATIVOS (AUA)	%	POPULAÇÃO*	AUA/POP
1.	SÃO PAULO	26.312	13,77%	12.325.232	0,21%
2.	RIO DE JANEIRO	13.038	6,82%	6.747.815	0,19%
3.	PORTO ALEGRE	5.845	3,06%	1.488.252	0,39%
4.	BELO HORIZONTE	5.411	2,83%	2.521.564	0,21%
5.	CURITIBA	4.681	2,45%	1.948.626	0,24%

BRASIL	191.078	100%	211.755.692	0,09%
---------------	----------------	-------------	--------------------	--------------

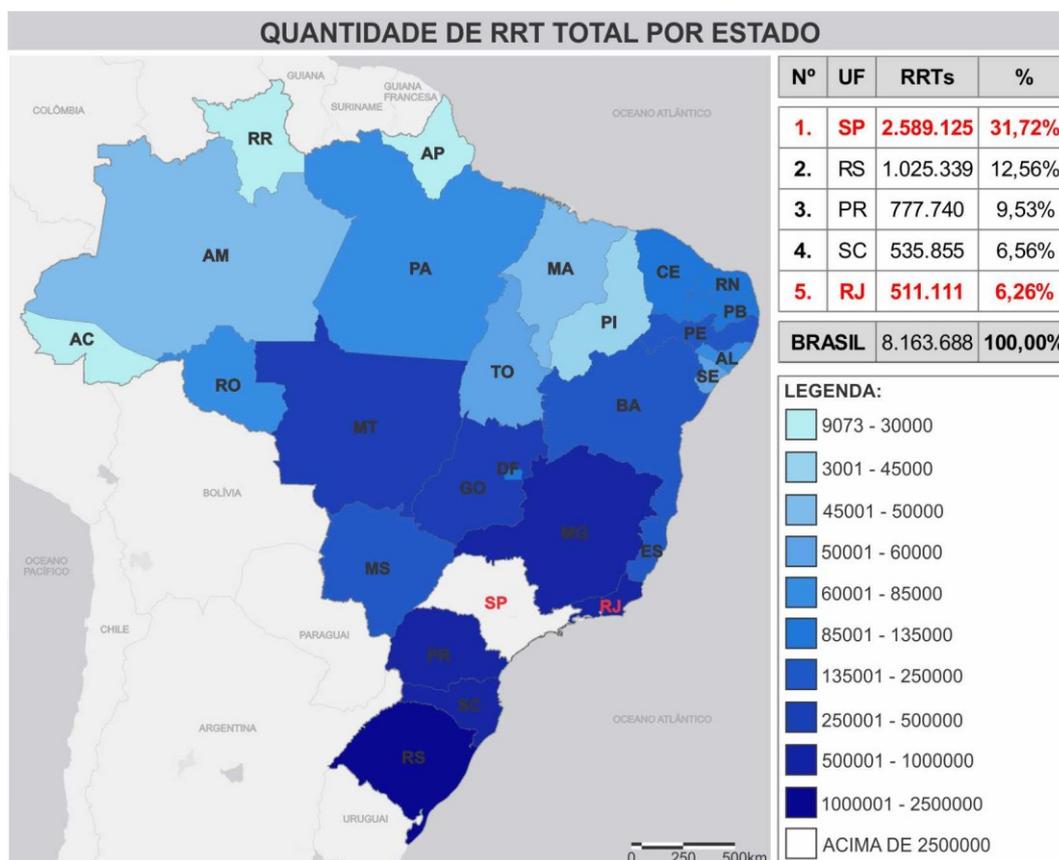
*Estimativa populacional, data referência: 1º de julho de 2020 (IBGE, 2020).

Tabela 2: Ranking dos cinco maiores estados e capitais brasileiros em quantidade de arquitetos e urbanistas com registro ativo no CAU/BR. Fonte: IGEO CAU/BR (2020).

O mapeamento por unidade federativa do quantitativo dos Registros de Responsabilidade Técnica – RRT²¹ emitidos pelos profissionais também revela as maiores concentrações das atividades de Arquitetura e Urbanismo no território nacional o que, entre outros fatores, está relacionado ao desenvolvimento do setor de construção em cada local. Conforme ilustrado no

²¹ “O RRT é o documento que comprova que projetos, obras ou serviços técnicos de Arquitetura e Urbanismo possuem um responsável devidamente habilitado e com situação regular perante o Conselho para realizar tais atividades, compondo o acervo técnico do arquiteto e urbanista” (CAU/BR, 2018).

quadro 18, o estado de São Paulo se destaca nacionalmente com aproximadamente 32% do total de RRTs emitidas em todo o país de 2012 a 2019 e o Rio de Janeiro se mantém entre os cinco estados com os maiores índices referentes ao mesmo período (CAU/BR, 2020).



Quadro 18: Quantidade de Registros de Responsabilidade Técnica – RRT emitidos por estado brasileiro. Fonte: IGEO CAU/BR (2020).

Um dado particular do Rio de Janeiro endossa a representatividade da cidade no cenário arquitetônico brasileiro. Em Janeiro de 2019, a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura – UNESCO concedeu à cidade o título de Capital Mundial da Arquitetura. Além de reconhecimento por seu patrimônio histórico e repertório, o título traz uma oportunidade de reflexão e proposição de futuro do planejamento urbano e arquitetônico tanto do município carioca quanto das cidades de maneira geral (UIA2021RIO, 2019).

3.2.

Planejamento e incentivos para construção sustentável

O apelo por sustentabilidade revive a necessidade de um planejamento urbano bem elaborado e demanda um repensar de seus princípios e objetivos básicos. A crise da civilização moderna exige que o poder público comece a planejar, com vistas à criação de cidades sustentáveis (ROGERS & GUMUCHDJIAN, 2015, p. 168).

Planejamento

O município do Rio de Janeiro teve seu Plano Diretor revisado em 2011, a partir da aprovação da Lei Complementar nº 111, sendo um dos princípios “o desenvolvimento sustentável, de forma a promover o desenvolvimento econômico, a preservação ambiental e a equidade social”. O quadro 19 apresenta as principais estratégias contempladas no Plano Diretor (PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO, 2011).

PDE RIO DE JANEIRO – PRINCIPAIS ESTRATÉGIAS
PARA DESENVOLVIMENTO:
Acesso à terra e produção de moradia regular, com ampliação da oferta habitacional de interesse social
Controle do adensamento das áreas consolidadas e estímulo à ocupação das áreas que possuem infraestrutura e são subutilizadas.
Preservação e valorização do patrimônio natural, cultural, histórico, artístico e turístico.
Requalificação e revitalização das áreas consideradas degradadas. Promoção da mobilidade urbana.
Implantação de infraestrutura para o desenvolvimento econômico e social, com a devida consideração aos parâmetros ambientais.
AGENDA AMBIENTAL:
Ampliação e recuperação das áreas verdes.
Definição de áreas de proteção ambiental ou que estão submetidas a outras restrições para a ocupação urbana, sendo algumas exploradas por atividades agrícolas.
Definição de diretrizes para o Plano Municipal de Saneamento Ambiental e Sistema de Planejamento e Gestão Ambiental.

Quadro 19: Plano Diretor do Rio de Janeiro – principais estratégias. Fonte: Prefeitura do Rio de Janeiro (2009), elaboração própria da autora (2020).

Para gestão e definição de diretrizes de ocupação do território, o Plano Diretor estabelece quatro Macrozonas de Ocupação (MO) sendo elas: MO Controlada, MO Incentivada, MO Condicionada e MO Assistida (PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO, 2011).

Passados oito anos da emissão do Plano Diretor revisado, a Lei Complementar Nº 198 de 2019 instituiu o novo Código de Obras e Edificações Simplificado do município do Rio de Janeiro. Conforme prevê o Art.1º § 4º: “Toda edificação, construída ou reformada, deverá adotar, preferencialmente, medidas de sustentabilidade, economia de recursos naturais e tecnologias de eficiência energética” (PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO, 2019).

A aprovação do Novo Código de Obras para o município do Rio de Janeiro, ainda que atrasado, é bem vindo, traz flexibilidade, redução de tempo e custo e amplia oportunidades. No entanto, a falta de integração e a fragmentação cronológica dos instrumentos urbanísticos não garantem uma cidade melhor (FAJARDO, 2019).

Por sua vez, o novo Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo – em vigor desde julho de 2014 – caracterizou o primeiro passo dado pela prefeitura no processo de revisão do conjunto de leis que fazem parte da política urbana do Município voltada para o crescimento e desenvolvimento sustentável da cidade até 2030. Sua revisão visa reequilibrar a ocupação urbana e humanizar São Paulo. Dentre as principais estratégias do novo Plano sobre o uso e ocupação do solo e sobre a agenda ambiental estão (PREFEITURA DE SÃO PAULO, 2015):

PDE SÃO PAULO – PRINCIPAIS ESTRATÉGIAS
PARA DESENVOLVIMENTO:
Diminuição do potencial construtivo nas áreas consolidadas com imposição de gabarito máximo.
Estímulo ao adensamento habitacional e construtivo ao longo dos corredores de transporte público coletivo com o objetivo de: - reduzir os deslocamentos diários – com conseqüente minimização das emissões de GEE e do avanço da urbanização em áreas de relevância ambiental; - estímulo ao uso misto, à geração de empregos e garantias de socialização do espaço público
AGENDA AMBIENTAL:
Ampliação das áreas verdes.
Transformação de todos os parques existentes e planejados em Zona Especial de Proteção Ambiental – ZEPAM para impedir apropriação futura pelo mercado imobiliário.
Criação de polo de desenvolvimento rural sustentável a partir do retorno da Zona Rural.
Definição de diretrizes para o Plano Municipal de Saneamento Ambiental Integrado.

Quadro 20: Plano Diretor de São Paulo – principais estratégias. Fonte: Prefeitura de São Paulo (2015), elaboração própria da autora (2020).

Como desdobramento do novo Plano Diretor, a Lei de Zoneamento e o Código de Obras e Edificações do Município de São Paulo também foram revisados e entraram em vigor, respectivamente, em 2016 e 2017.

O novo Código de Obras e Edificações foi revisado “e atualizado em relação a novas tecnologias construtivas, demandas da sociedade e sustentabilidade ambiental”. O novo COE indica, de maneira explícita, a responsabilidade dos autores dos projetos no atendimento a todas as normas técnicas existentes que regem o interior das edificações, cabendo à prefeitura o foco de sua análise “nos aspectos urbanísticos, ambientais, de sustentabilidade e segurança dos empreendimentos” (PREFEITURA DE SÃO PAULO, 2017).

Incentivos Fiscais

Medidas de intervenção econômica, que objetivem a preservação do meio ambiente, encontram respaldo na Constituição Federal Brasileira²² e, portanto, podem ser aplicadas de maneira legítima para a promoção de condutas ambientalmente desejáveis (DANTAS et al, 2015).

Especialmente para o setor da construção civil, os incentivos fiscais são instrumentos importantes na garantia do desenvolvimento sustentável, pois oferecem uma alternativa às políticas públicas para o diálogo entre a economia e o setor produtivo (GIACOMOLLI, 2019).

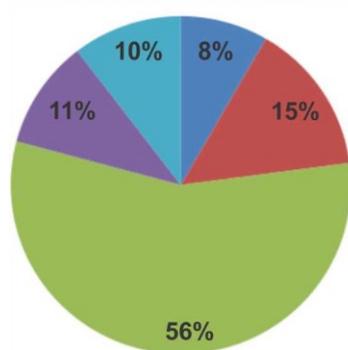
Dentro desse contexto, em pesquisa realizada para a Comissão de Meio Ambiente da Câmara Brasileira da Indústria da Construção – CMA/CBIC, Giacomolli (2019) identificou a existência de apenas 48 (quarenta e oito) normas nacionais – entre os âmbitos federal, estadual e municipal – dotadas de estímulos econômicos. Já em relação às tendências legislativas, foi identificado um total das 26 (vinte e seis) propostas em trâmite, sendo 60% de apenas de âmbito federal.

De maneira geral, percebeu-se maior tendência nas normativas existentes para o desconto no imposto de construções que contemplem soluções

²² Art. 170. A ordem econômica (...) tem por fim assegurar a todos existência digna, conforme os ditames da justiça social, observados os seguintes princípios: (...) VI - defesa do meio ambiente, inclusive mediante tratamento diferenciado conforme o impacto ambiental dos produtos e serviços e de seus processos de elaboração e prestação. Disponível em: www.planalto.gov.br.

sustentáveis, como o Imposto sobre Propriedade Predial Territorial Urbana Verde, ou IPTU Verde (gráfico 17). E identificou-se a maior participação do Sudeste (gráfico 18), na criação dessas normativas que estimulam a sustentabilidade no setor (GIACOMOLLI, 2019).

NORMAS NO BRASIL
(48 normas = 100%)



- Pagamentos por Serviços Ambientais - PSAs
- Preservação, Conservação e Recuperação do Meio Ambiente
- Políticas Estaduais de Mudanças Climáticas - PEMCs
- Produção Mais Limpa (P+L) e Ecoeficiência
- IPTU Verde e IPTU Amarelo

Gráfico 17: Normas com incentivos fiscais para construção sustentável no Brasil. Fonte: Giacomolli (2019), adaptado pela autora.

PARTICIPAÇÃO REGIONAL

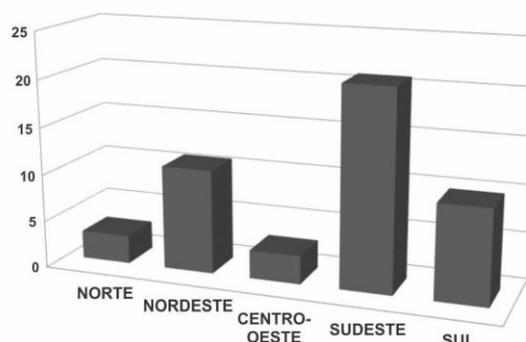


Gráfico 18: Participação regional na criação de normas com incentivos fiscais para construção sustentável no Brasil. Fonte: Giacomolli (2019), adaptado pela autora.

Além do seu alcance internacional em cidades como Berlin, Dublin, Helsinque, Medellín e Bogotá, o IPTU Verde é uma estratégia adotada em 55 cidades brasileiras como, por exemplo, Guarulhos. No município – que faz parte da região metropolitana da cidade de São Paulo – é praticado o “desconto de 5% a 20% para imóveis que tenham área verde ou adotem práticas sustentáveis, como coleta seletiva, captação de água da chuva e telhado verde” (PREFEITURA DE SÃO PAULO, 2015).

No entanto, os municípios do Rio de Janeiro e de São Paulo apenas detêm projetos de lei em trâmite que visam instituir desconto no imposto predial, conforme destacado em vermelho no quadro 21, que também apresenta outros projetos de lei em andamento, relacionados à sustentabilidade na construção, porém no âmbito estadual (DANTAS *et al*, 2015).

PROJETOS DE LEI RJ-SP SOBRE SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO

	ÂMBITO	Nº/ANO	OBJETIVO
SP	Estadual	607/2010	Instituir o Programa Telhado Verde - PTV
	Estadual	434/2012	Utilização obrigatória de tijolos ecológicos nas obras públicas em percentual de 10 a 30% do total do projeto.
	Estadual	699/2013	Dispõe sobre a obrigatoriedade da adoção de práticas e métodos sustentáveis de construção civil nas obras executadas pelo Estado.
	Estadual	599/2013	Instituir o Programa de Reciclagem de Entulhos da Construção Civil e Demolição no Estado.
	Municipal (capital)	01-00568/2015	Instituir o incentivo fiscal denominado IPTU Verde para construções que adotarem práticas sustentáveis
RJ	Municipal (capital)	1.415/2012	Estabelece benefícios fiscais para os empreendimentos com a qualificação QUALIVERDE.
	Municipal (capital)	88/2012	Estabelece benefícios edilícios para os empreendimentos com a qualificação QUALIVERDE.

Quadro 21: Projetos de Lei nos estados do RJ e de SP relacionadas à sustentabilidade na construção civil. Fontes: DANTAS *et al* (2015), ALERJ (2020) e Câmara Municipal de São Paulo (2020), tabela de elaboração própria da autora (2020).

O projeto de Lei 01-00568 foi elaborado pela Prefeitura de São Paulo em 2015 com o objetivo de instituir o IPTU Verde na capital com previsão de faixas de desconto de 4%, 8% e 12% ao contribuinte mediante grau de certificação do empreendimento (PREFEITURA DE SÃO PAULO, 2015).

É previsto que os critérios para cada faixa, a serem definidos após a aprovação da Lei, envolverão reuso de água, tratamento de resíduos sólidos, teto coberto por vegetação e uso de energia solar. Apesar de avaliar positivamente a ação da Prefeitura, o Siduscon-SP questiona a abrangência da Lei sob a argumentação do alcance devido dos benefícios de sustentabilidade ao maior número possível de edificações e não apenas aquelas que forem certificadas (SIDUSCON-SP & BERTOLINI, 2015).

No cenário carioca também há previsão de incentivos econômicos para estímulo de práticas sustentáveis na construção. Junto à criação da certificação QUALIVERDE, foram elaborados os Projetos de Lei Nº 1415/2012 e Nº 88/2012 cujos benefícios fiscais e edilícios são resumidos na tabela 3 e no quadro 22 (CÂMARA MUNICIPAL DO RIO DE JANEIRO, 2012). No entanto, as tramitações de ambos os projetos encontram-se estagnadas na Câmara Municipal do Rio de Janeiro e “sem indicativos de mudança neste quadro em um futuro próximo”, o

que dificulta a aplicação do QUALIVERDE em larga escala no município carioca (MIRANDA, MOTTA, PEREIRA, & RAMOS, 2018).

Mediante participação nas discussões jurídicas sobre os projetos de lei, Figueiras (2017, apud MIRANDA, MOTTA, PEREIRA, & RAMOS, 2018) – advogada, especialista em gestão executiva em meio ambiente e integrante da Comissão de Direito Ambiental da OAB da Barra da Tijuca – RJ e do Distrito Federal – explica que um dos entraves para aprovação dos benefícios econômicos está relacionado às possibilidades de irregularidades fiscais. No entanto, a advogada afirma já ter sido comprovado que os impactos econômicos em função dos descontos previstos no PL 1415/2012 são “ínfimos” perante os ganhos ambientais alcançados através do QUALIVERDE.

	IPTU ANTES HABITE-SE	IPTU APÓS HABITE-SE	ITBI NA 1ª AQUISIÇÃO	ISS DURANTE A OBRA
QUALIVERDE	50% Licenciamento ao Habite-se	10%	50%	1.50%
QUALIVERDE TOTAL	Isento Licenciamento ao Habite-se	20%	ISENTO	0.50%
Observações	Prazo máximo de 2 exercícios	Para unidades. Revisão 3 anos. Pode ser cancelado.		A Alíquota usual durante a obra é 3%

Tabela 3: Proposta de benefícios fiscais para empreendimentos com certificação QUALIVERDE. Fonte: Bezerra & Oliveira (2015 apud BEZERRA, 2013).

ITEM	BENEFÍCIOS
Varandas e jardineiras	Isenção no cálculo da Área Total Edificável – ATE;
Pavimento de uso comum - PUC	Não inclusão na altura da edificação para o cálculo dos afastamentos e suas dependências poderão ocupar 100% da projeção do pavimento superior;
Pavimento de cobertura	Ocupação de até 75% do pavimento imediatamente inferior e o acréscimo em relação à ocupação permitida pela legislação vigente não será computado no cálculo da ATE projetada;
Estacionamento descoberto	No térreo poderá ter cobertura do tipo telhado verde associada ao sistema de coleta, retenção ou reuso de águas pluviais;
Ocupação do afastamento frontal	Com pavimento de subsolo destinado a estacionamento com garantia de atendimento à taxa de permeabilidade vigente de forma natural ou mediante solução técnica alternativa;
Acesso às vagas	Isenção da obrigação de acesso direto à circulação para vagas da mesma unidade, desde que haja acesso direto à circulação de veículos através da qual se dará o acesso às vagas;
Dimensão das vagas	Redução para 2,30m X 4,50m em até 20% do total de vagas projetadas;

Fachadas	As saliências decorrentes do sistema de proteção e sombreamento de fachadas poderão ser balanceadas até 1,00m sobre as linhas limites de afastamentos ou linha de fachada, guardada, quando for o caso, a distância mínima de 1,50m em relação às divisas do lote.
-----------------	--

Quadro 22: Proposta de benefícios edílios para empreendimentos com qualificação QUALIVERDE. Fonte: Projeto de Lei Complementar Nº 88/2012, quadro de elaboração própria da autora.

Além das ações específicas dos municípios do Rio de Janeiro e de São Paulo, algumas estratégias a nível nacional também estimulam economicamente a construção sustentável e podem promover impacto local. É o caso da linha de financiamento do Banco Nacional de Desenvolvimento, a BNDES Finem – Meio Ambiente – Eficiência Energética. Voltada para projetos que promovam a redução do consumo de energia e aumento da eficiência do sistema energético nacional (BNDES, 2020), essa linha de financiamento funciona como estímulo à adoção do processo de etiquetagem de edificações PBE Edifica (PBE EDIFICA, s.d.).

Também a nível nacional, em março de 2019 foi apresentado ao Senado Federal a PEC²³ 13/2019 que visa “estabelecer critérios ambientais para cobrança do IPTU e desonerar a parcela do imóvel com vegetação nativa”. Se aprovada, a PEC dará visibilidade nacional à prática do IPTU Verde além de atribuir maior uniformidade normativa e segurança jurídica dos envolvidos a partir da fixação de parâmetros constitucionais. Espera-se estimular a implantação das medidas por parte das municipalidades e, por consequência, induzir cidadãos e empresas a adquirirem imóveis dotados de soluções sustentáveis (SENADO FEDERAL, 2019).

De maneira geral, assim como realizado em diversos países, a combinação entre legislação, incentivos e financiamentos específicos é o caminho para solução e inclusão da sustentabilidade no setor de construção (BEZERRA & OLIVEIRA, 2015). No entanto, a regulamentação no Brasil voltada para estímulo à sustentabilidade ainda é incipiente, principalmente nos âmbitos estadual e municipal, onde a criação de políticas públicas precisa ser melhor fomentada (GIACOMOLLI, 2019).

²³ PEC – Proposta de Emenda Constitucional.

3.3. Empreendimentos certificados

A seguir, o gráfico 19 apresenta as participações dos estados do Rio de Janeiro e de São Paulo no quantitativo nacional de empreendimentos certificados pelos sistemas de certificação ambiental mais utilizados no Brasil (subcapítulo 2.3.5 dessa pesquisa). Por se tratar de um sistema de etiquetagem – e não certificação ambiental – e em função do seu caráter obrigatório para edificações públicas, o PBE Edifica não é abordado. Também não serão abordados dados referentes à certificação QUALIVERDE pelo fato da mesma só se aplicar ao município do Rio de Janeiro. Informações adicionais sobre cada certificação são mencionadas pontualmente.

UF	LEED (abril/2020)		GBC BRASIL C.C. (maio/2020)		AQUA-HQE (2018)		SELO CASA AZUL (agosto/2020)	
	%	QTD.	%	QTD.	%	QTD.	%	QTD.
SP	56,9	355	53,3	8	64,5	324	34,5	10
RJ	15,5	97	0	0	14,5	73	3,4	1
OUTRAS	27,6	172	46,7	7	20,9	105	62,1	18
BRASIL	100	624	100	15	100	502	100	29

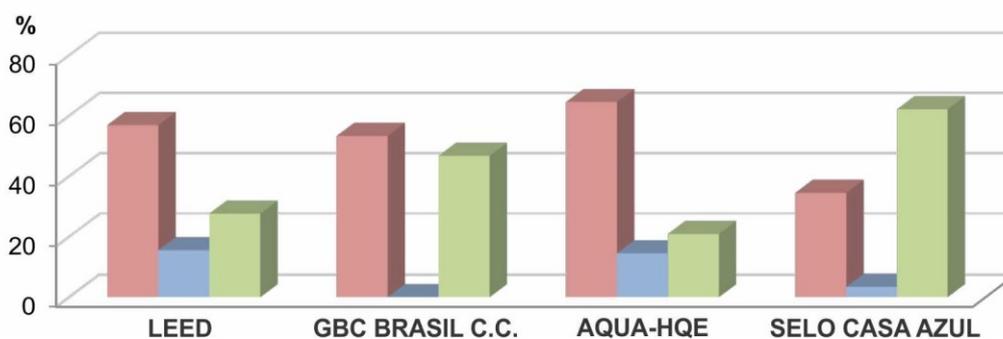


Gráfico 19: Participação dos estados de SP e RJ no quantitativo de empreendimentos certificados no Brasil. Fontes: GBC Brasil (2020), Fundação Vanzolini (2020) e CAIXA (2020), elaboração própria da autora (2020).

O quantitativo de junho de 2020 do GBC Brasil apresenta um total de 1.496 empreendimentos registrados no processo LEED, sendo apenas 624 de fato certificados (gráfico 18). As participações dos municípios do Rio de Janeiro e de São Paulo no quantitativo de empreendimentos certificados localizados em seus estados são de, respectivamente, 69% (67 empreendimentos) e 63% (223 empreendimentos). As diferenças entre RJ, SP e suas capitais também se dá na relação de profissionais acreditados nos processos LEED e GBC Brasil Casa e Condomínio, conforme apresentado na tabela 4 (GBC BRASIL, 2020).

PROFISSIONAIS ACREDITADOS (jun./2020)		
LOCAL	LEED	GBC BRASIL CASA E CONDOMÍNIO
SP (UF)	54,00%	42,00%
SÃO PAULO	45,00%	25,00%
RJ (UF)	8,00%	29,00%
RIO DE JANEIRO	7,00%	4,30%
BRASIL	100% (235)	100% (138)

Tabela 4: Profissionais acreditados nos processos LEED e GBC Brasil Casa e Condomínio nos estados do RJ, de SP e suas capitais. Fonte: GBC Brasil (2020), elaboração própria da autora (2020).

O quantitativo de empreendimentos AQUA-HQE representados no gráfico 18 corresponde apenas aos edifícios (prédios) – residenciais e não residenciais – certificados. A Fundação Vanzolini informa que há mais 138 projetos certificados e/ou em processo de certificação entre casas, bairros, porto, interiores e edifícios em operação. No entanto, a instituição não discriminou esses empreendimentos por unidades federativas, inviabilizando a contabilização dos mesmos para análise.

O gráfico 20 apresenta o total de empreendimentos certificados no Brasil – sem discriminação dos sistemas de certificação – e reflete a tendência observada no gráfico 19 inicial: o estado de SP possui a participação mais efetiva no cenário nacional por concentrar cerca de 60% dos empreendimentos. Apesar da significativa discrepância com SP, a participação do Rio de Janeiro é de certo modo expressiva já que, sozinho, o estado possui taxa que equivale a pouco mais da metade da taxa de participação de todas as demais unidades federativas contabilizadas juntas.

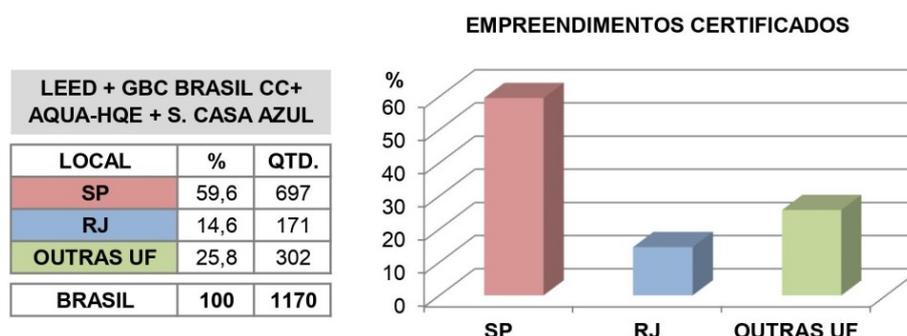


Gráfico 20: Total de empreendimentos certificados no Brasil dentro os sistemas de avaliação LEED, GBC Brasil Casa e Condomínio, AQUA-HQE e Selo Casa Azul. Fonte: CAIXA (2020), elaboração própria da autora (2020).

3.4.

Entidades representativas do setor

No contexto brasileiro, há diversas entidades responsáveis – cada qual com seu escopo – pela regulamentação, qualificação e suporte em geral às diversas áreas de atuação dos profissionais de arquitetura e urbanismo.

O quadro 23 apresenta as principais entidades que compõem o Colegiado das Entidades Nacionais de Arquitetos e Urbanistas – CEAU. Além das sedes nacionais, muitas das entidades se ramificam em departamentos regionais nas principais cidades do Brasil, como Rio de Janeiro e São Paulo.

COLEGIADO DAS ENTIDADES NACIONAIS DE ARQUITETOS E URBANISTAS	
ENTIDADE (ano de fundação)	FUNÇÃO E NATUREZA
CAU/BR - CONSELHO DE ARQUITETURA E URBANISMO DO BRASIL + CAU/UF - CONSELHOS DE ARQUITETURA E URBANISMO DAS UNIDADES DA FEDERAÇÃO (2010)	- <i>Orientar, disciplinar e fiscalizar o exercício da profissão de arquitetura e urbanismo, zelar pela fiel observância dos princípios de ética e disciplina da classe em todo o território nacional, bem como pugnar pelo aperfeiçoamento do exercício da arquitetura e urbanismo – § 1º do art. 24 da Lei nº 12.378/2010 (BRASIL, 2010).</i> - Autarquia Federal.
IAB - INSTITUTO DE ARQUITETOS DO BRASIL (1921)	- <i>Debater os temas de interesse do arquiteto, da cultura arquitetônica e de suas relações com a sociedade (IAB, 2014).</i> - Entidade de livre associação e sem fins lucrativos.
AsBEA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA (1970)	- Trocar experiências entre os associados (escritórios, empresas e fornecedores) e identificar os pontos de interesse comuns para qualificar, representar e divulgar os mesmos perante as instituições públicas ou privadas, ao mercado e ao público em geral (AsBEA, 2017). - Entidade de livre associação e sem fins lucrativos.
ABEA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENSINO DE ARQUITETURA E URBANISMO (1973)	- Melhorar a qualidade de ensino de arquitetura e urbanismo no Brasil, através de políticas nacionais, instrumentos de avaliação, entre outras ações (ABEA, 2020). - Entidade de livre associação e sem fins lucrativos.
FNA - FEDERAÇÃO NACIONAL DOS ARQUITETOS E URBANISTAS (1979)	- <i>Coordenar e proteger a categoria profissional dos arquitetos e urbanistas nas relações de trabalho, direitos e atribuições (FNA, 2017).</i> - Associação sindical que congrega os sindicatos estaduais.

ABAP - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ARQUITETOS PAISAGISTAS (1976)	<ul style="list-style-type: none"> - Assistir, promover, apoiar, incentivar e desenvolver ações científicas, tecnológicas, educacionais, culturais, sociais e ambientais que visem o desenvolvimento, a divulgação e a valorização profissional da Arquitetura Paisagística no país (ABAP, 2020). - Entidade de livre associação e sem fins lucrativos.
FeNEA - FEDERAÇÃO NACIONAL DE ESTUDANTES DE ARQUITETURA E URBANISMO DO BRASIL (1988)	<ul style="list-style-type: none"> - Representar os interesses e ampliar a participação dos estudantes de arquitetura e urbanismo na luta por um ensino de qualidade (FeNEA, 2020). - Entidade de livre associação e sem fins lucrativos.

Quadro 23: Colegiado das Entidades Nacionais de Arquitetos e Urbanistas e suas funções. Fonte: BRASIL (2010), IAB (2014), AsBEA (2017), ABEA (2020), FNA (2017), elaboração própria da autora (2020).

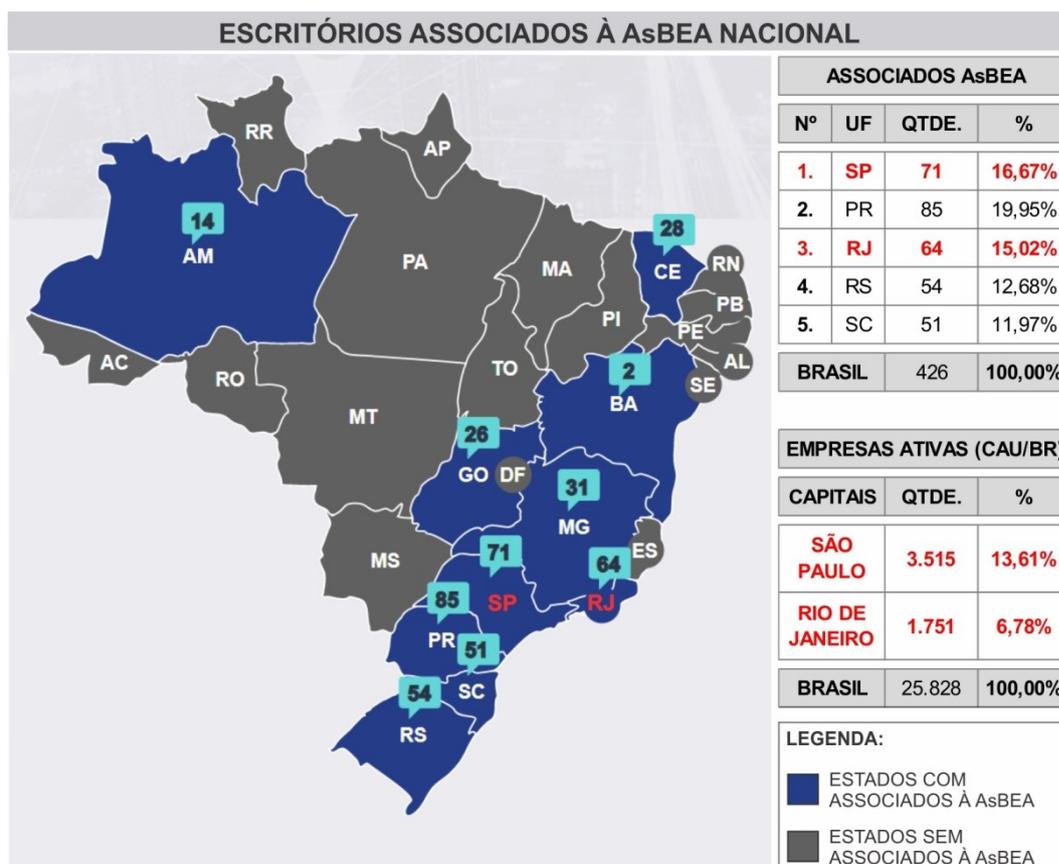
De todas as entidades listadas, a única cuja associação tem caráter obrigatório é o CAU/BR. O registro no CAU é mandatório para exercício da profissão de arquiteto e urbanista que, segundo a Lei Nº 12.378/2010, possui onze campos de atuação. Dentre eles, são citadas questões como conforto térmico, tecnologia e resistência dos materiais e desenvolvimento sustentável.

Apesar de não fazer parte do Colegiado relacionado ao segmento de arquitetura e urbanismo, os Conselhos Regionais de Engenharia e Agronomia - CREA são, assim como o CAU, autarquias federais que regulamentam as práticas profissionais relacionadas a diversas disciplinas, muitas delas envolvidas no processo de projeto e execução de edificações.

A partir do objetivo dessa pesquisa em estudar a produção e os processos de trabalho dos escritórios de arquitetura do Rio de Janeiro e São Paulo, se fez necessário mencionar, em particular, a atuação da AsBEA dos dois municípios no fomento às práticas de sustentabilidade.

Inicialmente, uma breve identificação sobre a distribuição nacional dos 426 escritórios associados à AsBEA em todo o país. Das 27 Unidades Federativas, apenas 10 possuem escritórios associados à AsBEA, onde SP e RJ ficam entre os 3 estados com maior quantidade (AsBEA, 2017). Devido a não obrigatoriedade de filiação à AsBEA, percebe-se uma significativa diferença entre o número de escritórios associados nos estados de RJ e SP e a quantidade de empresas nas capitais com registro ativo no CAU – registro este,

obrigatório – ainda que não sejam, em sua totalidade, escritórios com foco em desenvolvimento de projetos (IGEO - CAU/BR, 2020).



Quadro 24: Mapa de escritórios associados à AsBEA Nacional e empresas com registro ativo no CAU/BR nos municípios de São Paulo e Rio de Janeiro em 2017. Fontes: AsBEA (2017) e IGEO - CAU/BR (2020), adaptado pela autora.

Para Sonia Lopes (2020), arquiteta e urbanista Vice-Presidente de Aperfeiçoamento Profissional e Intercâmbio da AsBEA do Rio de Janeiro, o engajamento de entidades como a AsBEA nos temas que envolvem a sustentabilidade é necessário, pois os escritórios precisam estar atualizadas e capacitados tecnologicamente para atender às demandas do mercado nessa direção. Por mais lento que seja o processo, ações conjuntas entre associações, escritórios, outras entidades e o poder público devem acontecer para uma mudança de paradigma do mercado em relação ao desenvolvimento sustentável na produção arquitetônica nacional.

Nesse contexto, as ações promovidas pela AsBEA/RJ ainda são muito incipientes, seja frente ao poder público ou mesmo no diálogo com a população e com os profissionais do setor. Um dos motivos é a falta de uma estrutura maior

de grupos de trabalho dedicados ao tema como ocorre na AsBEA de São Paulo, que também é a sede nacional da associação.

Ainda sim, em 2019 foi realizado o primeiro Laboratório de Pesquisa da AsBEA/RJ – AsBEA LAB (figura 22), que promoveu o tema da sustentabilidade no setor de projetos e obras. Para participação no evento, foram selecionados apenas patrocinadores que comprovassem o exercício de práticas sustentáveis. Um processo complexo pelo fato de que muitas empresas ainda não divulgam as ações realizadas nesse campo, dificultando o acesso à informação por parte dos profissionais e mesmo do público em geral (LOPES, 2020).



Figura 22: Foto do evento AsBEA LAB sobre sustentabilidade que ocorreu no auditório do CasaShopping no Rio de Janeiro. Fonte: AsBEA/RJ (2019).

Por sua vez, em conjunto com especialistas e com o apoio institucional do CAU/BR, os grupos de trabalho AsBEA/SP já desenvolveram materiais como o Guia AsBEA Boas Práticas em BIM, Guia Sustentabilidade para arquitetura e Guia para Arquitetos na aplicação da Norma de Desempenho. Tais materiais dão suporte aos escritórios de arquitetura e promovem a disseminação de conhecimentos e práticas que visam melhorar o desempenho dos projetos desenvolvidos (AsBEA, 2020).

Além disso, a AsBEA/SP apoia eventos diversos relacionados a cadeia produtiva de construção civil, muitos deles cada vez mais focados em inovações e tecnologias voltadas para o desenvolvimento sustentável das edificações, como o 5º Congresso Latino-Americano Steel Frame e Sistemas Construtivos Industrializados e o *Connected Smart Cities 2020* (AsBEA, 2020).

3.5. Escritórios de arquitetura e seus projetos

Em função da representatividade que Rio de Janeiro e São Paulo exercem no cenário nacional, foram realizadas entrevistas com profissionais de escritórios de arquitetura das duas cidades que se disponibilizaram em contribuir com essa pesquisa.

O objetivo das entrevistas foi realizar um diagnóstico plural tanto da visão quanto da atuação dos profissionais em relação à aplicação da sustentabilidade no desenvolvimento dos projetos. Apesar da diversidade na natureza dos projetos desenvolvidos, de maneira geral os escritórios atuam em mercados semelhantes, como os mercados imobiliário, corporativo e residencial.

Neste subcapítulo serão apresentados os escritórios de arquitetura a partir da descrição do perfil de cada empresa, da identificação do profissional entrevistado e fichamento dos projetos selecionados com identificação das estratégias sustentáveis adotadas. Estas foram categorizadas, conforme indicado no quadro 25, para posterior identificação da proporção de ocorrência das mesmas. Necessário ressaltar que as estratégias identificadas podem não representar a totalidade de soluções sustentáveis adotada nos projetos.

Estratégias bioclimáticas, passivas e biofílicas - BPB	Gestão e racionalização dos materiais
Eficiência energética (tecnologias)	Industrialização e racionalização da obra
Gestão da água	Gestão de resíduos

Quadro 25: Categorização das estratégias sustentáveis. Fonte: elaboração própria da autora (2020).

3.5.1. Rio de Janeiro

A seguir (quadro 26) serão apresentados os cinco escritórios de arquitetura e a empresa de consultoria de sustentabilidade que foram entrevistados e são sediados na cidade do Rio de Janeiro.

ESCRITÓRIO	ENTREVISTADO	CARGO	CITAÇÃO
RUY REZENDE ARQUITETURA - RRA	Ruy Rezende	Sócio fundador	Resende (2020)

MIGUEL PINTO GUIMARÃES ARQUITETOS ASSOCIADOS - MPGAA	Miguel Pinto Guimarães	Sócio fundador	Guimarães (2020)
	Renata Duhá	Sócia e gerente geral	Duhá (2020)
SERGIO CONDE CALDAS ARQUITETURA - SCCA	Sergio Conde Caldas	Sócio fundador	Caldas (2020)
	João Machado	Sócio coordenador	Machado (2020)
BERNARDES ARQUITETURA	Francisco Abreu	Coordenador de projetos	Abreu (2020)
DUDA PORTO ARQUITETURA	Duda Porto	Fundador	Porto (2020)
CASA DO FUTURO (consultoria de sustentabilidade)	Rosana Corrêa	Sócia fundadora	Corrêa (2020)

Quadro 26: Escritórios e profissionais de Rio de Janeiro entrevistados. Fonte: Elaboração própria da autora (2020).

3.5.1.1.

Ruy Rezende Arquitetura - RRA

Fundado em 1987, pelo arquiteto e urbanista Ruy Rezende, o escritório RRA atua no desenvolvimento de projetos de arquitetura, urbanismo e paisagismo com foco nos segmentos urbano e corporativo (RRA, 2018).

Apesar da grande associação do seu trabalho às certificações ambientais, a trajetória do arquiteto em relação à sustentabilidade aplicada aos projetos iniciou-se a partir da Eco-92. Desde então, a percepção da finitude dos recursos naturais e a necessidade de ações que permitam um planeta futuro passaram a fazer parte da filosofia do seu escritório (REZENDE, 2020).

Entre os projetos mais significativos – e citados pelo arquiteto durante a entrevista para essa pesquisa – destacam-se o Edifício Nova Sede L’Oréal Brasil e o Parque Madureira Rio+20 a serem apresentados a seguir.

Nova Sede L’Oreal Brasil

Localizada na região portuária do Rio de Janeiro, com 22 pavimentos distribuídos em 29.300 metros quadrados de área construída, a Nova Sede da L’Oreal possui 4 certificações ambientais. Para esse projeto foi adotado o padrão triple A²⁴ com soluções de alta tecnologia desde a infraestrutura até a

²⁴ Classificação de empreendimentos que apresentam a mais alta qualidade, no que se refere aos padrões construtivos e de tecnologia de sistemas prediais. Disponível em: NRE-POLI USP (s.d.).

administração predial, maximizando o conforto e qualidade aos usuários e ao entorno da edificação (RRA, 2017).

LOCALIZAÇÃO:	Á. CONSTRUÍDA:	SITUAÇÃO / ANO:	CERTIFICAÇÃO:
Região Portuária, Rio de Janeiro - RJ	29.300m ²	Construído / 2017	LEED - Nível Gold / AQUA / QUALIVERDE / PBE EDIFICA
ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS IDENTIFICADAS:			CATEGORIA:
Medidores individuais por pavimento.			Gestão da água
Torneiras com sensores.			Gestão da água
Sistema de tratamento para reuso de águas cinzas em jardins e bacias sanitárias.			Gestão da água
Sistema de iluminação 100% em LED.			Eficiência energética
Controle e automação para regulagem da intensidade e uso de ar-condicionado, persianas e iluminação artificial de acordo com a real necessidade em cada pavimento.			Eficiência energética
Elevadores com tecnologia de armazenamento da energia gerada nas frenagens para aproveitar no uso do funcionamento dos próprios equipamentos.			Eficiência energética
Sistema unitizado para fachada			Industrialização e racionalização da obra

Quadro 27: Nova Sede L'Oreal Brasil – Informações gerais e principais estratégias sustentáveis identificadas. Fontes: RRA (2017), Resende (2020) e L'Oreal Brasil (2017), elaboração própria da autora (2020).

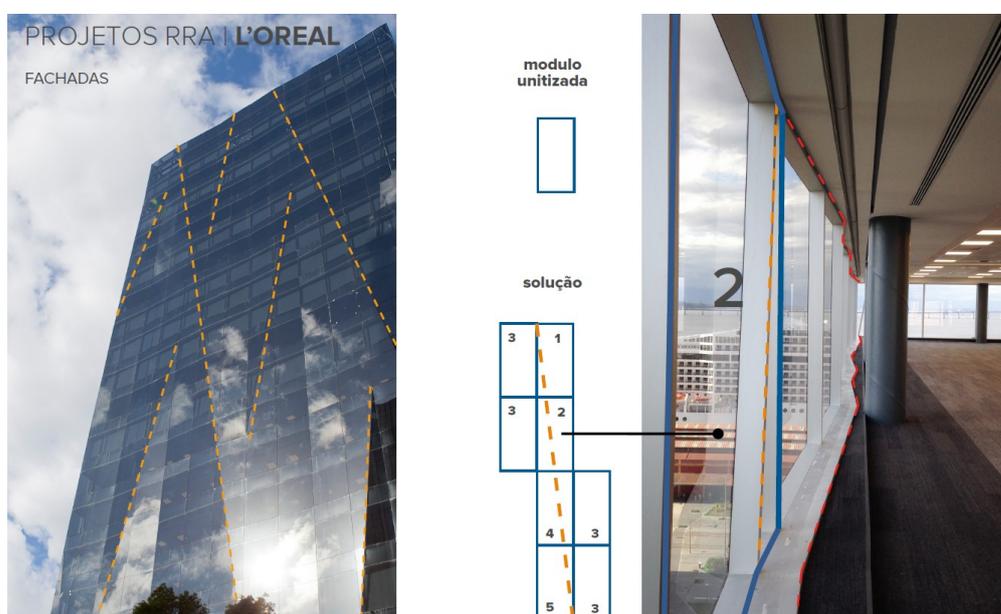


Figura 23: Fachadas em sistema unitizado²⁵. Fonte: RRA (2017).

²⁵ Módulos fabricados sob medida (na altura do pavimento) que chegam prontos no canteiro de obras para serem instalados nas fachadas. Como benefícios, o sistema dispensa estrutura auxiliar

Segundo Resende (2020) é “imprescindível captar a alma do cliente para desenvolver o melhor produto” e não foi diferente com a L’Oreal. O arquiteto garante que conseguiu compreender a fundo a filosofia da empresa que “investe na sustentabilidade com seriedade e faz questão de comunicar ao público” os esforços realizados.

Parque de Madureira Rio+20

Projetado para suprir uma parte da demanda crítica de áreas verdes públicas na Zona Norte da cidade do Rio de Janeiro (figura 24) e inaugurado em Junho de 2012, o projeto do Parque de Madureira Rio+20 foi desenvolvido a partir do alinhamento das premissas de requalificação urbana, valorização da comunidade, recuperação ambiental e gestão de recursos (RRA, 2012).

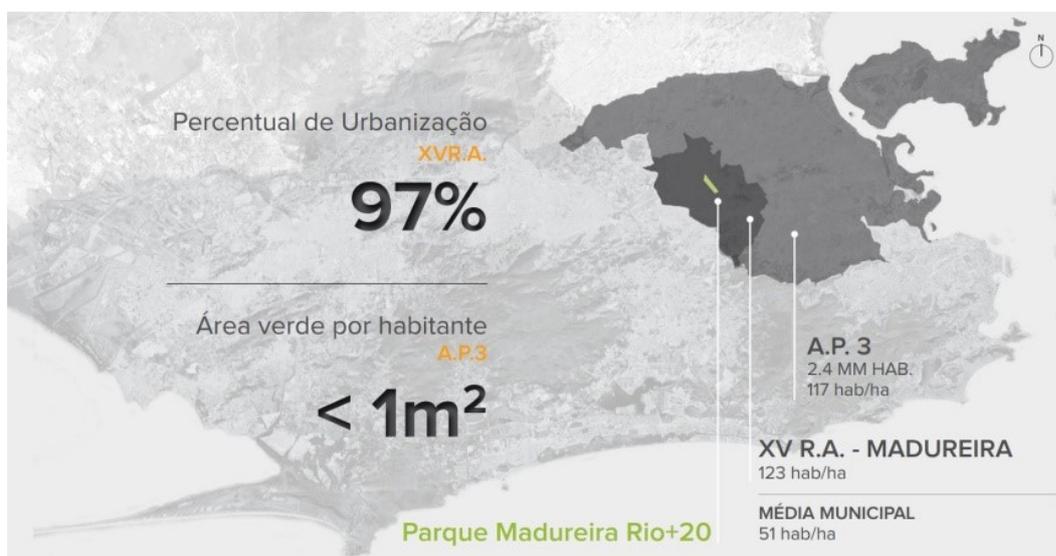


Figura 24: Parque de Madureira Rio+20 – informações gerais. Fonte: RRA (2013)

O Parque Madureira é o primeiro espaço público brasileiro a conquistar o certificado de qualidade ambiental AQUA nas fases de Programa e Concepção. Ainda que esse tenha sido um feito importante em sua carreira, segundo Resende (2020), o sucesso do projeto se dá em função do sentimento de pertencimento adquirido pela população dos nove bairros cruzados pelo parque

de fixação, reduz a quantidade de perfis, elimina etapas de instalação, reduz o risco de acidentes por permitir que o processo de instalação seja feito por dentro das edificações com o auxílio de equipamentos externos e reduz o índice de manutenção. Disponível em: www.aecweb.com.br

e complementa: “é para esses efeitos que os nossos projetos devem ser feitos (...) a arquitetura não vale nada se não for feita para o homem”.

LOCALIZAÇÃO:	Á. CONSTRUÍDA:	SITUAÇÃO / ANO:	CERTIFICAÇÃO:
Madureira, Rio de Janeiro - RJ	10.9ha	Construído / 2012	AQUA
ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS IDENTIFICADAS:			CATEGORIA:
Plantio de cerca de 400 palmeiras, exóticas, porém bem adaptadas ao clima local. Plantio de 800 árvores, sendo 100% das espécies nativas da Mata Atlântica e 50% delas indicadas para recuperação de áreas degradadas.			Estratégias bioclimáticas/ passivas
Sistema artificial de lagos e praia com sistema cíclico de filtragem e reutilização da água.			Estratégias bioclimáticas/ passivas Gestão hídrica
Centro de Educação Ambiental - jardim vertical			Estratégias bioclimáticas/ passivas Eficiência energética
Centro de Educação Ambiental - telhado jardim			Estratégias bioclimáticas/ passivas Eficiência energética
Centro de Educação Ambiental - geração de energia através de placas fotovoltaicas			Eficiência energética

Quadro 28: Parque Madureira - Informações gerais e principais estratégias sustentáveis identificadas. Fonte: RRA (2013), Resende (2020), elaboração própria da autora (2020).

O Parque é composto por estruturas de esporte, lazer e cultura (figura 25) com programas diversificados. A partir do princípio que educação e conscientização ambiental são indispensáveis na formação e exercício da cidadania, também foi projetado o Centro de Educação Ambiental. O espaço funciona como polo difusor dos conceitos de sustentabilidade para a população que teve participação ativa no desenvolvimento do projeto através de consultas e assembleias públicas (RRA, 2013).



Figura 25: Acima, representação gráfica do projeto e, abaixo, imagem de satélite do Parque de Madureira Rio+20 executado. Fonte: RRA (2013), adaptado pela autora.



Figura 26, Figura 27, Figura 28 e Figura 29: Parque de Madureira Rio+20 – instalações e espaços. Fonte: RRA (2013), adaptado pela autora.

3.5.1.2.

Miguel Pinto Guimarães Arquitetos Associados - MPGAA

Sócio fundador do escritório MPGAA, o arquiteto e urbanista Miguel Pinto Guimarães busca, em suas criações, o bem viver dos usuários nas esferas individual e coletiva. Após anos de trabalho em sociedade com Thiago Bernardes e Paulo Jacobsen, Guimarães fundou seu próprio escritório em 2003 e desenvolveu mais de 400 projetos por todo o país e exterior ao lado das sócias Adriana Moura e Renata Duhá. Atualmente, o escritório conta com aproximadamente 25 colaboradores entre a sede no Rio de Janeiro e a filial em São Paulo (MPGAA, 2020).

A arquitetura de Miguel Pinto Guimarães é caracterizada pela ausência de estilo onde o que importa é o entendimento da paisagem local, das particularidades do clima e da flora, o que o motiva a pesquisar como os povos antigos equacionaram essas questões de contexto (REVISTA PROJETO, 2019).

Em função de sua busca persistente pela melhor casa brasileira, Guimarães é muito reconhecido por seus projetos residenciais de alto padrão. No entanto, o escritório atua em escalas e naturezas diversas desenvolvendo projetos de restaurantes, lojas, hotéis, edifícios institucionais e *masterplans* (MPGAA, 2020).

Residência MPG

Situada no bairro do Leblon – RJ, a Residência MPG está em fase de execução da obra com conclusão prevista para 2021. Durante as etapas iniciais houve um trabalho conjunto com uma consultoria de sustentabilidade, mas sem a pretensão na aquisição de uma certificação ambiental. Entretanto, recentemente o projeto ingressou no processo de certificação do GBC Brasil Casa.



Figura 30: Perspectiva ilustrativa da Casa MPG que se encontra em fase de construção e processo de certificação junto ao GBC Brasil. Fonte: MPG Arquitetura (2020).

De acordo com as simulações realizadas para análise do conforto térmico, o projeto atendeu ao nível superior NBR 15575 (Norma de Desempenho). Além do apelo estético e contemplativo, a cobertura jardim representou uma estratégia importante no conforto em função do seu potencial de isolamento térmico, o que contribuiu significativamente para a diferença entre as temperaturas externa e interna. Sobre a avaliação do desempenho lumínico, todos os ambientes de permanência prolongada atenderam aos requisitos mínimos de iluminação natural previstos na NBR 15575 (SUSTENTECH, 2020).

LOCALIZAÇÃO:	Á. CONSTRUIDA:	SITUAÇÃO / ANO:	CERTIFICAÇÃO:
Leblon, Rio de Janeiro - RJ	3.200m ²	Em construção	Em processo
ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS IDENTIFICADAS:			CATEGORIA:
Telhado jardim.			Estratégias bioclimáticas/ passivas
Beirais.			Estratégias bioclimáticas/ passivas
Venezianas articuláveis e brises.			Estratégias bioclimáticas/ passivas
Ventilação natural cruzada.			Estratégias bioclimáticas/ passivas
Esguadrias externas em grandes panos de vidro - favorecimento da iluminação natural			Estratégias bioclimáticas/ passivas
Metais (chuveiros e torneiras) com vazão controlada			Gestão da água
Bacias sanitárias com válvula de duplo fluxo.			Gestão da água
Captação e aproveitamento de águas pluviais para irrigação e manutenção.			Gestão da água
Projeto de paisagismo com xerojardinagem, minimização do consumo de água.			Gestão da água
Aquecimento de água através de placas solares.			Eficiência energética
Iluminação 100% LED (com Selo Procel Categoria A)			Eficiência energética
Vidros de alto desempenho para as esquadrias de fachada			Eficiência energética
Equipamentos de ar-condicionado com alto Coeficiente de Operação e Performance – COP.			Eficiência energética
A madeira utilizada na execução da obra possui certificação.			Gestão dos materiais
Depósito com separação para coleta seletiva do lixo.			Gestão de resíduos

Quadro 29: Residência MPG - Informações gerais e principais estratégias sustentáveis identificadas. Fonte: Guimarães (2020), elaboração própria da autora (2020).

Em função do processo de certificação, estratégias voltadas para o controle do processo de execução também estão sendo adotadas, como:

- Planilha de controle para execução da obra através de materiais com Compostos Orgânicos Voláteis baixos e controlados;
- Exigência de Documento de Origem Florestal – DOF para toda a madeira utilizada na execução da obra.

Escola Eleva Barra

Localizado em um terreno de 16.795 metros quadrados e cercado por vegetação nativa, o projeto consiste em uma reforma com pequena ampliação para abrigar Escola Eleva Barra – 2ª unidade projetada pela MPG Arquitetura.

O pavimento térreo se caracteriza como uma extensa área de convivência e integração com a natureza – potencializada através do projeto de paisagismo desenvolvido pela empresa Landscape Jardins. Além de funcionar como área de socialização, lazer e distribuição de fluxos, a eliminação das paredes originais do térreo deu lugar a um pátio coberto que integra os jardins de frente e fundos da escola (REVISTA PROJETO, 2019).

A pele metálica, que recobre as fachadas de maior extensão, oferece proteção contra a insolação e permitiu a manutenção dos vãos das esquadrias existentes sem qualquer alteração por questões estéticas. O desenho da pele remete à vegetação de mangue e restinga que fazem parte do ecossistema local (REVISTA PROJETO, 2019).

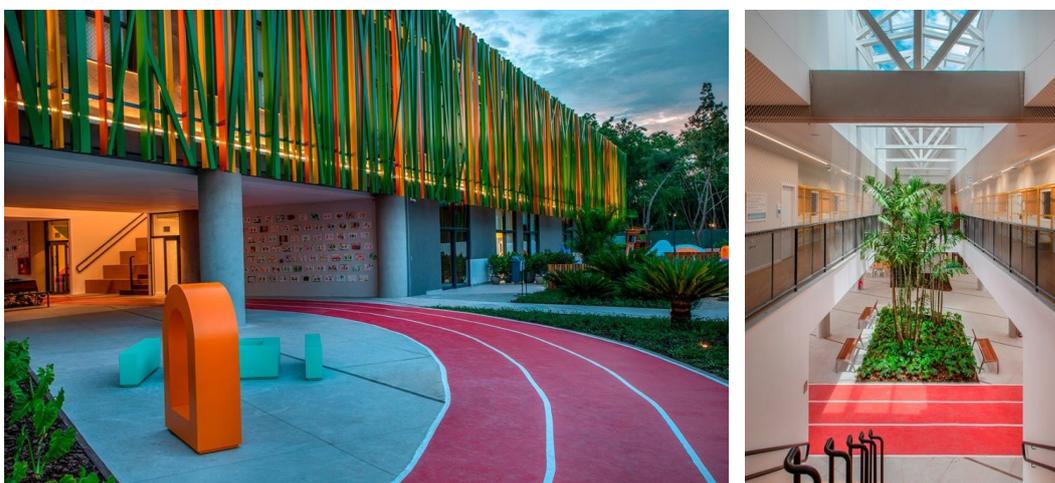


Figura 31 e Figura 32: Escola Eleva Barra (fase A) – Pele metálica nas fachadas de maior insolação, aproveitamento da iluminação natural zenital e ventilação cruzada entre pavimentos. Fontes: Revista Projeto (2019) e MPG Arquitetura (2020).

LOCALIZAÇÃO:	Á. CONSTRUÍDA:	SITUAÇÃO / ANO:	CERTIFICAÇÃO:
Barra da Tijuca, Rio de Janeiro - RJ	10.607m ²	1ª fase construída / 2019	Não
ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS IDENTIFICADAS:		CATEGORIA:	
Fachadas de maior extensão cobertas por pele metálica vazada para proteção contra insolação.		Estratégias bioclimáticas/ passivas	
Chaminé térmica.		Estratégias bioclimáticas/ passivas	
Integração entre edificação e paisagismo externo.		Estratégias bioclimáticas/ passivas	
Paisagismo com árvores frutíferas e espécies resistentes aos períodos comuns de estiagem local.		Estratégias bioclimáticas/ passivas	
		Gestão da água	

Captação e aproveitamento de águas pluviais para utilização em bacias sanitárias.	Gestão da água
A recusa aos gramados foi uma prerrogativa em função do grande consumo de água para irrigação.	Gestão da água
Iluminação zenital.	Eficiência energética
Sistema de iluminação 100% em LED.	Eficiência energética
Aproveitamento dos vãos originais das esquadrias de fachada.	Industrialização e racionalização da obra

Quadro 30: Eleva Barra – Informações gerais e principais estratégias sustentáveis identificadas. Fonte: Revista Projeto (2010), elaboração própria da autora (2020).

3.5.1.3.

Sergio Conde Caldas Arquitetura – SCCA

O arquiteto Sergio Conde Caldas fundou seu escritório há mais de 10 anos. Além de suas funções na empresa, com atuação diversa da escala urbana à unifamiliar (SERGIO CONDE CALDAS ARQUITETURA, 2017), Caldas participa nas esferas institucionais como conselheiro no Instituto de Arquitetos do Brasil do Rio de Janeiro – IAB-RJ e membro do Conselho Municipal de Política Urbana do Rio de Janeiro – COMPUR (CALDAS, 2020).

A primeira iniciativa do escritório no campo da sustentabilidade ocorreu em 2010 com o Movimento Terras, a primeira vila ecológica do Brasil localizada em Pedro do Rio, região serrana do RJ. Em parceria com outros três grandes escritórios de arquitetura²⁶, o projeto garantiu o primeiro selo britânico BREEAM de sustentabilidade da América Latina. A partir das premissas de acessibilidade e inclusão social, que também compõem o conceito global de sustentabilidade, o escritório participou da concepção do projeto-piloto de residência independente destinada às pessoas com comprometimento intelectual. Esse projeto foi fruto de uma parceria atual com o Instituto JNG, que também atua na colaboração com governos na formulação de políticas públicas voltadas a promover inclusão e autonomia para essa parcela da população (SCCA, 2017).

Movimento Terras

Idealizado em 2010, o empreendimento Movimento Terras é fruto do interesse pessoal de Sergio Conde Caldas em explorar a sustentabilidade na

²⁶ Levisky Arquitetos Associados, Miguel Pinto Guimarães Arquitetos Associados e Bernardes e Jacobsen Arquitetura.

construção de residências com custo acessível e emprego de materiais nacionais. Localizado na região serrana do Rio de Janeiro, o empreendimento consiste em 8 lotes (de aproximadamente 2,5mil metros quadrados cada), cada um com casas projetadas por Caldas e mais três arquitetos convidados: Adriana Levisky, Miguel Pinto Guimarães e Thiago Bernardes (CALDAS, 2020).



Figura 33: Movimento Terras – Implantação do empreendimento. Fonte: Revista Projeto (2014).

Ventilação e iluminação naturais, racionalidade dos materiais e sistemas construtivos de baixo impacto foram diretrizes para o desenvolvimento dos projetos e execução das obras. Além disso, todos os arquitetos precisaram seguir os critérios de avaliação do selo Bream, escolhido por Caldas para certificar ambientalmente o empreendimento, apesar do processo de certificação só ter sido concluído recentemente para a Casa 1 (CALDAS, 2020), cujas estratégias sustentáveis identificadas estão descritas no quadro 31.



Figura 34 e Figura 35: Movimento Terras – Fotos externa e interna da Casa 1. Fonte: Revista Projeto (2014).

LOCALIZAÇÃO:	Á. CONSTRUÍDA:	SITUAÇÃO / ANO:	CERTIFICAÇÃO:
Pedro do Rio - RJ	282,16m ²	Construído / 2012	BREEAM
ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS IDENTIFICADAS:		CATEGORIA:	
Integração da edificação com paisagismo externo.		Estratégias bioclimáticas/ passivas	
Telhado jardim (bloco dormitórios).		Estratégias bioclimáticas/ passivas	
Beirais.		Estratégias bioclimáticas/ passivas	
Venezianas articuláveis.		Estratégias bioclimáticas/ passivas	
Ventilação cruzada.		Estratégias bioclimáticas/ passivas	
Chaminé térmica.		Estratégias bioclimáticas/ passivas	
Esquadrias das fachadas em grandes panos e com utilização de vidros low-e ²⁷ (do inglês, <i>low emissivity</i>) que controlam o fluxo de transmissão térmica viabilizando conforto no interior da edificação sem abrir mão da iluminação natural.		Estratégias bioclimáticas/ passivas	
		Eficiência energética	
Estrutura metálica a partir de aço reciclado.		Gestão/Racionalização dos materiais	
Revestimento de piso fabricado com 25% de material de descarte.		Gestão/Racionalização dos materiais	
Vedações executadas em blocos de solo-cimento.		Gestão/Racionalização dos materiais	
		Estratégias bioclimáticas/ passivas	
Coleta do óleo de cozinha com destinação à reciclagem.		Gestão de resíduos	
Captação e aproveitamento de águas pluviais para bacias sanitárias.		Gestão da água	
Tratamento e reuso de águas cinzas para irrigação.		Gestão da água	
Aquecimento de água através de tubo coletor (complementação a gás em dias nublados).		Eficiência energética	

Quadro 31: Movimento Terras – Informações gerais e principais estratégias sustentáveis identificadas. Fonte: Revista Projeto (2014), elaboração própria da autora (2020).

Em relação às vedações, a execução através de blocos de solo-cimento (figura 36 e figura 37) elimina a etapa de queima dos tijolos convencionais, usa parte da matéria-prima local e dispensa o uso de massa de assentamento por funcionarem em um sistema de encaixe. Por apreciar a estética do material – que possui superfície ligeiramente lisa – o escritório optou por deixá-los

²⁷ Vidros *low-e* (do inglês, *low emissivity*) possuem um revestimento extrafino de metais e óxidos metálicos que proporciona baixa emissividade de calor. Invisíveis a olho nu, essas partículas nanométricas absorvem raios infravermelhos, permitindo controlar tanto o ganho quanto a perda térmica. Disponível em: www.aecweb.com.br

aparentes em diversas situações, o que evitou o uso de mais revestimentos e pinturas. Também foi possível minimizar o desperdício no canteiro de obras, já que esse tipo de bloco viabiliza a passagem de instalações por dentro dos seus próprios furos (SCCA, 2012). Furos estes que também contribuem para a inércia térmica, por possibilitarem um colchão de ar natural isolante entre exterior e interior da edificação (REVISTA PROJETO, 2014).

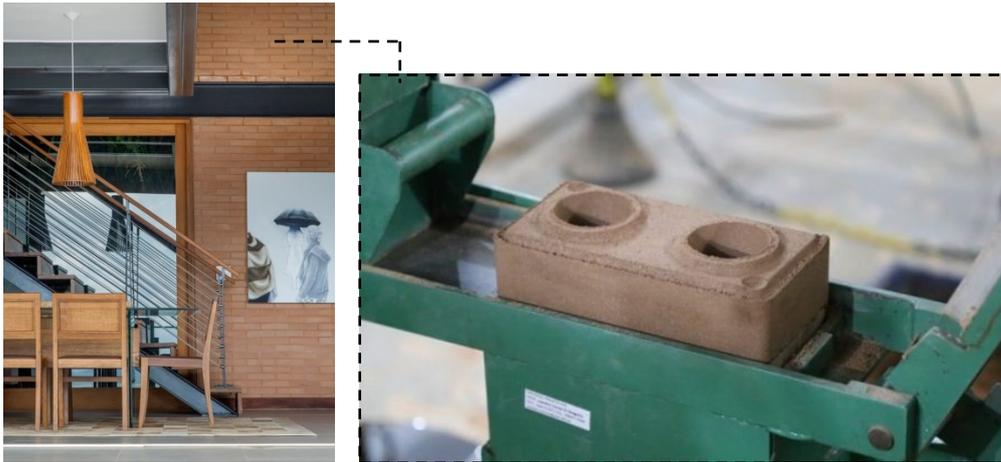


Figura 36 e Figura 37: Paredes executadas em bloco de solo-cimento aparente. Fontes: Sergio Conde Caldas Arquitetura (2012) e BBC News Brasil (2019).

Segundo Caldas (2020), encontrar no mercado nacional soluções e fornecedores que possuíssem comprovação ambiental dos seus produtos e de suas cadeias produtivas foi a maior dificuldade. O arquiteto cita um porcelanato que foi escolhido por conter 25% de material de descarte em sua fabricação. No entanto, apesar do fornecedor ser uma grande empresa reconhecida, não havia qualquer tipo de laudo do produto, fator necessário no processo de certificação Breeam.

3.5.1.4. Bernardes Arquitetura

Com ativa participação no mercado do Rio de Janeiro, de São Paulo e, mais recentemente, em Lisboa em Portugal, a Bernardes Arquitetura atualmente é liderada pelo arquiteto Thiago Bernardes, neto de Sergio Bernardes, grande referência da arquitetura moderna brasileira (BERNARDES ARQUITETURA, 2019).

A partir de sua experiência em mais de 10 anos na Bernardes Arquitetura, Abreu (2020) explica que o escritório funciona a partir do trabalho colaborativo e

integrado entre seus 70 profissionais, com atuação nas áreas de arquitetura, urbanismo e design de interiores desenvolvendo projetos que atravessam variados programas e escalas.

Edifício Aníbal

Localizado no bairro de Ipanema, na cidade do Rio de Janeiro, “o Edifício Aníbal abriga as sedes de três empresas distribuídas em três pavimentos de planta livre”. O pavimento térreo é destinado aos acessos e garagem e a cobertura funciona como uma área de estar compartilhado entre os usuários (BERNARDES ARQUITETURA, 2015).

O sistema de fachada do edifício é composto por camadas que filtram luz e som, sendo elas: cobogó metálico perfurado em módulos de 15x15x15cm, jardineiras e esquadrias de alumínio e vidro (figura 38 e figura 39). A cor branca do cobogó potencializa o aproveitamento de iluminação natural a partir da reflexão e rebatimento da luz do sol para o interior da edificação. As jardineiras auxiliam na privacidade e trazem o conceito de biofilia para os ambientes de trabalho. As esquadrias com grandes panos de vidro que cobrem a extensão de toda a fachada proporcionam a entrada luz natural e são tratadas para garantir conforto acústico no interior da edificação (GALERIA DA ARQUITETURA, 2016).

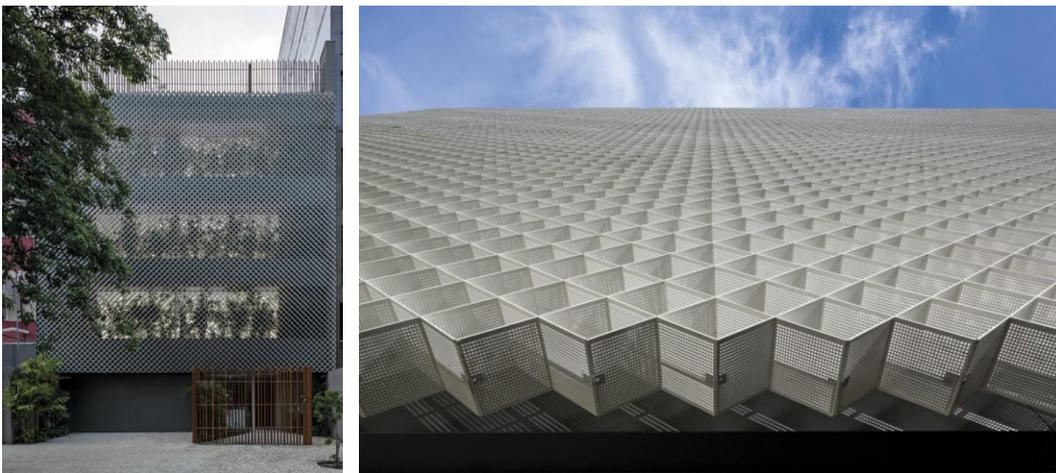


Figura 38 e Figura 39: Edifício Aníbal – Fachada frontal e detalhe do cobogó metálico. Fonte: Revista Projeto (2015).

Tanto a fachada frontal quanto a fachada fundos possuem as mesmas aberturas (GALERIA DA ARQUITETURA, 2016) proporcionando a ventilação natural cruzada, fator que possibilita a redução do uso de ar-condicionado em

períodos de temperaturas mais amenas e consequente economia no consumo energético.

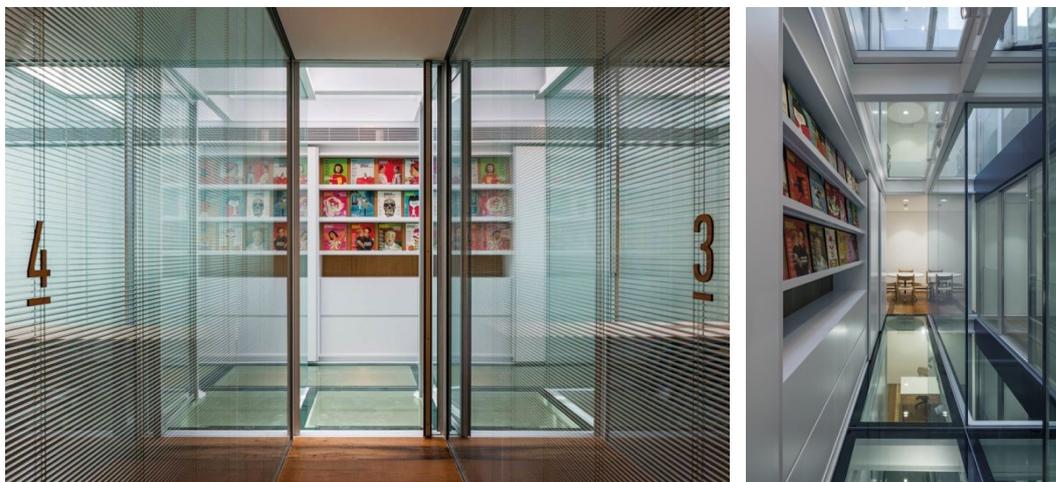


Figura 40 e Figura 41: Edifício Aníbal – Biblioteca e passarelas de vidro em todos os pavimentos permitindo a iluminação natural. Fonte: Revista Projeto (2015).

LOCALIZAÇÃO:	Á. CONSTRUÍDA:	SITUAÇÃO / ANO:	CERTIFICAÇÃO:
Ipanema, Rio de Janeiro - RJ	1020m ²	Construído / 2015	Não
ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS IDENTIFICADAS:		CATEGORIA:	
Ventilação natural e cruzada.		Estratégias bioclimáticas/ passivas	
Sistema de fachada em camadas: cobogó metálico, jardineiras e esquadrias de vidro.		Estratégias bioclimáticas/ passivas	
Revestimento interno de piso (salas) em madeira de demolição.		Gestão/Racionalização dos materiais	
Iluminação 100% LED.		Eficiência energética	
Sistema de ar-condicionado VRF		Eficiência energética	

Quadro 32: Edifício Aníbal – Informações gerais e principais estratégias sustentáveis identificadas. Fonte: Revista Projeto (2015), elaboração própria da autora (2020).

Casa Asa

Localizada na zona sul da cidade do Rio de Janeiro, a Casa Asa é uma edificação unifamiliar caracterizada pela integração entre os espaços internos e o paisagismo circundante. As esquadrias generosas potencializam o aproveitamento da iluminação natural e, em conjunto com um trecho do embasamento em pilotis, permite o fluxo natural de ventilação cruzada que proporciona conforto térmico à edificação. De acordo com o site da Bernardes Arquitetura (2020) o projeto foi finalista nas premiações *World Architecture*

Festival e Dezeen Awards, ambas em 2019 (BERNARDES ARQUITETURA, 2019).



Figura 42 e Figura 43: Casa Asa – Integração com paisagismo, embasamento em pilotis e detalhe para elementos de sombreamento na fachada. Fonte: Bernardes Arquitetura (2019).

LOCALIZAÇÃO:	Á. CONSTRUÍDA:	SITUAÇÃO / ANO:	CERTIFICAÇÃO:
Rio de Janeiro - RJ	3385m ²	Construído / 2018	Não
ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS IDENTIFICADAS:		CATEGORIA:	
Ventilação natural e cruzada.		Estratégias bioclimáticas/ passivas	
Esquadrias com grandes panos de vidro para favorecimento da iluminação natural.		Estratégias bioclimáticas/ passivas	
Integração da edificação com paisagismo externo.		Estratégias bioclimáticas/ passivas	
Brises e beirais.		Estratégias bioclimáticas/ passivas	
Captação e reuso de água da chuva para irrigação.		Gestão da água	
Aquecimento de água através de painéis solares.		Eficiência energética	
Geração de energia elétrica através de placas fotovoltaicas.		Eficiência energética	

Quadro 33: Casa Asa - Informações gerais e principais estratégias sustentáveis identificadas. Fonte: Bernardes (2018), elaboração própria da autora (2020).

3.5.1.5. Duda Porto Arquitetura

Fundado há 20 anos, o escritório Duda Porto Arquitetura é especializado no desenvolvimento de projetos de arquitetura, interiores e empreendimentos imobiliários com naturezas e escalas diversas (DUDA PORTO ARQUITETURA, 2019).

Duda Porto, arquiteto fundador do escritório, afirma sempre projetar em comunhão com o tripé da sustentabilidade. Recentemente, passou a incluir em seu repertório – não mais de maneira empírica, mas baseado em conhecimento técnico – requisitos de saúde e bem estar dos usuários (DUDA PORTO ARQUITETURA, 2019).

Para Porto (2019), é preciso que o arquiteto desperte no cliente o pensamento sobre planejamento e estabelecimento de metas futuras para que, de uma forma colaborativa, os projetos sejam desenvolvidos e traduzam os desejos do cliente em uma realidade qualificada.

Casa Lite

O projeto da Casa Lite foi desenvolvido em 2019 a partir dos conceitos de modulação, autossuficiência e sustentabilidade. A obra é fruto de planejamento e eficiência, compromisso com o melhor *aproveitamento de material, transporte, integração entre o homem, a arquitetura e o espaço a seu redor*. Fatores estes que contribuíram para a conquista do selo Nova Construção – Nível A do processo de certificação ambiental *Healthy Building Certificate* – HBC, do qual foram alcançados 90% dos pontos aplicáveis (CASACOR, 2019).

Coordenado pelo *Healthy Building World Institute* – cuja sede fica na Florida, EUA – o HBC é um selo que visa estimular a criação e manutenção de “construções que melhoram a saúde e o bem-estar dos usuários”. Além de edificações, o selo também é concedido a produtos mediante cumprimento dos parâmetros estabelecidos no processo de certificação (HBC, 2019).

LOCALIZAÇÃO:	Á. CONSTRUÍDA:	SITUAÇÃO / ANO:	CERTIFICAÇÃO:
33ª Edição do CasaCor – SP (reconstrução futura na região serrana do RJ)	190m ²	Construído / 2019	<i>Healthy Building Certificate</i> - HBC
ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS IDENTIFICADAS:		CATEGORIA:	
Integração da edificação com paisagismo externo.		Estratégias bioclimáticas/ passivas	
Terraço jardim.		Estratégias bioclimáticas/ passivas	
Ventilação natural cruzada.		Estratégias bioclimáticas/ passivas	
Beirais.		Estratégias bioclimáticas/ passivas	

Muxarabi na fachada (controle de insolação e iluminação)	Estratégias bioclimáticas/ passivas
Esquadrias externas em grandes panos de vidro - favorecimento da iluminação natural	Estratégias bioclimáticas/ passivas
Captação e aproveitamento de águas pluviais para bacias sanitárias e irrigação.	Gestão da água
Geração de energia através de placas fotovoltaicas.	Eficiência energética
Aquecimento de água através de painéis solares.	Eficiência energética
Iluminação 100% LED com sistema de automação.	Eficiência energética
Utilização da madeira como revestimento de piso e de teto. Paredes internas e externas em madeira e pedra natural.	Gestão/Racionalização dos materiais
Concepção de projeto em conceito modular.	Gestão/Racionalização dos materiais
	Industrialização e racionalização da obra
Sistema construtivo <i>steel frame</i> .	Industrialização e racionalização da obra
Execução da obra realizada em 40 dias	Gestão de resíduos

Quadro 34: Informações gerais e principais estratégias sustentáveis identificadas. Fonte: Fonte: ArchDaily (2019) e Casacor (2019), elaboração própria da autora (2020).

O sistema construtivo em *steel frame* eliminou a necessidade de concretagem o que, por consequência, minimizou o consumo de água e favoreceu a pegada de carbono da construção, tornando a obra mais limpa e seca (ARCHDAILY, 2019).

Além disso, a viabilização da execução em apenas 40 dias reduz significativamente a geração de resíduos de construção assim como a emissão de GEE em função da minimização dos transportes envolvidos na logística na obra (DUDA PORTO ARQUITETURA, 2019).



Figura 44 e Figura 45: Fotos da Casa Lite durante a mostra CASACOR 2018 em SP. Fonte: Duda Porto Arquitetura (2019).

Projetada inicialmente para a 33ª mostra do CASACOR SP28, a casa será remontada na região serrana do Rio de Janeiro, com aproveitamento de 70% da estrutura e acréscimo de novos módulos em atendimento às necessidades dos clientes (CASACOR, 2019).

3.5.1.6.

Casa do Futuro – Consultoria de Sustentabilidade

Fundada em 2005, dentro da incubadora de empresas do Instituto Nacional de Tecnologia – INT, a Casa do Futuro atua exclusivamente nas áreas de tecnologia e sustentabilidade aplicadas em projetos de diversos programas e escalas (CASA DO FUTURO, 2012).

O escritório desenvolve e implanta projetos de eficiência energética, telecomunicações, segurança e automação. Também oferece o serviço de consultoria para projetos sustentáveis através das certificações ambientais como o LEED, AQUA-HQE™, PBE Edifica e QUALIVERDE. Atua de forma colaborativa com arquitetos e projetistas complementares durante o desenvolvimento dos projetos, no acompanhamento da obra até o treinamento de funcionários, equipes de operação, corretores e usuários (CASA DO FUTURO, 2012).

Projetos como o Museu do Amanhã, Biblioteca Parque Estadual e Moinho Fluminense – localizados na cidade do Rio de Janeiro – são alguns dos quais a Casa do Futuro prestou consultoria de sustentabilidade com acompanhamento dos processos para certificações ambientais adquiridas, sendo o LEED a certificação comum aos três. Já nos projetos como o Edifício do BNDES e o Edifício Porto I Rio Corporate – também localizados na capital carioca – o escritório também atuou no desenvolvimento de projeto de tecnologia predial (CASA DO FUTURO, 2013).

²⁸ CASACOR é uma mostra de arquitetura, design de interiores e paisagismo que ocorre em mais de 20 cidades da América Latina, sendo São Paulo e Rio de Janeiro duas dessas cidades. Disponível em www.casacor.abril.com.br.

3.5.2. São Paulo

A seguir serão apresentados os quatro escritórios de arquitetura e a empresa de consultoria de sustentabilidade que foram entrevistados e são sediados na cidade de São Paulo (quadro 35).

ESCRITÓRIO	ENTREVISTADO	CARGO	CITAÇÃO
STUDIO MK27	Lair Reis	Gerente de qualidade	Reis (2019)
FGMF	Fernando Forte	Sócio fundador	Forte (2020)
PERKINS&WILL SP	Adriana Barbosa	Gerente de projetos	Barbosa (2020)
ATELIER O'REILLY	Patricia O'Reilly	Sócia fundadora	O'Reilly (2020)
SUSTENTECH (consultoria de sustentabilidade)	João Marcello Gomes Pinto	Fundador e diretor	Pinto (2020)

Quadro 35: Escritórios e profissionais de São Paulo entrevistados. Fonte: Elaboração própria da autora (2020).

3.5.2.1. Studio MK27

O Studio MK27 foi fundado no final dos anos 70 pelo arquiteto Marcio Kohan. Com atuação no Brasil e no exterior, o escritório possui vasta experiência no mercado de alto padrão e explora diversos programas como residencial uni e multifamiliar, hotelaria, comercial, institucional, entre outros.

Durante a entrevista, o escritório foi representado através do gerente de projetos Lair Reis, arquiteto e urbanista formado pela FAU-Makenzie que integra a equipe do escritório desde 2004. O gerenciamento da implantação de sistemas BIM e as iniciativas de sustentabilidade estão sob a responsabilidade de Reis que também é membro do Green Building Council Brasil – GBC Brasil, onde fez MBA em construções sustentáveis (STUDIO MK27, 2019).

A partir de 2011, os projetos MK27 passaram a buscar a radicalização nas estratégias de minimização dos impactos ambientais e melhoria do uso racional dos recursos, tanto na obra quanto na pós-ocupação (KOGAN, 2016).

De acordo com Reis (2019), atualmente, o escritório conta com dois projetos residenciais unifamiliares certificados e mais outros oito projetos residenciais em processo de certificação, sendo dois deles edificações multifamiliares enquadradas na certificação GBC Brasil Condomínio.

Casa Catuçaba

A Casa Catuçaba é o “estereótipo de casa sustentável com soluções mais radicais” e foi o primeiro projeto do escritório a adquirir uma certificação ambiental (REIS, 2019).

Localizada em uma fazenda de 30.000 metros quadrados no interior de SP, a casa não é conectada com as redes públicas de abastecimento de água e energia. O ambiente natural, abundante em vento, chuva e sol, forneceu os elementos necessários para que a arquitetura propusesse sistemas eficientes e autossuficientes (KOGAN, 2016).

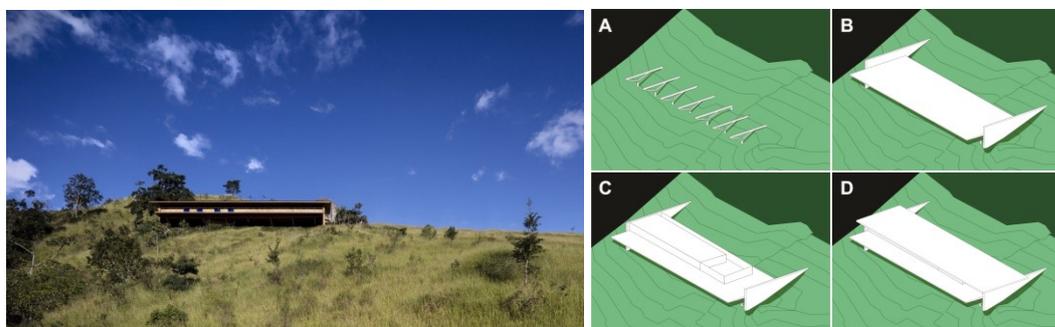


Figura 46 e Figura 47: À esquerda, fachada norte. À direita, esquema de implantação e volumetria indicando baixo impacto na topografia local mediante solução de separação entre edificação e o solo, evitando movimentação de terra com corte e aterro. Fonte: Studio MK27 (2016).

Segundo Reis (2019) as simulações termo energéticas realizadas foram decisivas para as estratégias adotadas no tratamento tanto dos revestimentos internos quanto da principal fachada da casa, que, por sua vez, é voltada para o norte. A partir da premissa de garantir uma temperatura interna na edificação entre 20 e 25 graus Celsius sem a utilização de sistema de ar-condicionado, o projeto precisou ser reformulado e o envolvimento do cliente no processo foi fundamental, segundo depoimento do arquiteto.

LOCALIZAÇÃO:	Á. CONSTRUÍDA:	SITUAÇÃO / ANO:	CERTIFICAÇÃO:
São Luís do Piratininga - SP	309m ²	Construído / 2016	GBC Casa - Nível Platina
ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS IDENTIFICADAS:			CATEGORIA:
Integração da edificação com paisagismo externo.			Estratégias bioclimáticas/ passivas
Ventilação natural cruzada.			Estratégias bioclimáticas/ passivas

Beirais.	Estratégias bioclimáticas/ passivas
Brises e revestimento de fachada em eucalipto.	Estratégias bioclimáticas/ passivas
	Gestão/Racionalização dos materiais
Alvenarias laterais e piso interno fabricado a partir do solo do terreno. Piso assentado em plataforma de madeira.	Estratégias bioclimáticas/ passivas
	Gestão/Racionalização dos materiais
Dimensionamento das esquadrias das fachadas conforme insolação.	Estratégias bioclimáticas/ passivas
	Gestão/Racionalização dos materiais
Geração de energia através de baterias, painéis fotovoltaicos, painéis térmicos e gerador eólico.	Eficiência energética
Abastecimento de água potável através de fontes naturais locais.	Gestão da água
Captação e aproveitamento de águas pluviais.	Gestão da água
Adequação à topografia local com minimização de corte e aterro.	Racionalização da obra
Alvenarias externas executadas em <i>steel frame</i> .	Industrialização e racionalização da obra
Estrutura pré-fabricada em madeira laminada cruzada (com selo FSC – <i>Forest Stewardship Council</i>) montada in loco.	Industrialização e racionalização da obra
	Gestão/Racionalização dos materiais

Quadro 36: Casa Catuçaba – Informações gerais e principais estratégias sustentáveis identificadas. Fontes: Reis (2019) e Studio MK27 (2016), elaboração própria (2020).



Figura 48 e Figura 49: Revestimentos internos à base de terra capaz de promover maior inércia térmica. Fonte: Studio MK27 (2016), Reis (2019).

As janelas dos quartos, que precisavam ser significativamente reduzidas, sofreram alteração fundamentada não só na premissa sustentável, mas também na releitura das janelas coloniais das fazendas de café da região. O que antes era uma fachada toda de vidro com *brises*, passou a ter, nos quartos, vãos de 1,40m x 1,40m em conjunto com trechos de paredes opacas. Estas, executadas no sistema *steeel frame* e revestidas externamente com toras de eucalipto (figura 50) (REIS, 2019).



Figura 50 e Figura 51: Fachada norte revestida em eucalipto, também utilizado como *brise* para filtrar luz e calor externos e proporcionar conforto térmico no interior da edificação. Fonte: Studio MK2 (2016); Reis (2019).

Planar House

Localizada em um terreno de 7.000 metros quadrados no interior de SP, a *Planar House* é mencionada por Reis (2019) como um projeto mais convencional de residências de alto padrão, se comparado com a Casa Catuçaba.

A busca por uma arquitetura com menor impacto possível sobre o meio ambiente resultou em uma casa que se torna continuação da topografia circundante. A cobertura é considerada como a quinta fachada da edificação. É um grande gramado plano que, além de acomodar painéis solares e claraboias em uma cuidadosa composição que garantisse o menor contraste possível com a paisagem natural ao redor, contribui para o conforto térmico da casa isolando e resfriando os cômodos dispostos abaixo. Esse foi um dos motivos pelos quais o escritório pleiteou uma classificação de sustentabilidade do *Green Building Council Brasil* (Hennigan, 2018).



Figura 52 e Figura 53: Vistas panorâmica e aérea da *Planar House* – baixo impacto visual de sua implantação. Fonte: Studio MK27 (2018).



Figura 54 e Figura 55: Laje plana gramada que camufla a edificação no entorno e reduz a absorção térmica provocada pela insolação. Fonte: Studio MK27 (2018).

LOCALIZAÇÃO:	Á. CONSTRUIDA:	SITUAÇÃO / ANO:	CERTIFICAÇÃO:
Fazenda Boa Vista - SP	1.000m ²	Construído / 2018	GBC Casa - Nível Ouro
ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS IDENTIFICADAS:		CATEGORIA:	
Integração da edificação com paisagismo externo.		Estratégias bioclimáticas/ passivas	
Ventilação natural cruzada		Estratégias bioclimáticas/ passivas	
Terraço jardim.		Estratégias bioclimáticas/ passivas	
Brises em madeira.		Estratégias bioclimáticas/ passivas	
Beirais.		Estratégias bioclimáticas/ passivas	
Claraboias (iluminação natural).		Estratégias bioclimáticas/ passivas	
Esquadrias externas em grandes panos de vidro - favorecimento da iluminação natural		Estratégias bioclimáticas/ passivas	
Geração de energia através de placas fotovoltaicas.		Eficiência energética	

Adequação à topografia local com minimização de corte e aterro.	Racionalização da obra
---	------------------------

Quadro 37: *Planar House* – Informações gerais e principais estratégias sustentáveis identificadas. Fontes: Reis (2019) e Studio MK27 (2018), elaboração própria da autora (2020).

3.5.2.2. FGMF

Fruto da sociedade entre os arquitetos Fernando Forte, Lourenço Gimenes e Rodrigo Marcondes Ferraz, o escritório FGMF foi fundado em 1999 “com o propósito de produzir uma arquitetura contemporânea, sem restrições ao uso de materiais, técnicas construtivas e escalas” (FGMF, 2018).

Baseado em uma experiência com amplo espectro de programas e tipologias, com produção anual de aproximadamente 45 projetos (FGMF, 2020), o perfil do escritório reflete uma arquitetura plural, heterogênea e dinâmica. Para os sócios, a sustentabilidade é um conceito sempre presente nos seus trabalhos a partir do interesse e compromisso em fazer uma arquitetura competente, não necessariamente vinculada às certificações de desempenho (REVISTA ARKHÉ, 2018).

Fernando Forte, arquiteto e urbanista formado pela FAU-USP é um colaborador regular de revistas e sites de arquitetura (REVISTA ARKHÉ, 2018) e também contribuiu para essa pesquisa através de sua experiência de mais de 20 anos no mercado de trabalho. Especialista em sistemas estruturais, Forte divide a criação dos projetos com os demais sócios e coordena a equipe de obras e a fiscalização de execução (REVISTA ARKHÉ, 2018).

Casa Natura

A Casa Natura, que constitui um espaço de integração entre seus consultores e público, foi o projeto piloto de um plano da empresa Natura em replicar mais 70 *showrooms* semelhantes em todo o Brasil.

Otimização, controle dos custos de construção para uma implementação múltipla e acelerada foram algumas das premissas de projeto. Como resultado, foi aprovada a proposta de uma edificação com estrutura metálica pré-moldada, cuja concepção inicial previa a junção das peças através de parafusos. No

entanto, em função de uma parceria no fornecimento do aço, a montagem da estrutura foi realizada com solda (FGMF, 2018).

A estrutura foi projetada para compor um modelo base capaz de receber diferentes elementos, como *brises* e pérgolas, instalados e adaptados de acordo com a insolação, ventos dominantes e demais particularidades de cada local e implantação. No entanto, em avaliação posterior, a empresa Natura abortou o plano de replicar espaços semelhantes em outras regiões, concluindo apenas a execução da unidade de Santo André (FGMF, 2018).



Figura 56 e Figura 57: Casa Natura – fachada principal e vista do pátio interno. Fonte: FGMF (2010).

Em relação à execução da obra, foram utilizados métodos tradicionais apenas durante o trabalho preliminar sobre terrenos e fundações. As demais etapas foram organizadas em sequencia. Elementos e componentes como vigas, pilares, painéis de gesso, painéis de cimento, esquadrias e acabamentos complementares chegavam divididos ao canteiro de obras para posterior montagem no local (RE-THINKING THE FUTURE, 2014).

O projeto da Casa Natura obteve a primeira certificação AQUA do Brasil na tipologia edificação comercial e recebeu algumas premiações. Entre elas, o 2º lugar no Prêmio Abilux na categoria Iluminação Eficiente, em 2011 e a Menção Honrosa no internacional *Re-Thinking the Future Awards*, com destaque para Sustentabilidade, em 2014. A figura 58 apresenta esquematicamente as principais estratégias sustentáveis adotadas.

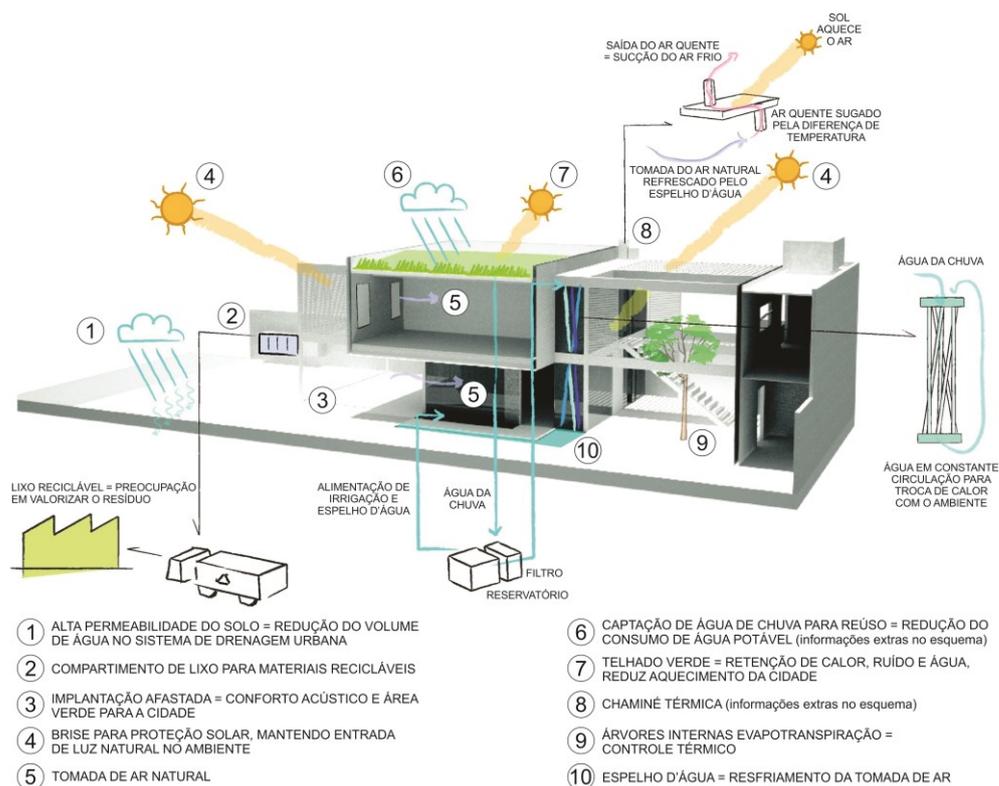


Figura 58: Modelo esquemático de apresentação das estratégias sustentáveis adotadas. Fonte: ArchDaily Brasil (2012) , adaptado pela autora.

LOCALIZAÇÃO:	Á. CONSTRUÍDA:	SITUAÇÃO / ANO:	CERTIFICAÇÃO:
Santo André - SP	250m ²	Construído / 2010	AQUA
ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS IDENTIFICADAS:		CATEGORIA:	
Terraço jardim.		Estratégias bioclimáticas/ passivas	
Ventilação natural cruzada.		Estratégias bioclimáticas/ passivas	
Chaminé térmica.		Estratégias bioclimáticas/ passivas	
Brises e pergolados (iluminação natural com controle da insolação)		Estratégias bioclimáticas/ passivas	
Implantação recuada da via pública (conforto acústico)		Estratégias bioclimáticas/ passivas	
Jardim/pátio interno.		Estratégias bioclimáticas/ passivas	
Revestimentos de piso externo permeáveis.		Gestão da água	
Captação e aproveitamento de águas pluviais em irrigação e espelho d'água.		Gestão da água	
Estrutura metálica pré-fabricada (exceto fundações).		Industrialização e racionalização da obra	
Compartimento de lixo para recicláveis.		Gestão de resíduos	

Quadro 38: Casa Natura - Informações gerais e principais estratégias sustentáveis identificadas. Fontes: FGMF (2010), elaboração própria da autora (2020).

Apesar das conquistas relacionadas à certificação e premiações, Forte (2020) reafirma a importância de se produzir uma arquitetura atenta aos benefícios alcançados através de soluções passivas, desvinculando a sustentabilidade no projeto da chancela exclusiva de certificações de desempenho.

Edifício Corujas

Localizado na Vila Madalena em São Paulo, o Corujas é um edifício de escritórios com tamanhos e formatos variados. A limitação de um gabarito máximo de 9 metros aliada à busca pela retratação da escala do pedestre bastante característica do entorno resultaram em uma edificação horizontalizada e permeada por pátios internos, passarelas, varandas e jardins privados que viabilizam reuniões externas e estimulam o convívio dos usuários (FGMF, 2018).

De acordo com o FGMF (2018), “há na edificação, no intuito de reforçar essas questões [...] criando quase uma micro-comunidade.” O oposto do que ocorre nos demais edifícios corporativos em São Paulo, que “segregam” os usuários.



Figura 59: Foto aérea que demonstra a implantação do projeto condizente com o terreno e compatível com o entorno. Fonte: FGMF (2018).



Figura 60 e Figura 61: Espaços como pátios internos, varandas e jardins para integração entre usuários e valorização do paisagismo e do clima local. Fonte: FGMF (2018).

O sistema construtivo da edificação é híbrido e contempla a combinação entre elementos pré-moldados em concreto e estrutura metálica, ambos aparentes, e lajes protendidas para viabilizar grandes vãos. As esquadrias com grandes panos de vidro valorizam a iluminação natural dos espaços e as telas metálicas perfuradas funcionam como *brises* que auxiliam na atenuação da insolação e na privacidade. O conforto térmico também é valorizado a partir das circulações abertas que permitem a ventilação cruzada entre os ambientes (GALERIA DA ARQUITETURA, 2014).



Figura 62: Diagrama de conforto ambiental. Fonte: FGMF (2018).

LOCALIZAÇÃO:	Á. CONSTRÚIDA:	SITUAÇÃO / ANO:	CERTIFICAÇÃO:
Vila Madalena, São Paulo – SP	3470m ²	Construído / 2014	Não
ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS IDENTIFICADAS:		CATEGORIA:	
Integração da edificação com paisagismo.		Estratégias bioclimáticas/ passivas	
Ventilação natural cruzada.		Estratégias bioclimáticas/ passivas	
Brises metálicos.		Estratégias bioclimáticas/ passivas	
Valorização da iluminação natural.		Estratégias bioclimáticas/ passivas	
Utilização de madeiras com certificação FSC (<i>Forest Stewardship Council</i>).		Gestão/Racionalização dos materiais	
Utilização de materiais recicláveis.		Gestão/Racionalização dos materiais	
Adequação à topografia local com minimização de corte e aterro.		Racionalização da obra	
Sistema construtivo misto, valorizando elementos pré-fabricados e aparentes (sem revestimento para acabamento).		Industrialização e racionalização da obra	

Quadro 39: Edifício Corujas – Informações gerais e principais estratégias sustentáveis identificadas. Fontes: FGMF (2018), Galeria da Arquitetura (2014), elaboração própria da autora (2020).

3.5.2.3.

Perkins & Will SP

A empresa norte-americana Perkins&Will, fundada em Chicago em 1935, possui filiais em 25 cidades ao redor do mundo (PERKINS&WILL, 2020). No Brasil, a Perkins&Will se faz presente através da filial de São Paulo desde 2015, quando realizou a fusão com o escritório brasileiro RoccoVidal com objetivo de oferecer seus serviços exclusivos ao mercado nacional (REVISTA PROJETO, 2015).

A arquiteta Adriana Barbosa, gerente de projeto e também especialista em Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo e consultora da etiquetagem Procel Edifica, representou a filial paulista na entrevista concedida para essa pesquisa.

Centro de Pesquisa e Inovação da L'Oréal

Localizado na Cidade Universitária da Universidade Federal do Rio de Janeiro, o novo Centro de Pesquisa e Inovação da L'Oréal foi projetado para ser “uma instalação de última geração e alto desempenho que restaurasse e

regenerasse o ambiente natural ao seu redor”. A edificação atingiu nível neutro de emissão de carbono, possui sistemas prediais de alto desempenho e, em especial, possui também um sistema de jardins filtrantes responsáveis pela absorção e filtragem da água da Baía de Guanabara que retorna para o meio ambiente regenerada (PERKINS&WILL, 2019).



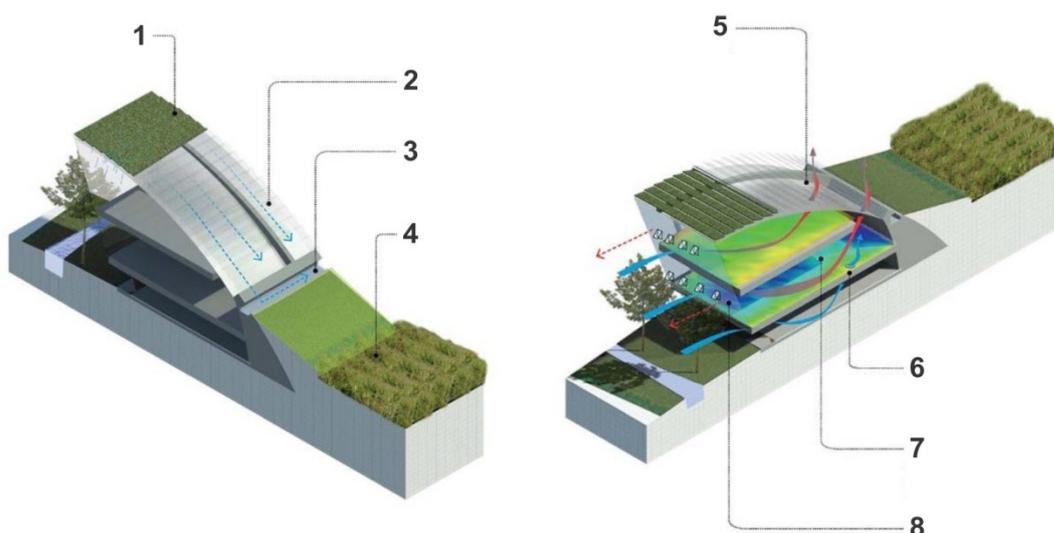
Figura 63: Centro de Pesquisa e Inovação da L'Oréal. Fonte: Perkins&Will (2019).

A edificação, que possui 13.935m² de área construída, garantiu a certificação LEED foi reconhecida pelo Programa Internacional de Construção Sustentável como o melhor nível Platinum. O consumo de energia é 100% renovável proveniente de produção local através de painéis fotovoltaicos e também de geração eólica externa. Sobre a gestão hídrica, 45% do consumo total de água é suprido pelo tratamento e reuso da água utilizada na própria edificação, o equivalente ao consumo mensal de 210 casas com média de 4 usuários (GBC BRASIL, 2020).

LOCALIZAÇÃO:	Á. CONSTRUIDA:	SITUAÇÃO / ANO:	CERTIFICAÇÃO:
Cidade Universitária, Rio de Janeiro - RJ	13.935m ²	Construído / 2016	LEED – Nível Gold (projeto) e Platinum (construção)
ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS IDENTIFICADAS:			CATEGORIA:
Integração da edificação com paisagismo externo.			Estratégias bioclimáticas/ passivas
Valorização da iluminação natural.			Estratégias bioclimáticas/ passivas

Ventilação cruzada para conforto térmico e aceleração das perdas de calor dos sistemas de condicionamento do ar (resfriamento passivo).	Estratégias bioclimáticas/ passivas
	Eficiência energética
Utilização apenas de materiais com “credenciais ambientais”.	Gestão/Racionalização dos materiais
Geração de energia 100% renovável através de painéis fotovoltaicos e geração eólica externa.	Eficiência energética
Tratamento e reuso de 45% da água consumida no local.	Gestão da água
Captação e reuso de água da chuva.	Gestão da água
Utilização de jardins filtrantes para despoluir a água da Baía de Guanabara.	Gestão da água
Adequação à topografia local com eliminação da necessidade de corte e aterro.	Racionalização da obra
	Estratégias bioclimáticas/ passivas

Quadro 40: Centro de Pesquisa e Inovação da L'Oréal – Informações gerais e principais estratégias sustentáveis identificadas. Fontes: Perkins&Will (2019), GBC Brasil (2020) e ArchDaily Brasil (2020), elaboração própria da autora (2020).



LEGENDA:

1. Amplo telhado verde montado com bandejas (sem PVC) para plantio.
2. Unidade de envidraçamento fotovoltaico.
3. Canal de captação de água da chuva.
4. Living Machine trata águas residuais sem o uso de produtos químicos.
5. Uso de ventilação cruzada para acelerar a taxa de perdas de calor por convecção do envelope do edifício garantindo maior conforto térmico.
6. As grades do piso permitem uma ventilação cruzada mais profunda nos espaços e a capacidade de controle do ambiente térmico pelo ocupante.
7. 100% dos espaços ocupáveis são luz do dia, aumentando a produtividade e o bem-estar dos ocupantes.
8. 100% dos espaços ocupáveis com vista para a baía e para o Rio de Janeiro.

Figura 64: Esquemas sobre estratégias sustentáveis adotadas no projeto. Fonte: Archdaily (2020).

Bambu Atmosfera

O Bambu Atmosfera é um projeto de edificação residencial multifamiliar localizada na Praia Grande em Ubatuba, litoral de São Paulo. As fachadas externas são compostas por painéis de *brises* verticais em bambu, material flexível e adaptável a diversas aplicações e formas. Material natural e de baixo custo, o bambu é uma planta de crescimento intensivo no local, fatores que reduzem os impactos do seu transporte e manejo e diminuem a pegada de carbono da construção.

A concepção da edificação em formato “U” possibilitou a criação de uma praça interna central para onde são voltadas as circulações abertas cobertas de acesso aos apartamentos, o que permite a ventilação natural cruzada das unidades. Na composição paisagística da praça foram utilizadas espécies nativas da Mata Atlântica (ARCHITECT MAGAZINE, 2019).



Figura 65: Bambu Atmosfera – Perspectiva externa. Fonte: Perkins & Will SP (2019).

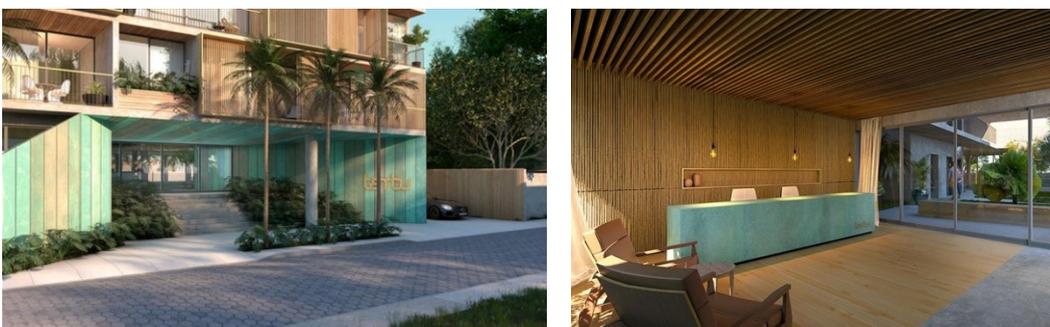


Figura 66 e Figura 67: Acesso com destaque para *brises* em bambu e hall interno também com revestimentos em bambu. Fonte: Galeria da Arquitetura (2019).

LOCALIZAÇÃO:	Á. CONSTRÚIDA:	SITUAÇÃO / ANO:	CERTIFICAÇÃO:
Ubatuba - SP	5.900m ²	Em construção	Não informado
ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS IDENTIFICADAS:		CATEGORIA:	
Ventilação natural cruzada.		Estratégias bioclimáticas/ passivas	
Paisagismo com espécies nativas em praça central.		Estratégias bioclimáticas/ passivas	
Brises em bambu.		Estratégias bioclimáticas/ passivas	
		Gestão/Racionalização dos materiais	

Quadro 41: Bambu Atmosfera – Informações gerais e principais estratégias sustentáveis identificadas. Fontes: Architect Magazine (2019) e Perkins & Will SP (2019), elaboração própria da autora (2020).

3.5.2.4.

Atelier O'Reilly Architecture & Partners

O Atelier O'Reilly é fruto do trabalho da arquiteta e urbanista Patricia O'Reilly que possui um currículo vasto e pautado na sustentabilidade. Entre suas várias qualificações, Patricia é Mestre em Arquitetura e Meio Ambiente pela *Universitat Politècnica de Catalunya* em Barcelona e já trabalhou no *Greenpeace* como arquiteta e ativista ambiental (O'REILLY, 2020).

Há 12 anos fundado em Barcelona e há 6 anos de volta ao Brasil, o escritório liderado por O'Reilly atua em diversas escalas e programas da arquitetura e do urbanismo, sempre comprometido com a minimização dos impactos ambientais, com a qualidade de vida dos usuários e com a viabilidade econômica das soluções inovadoras implementadas. Estratégias bioclimáticas, gestão de recursos naturais e utilização de produtos ecológicos são fatores presentes no desenvolvimento de todos os projetos do escritório (ATELIER O'REILLY, 2020).

Instituto Favela da Paz

O Instituto Favela da Paz – IFP é um espaço cultural existente há mais de 25 anos dentro da favela localizada no Jardim Ângela, São Paulo capital. O projeto da nova sede – fruto de um trabalho voluntário e de parceria entre diversas empresas²⁹ – visa oferecer espaços mais qualificados para fomento da

²⁹ Atelier O'Reilly, Atelier Mavignier, Ponto Eco – Núcleo de Tecnologia Atelier O'R, Solarpalm, Instituto de Pesquisas Tecnológicas – ITP, Materializa / Fundação de Apoio ao ITP, Sustentech,

cultura, educação, arte e geração de renda para a comunidade, assim como promover a requalificação urbana do entorno (ATELIER O'REILLY, 2020).

Tanto o projeto quanto o terreno foram doados para viabilizar o novo edifício que preserva a linguagem do entorno. São oito volumes construídos em madeira conectados através de passarelas e dispostos ao lado de uma praça. Nessa praça será instalada a árvore solar, equipamento que une tecnologia, sustentabilidade e conscientização da população local (ATELIER O'REILLY, 2020).



Figura 68 e Figura 69: Nova Sede do Instituto Favela da Paz – Perspectivas frontal e aérea. Fonte: Atelier O'Reilly (2020).

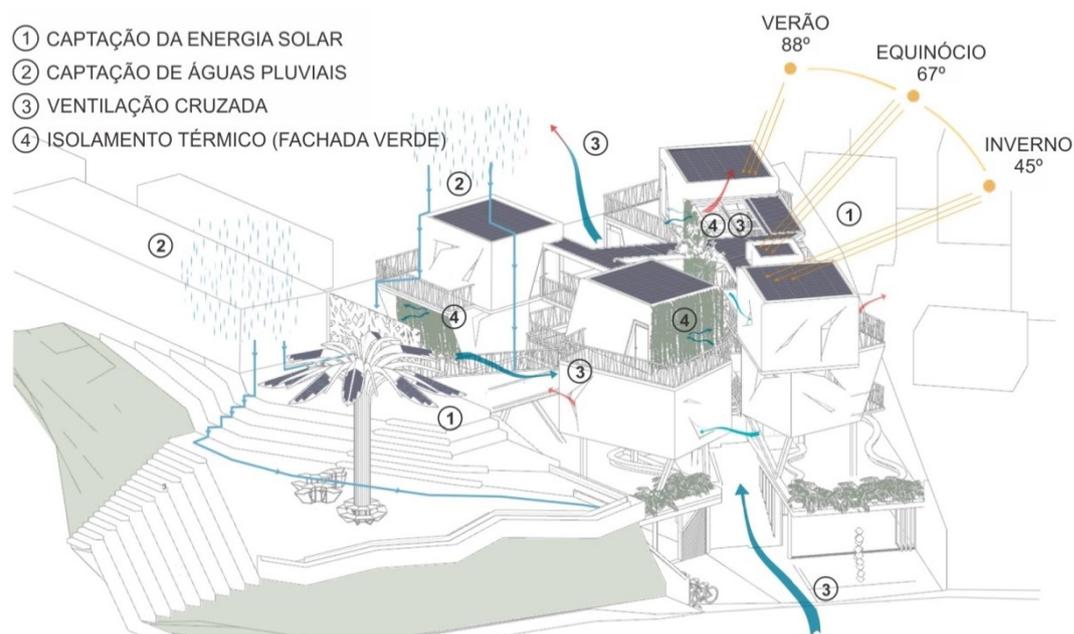


Figura 70: Nova Sede do Instituto Favela da Paz – Estratégias Bioclimáticas. Fonte: Atelier O'Reilly (2020).



Figura 71 e Figura 72: Nova Sede do Instituto Favela da Paz – Perspectivas internas.
Fonte: Atelier O'Reilly (2020).

LOCALIZAÇÃO:	Á. CONSTRUÍDA:	SITUAÇÃO / ANO:	CERTIFICAÇÃO:
Jardim Ângela, São Paulo - SP	Não informado	Projeto / 2020	<i>Healthy Building Certificate - HBC</i>

REQUALIFICAÇÃO DO ENTORNO	
ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS IDENTIFICADAS:	CATEGORIA:
Uso de vegetação para proteção de sombra, barreira acústica e quebra-vento.	Estratégias bioclimáticas/ passivas
Horta e pomar comunitários.	Estratégias bioclimáticas/ passivas
Implantação de paredes verdes em fachadas existentes.	Estratégias bioclimáticas/ passivas
Telhado jardim.	Estratégias bioclimáticas/ passivas
<i>Traffic Calming</i> para redução da velocidade dos veículos e conferir maior segurança aos pedestres.	Estratégias bioclimáticas/ passivas
Captação e aproveitamento de águas pluviais para irrigação automatizada.	Gestão da água
Revestimentos de piso externo permeáveis.	Gestão da água
Iluminação pública em LED para maior rendimento, sem raios UV, recicláveis e com baixa manutenção. Iluminação direcionada para a vegetação, evitando contaminação lumínica.	Eficiência energética
Uso de madeiras certificadas e/ou recicladas.	Gestão/Racionalização dos materiais

EDIFICAÇÃO (instituto)	
ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS IDENTIFICADAS:	CATEGORIA:
Ventilação natural cruzada.	Estratégias bioclimáticas/ passivas
Iluminação natural zenital.	Estratégias bioclimáticas/ passivas
Fachada ventilada e lã de PET nas vedações.	Estratégias bioclimáticas/ passivas Gestão/Racionalização dos materiais
Iluminação em LED.	Eficiência energética
Geração de energia através de painéis fotovoltaicos.	Eficiência energética
Aquecimento de água através de painéis solares.	Eficiência energética

Combinação de três sistemas construtivos: concreto apenas para fundações e térreo, metálico para 1º pavimento e <i>wood framing</i> para o 2º e 3º pavimentos.	Industrialização e racionalização da obra
Sistema de Madeira Laminada Colada – MLC.	Industrialização e racionalização da obra
	Gestão/Racionalização dos materiais
Sistema PEX ³⁰ para instalações.	Industrialização e racionalização da obra
	Gestão/Racionalização dos materiais
Sistema de tratamento de águas negras e cinzas.	Gestão da água
Captação e aproveitamento de águas pluviais.	Gestão da água
Bacias sanitárias com central à vácuo (baixo consumo de água por descarga).	Gestão da água
Metais com função monocomando e com aeradores para redução da vazão.	Gestão da água
Composteira elétrica para reuso dos resíduos orgânicos.	Gestão de resíduos

Quadro 42: Instituto Favela da Paz - Informações gerais e principais estratégias sustentáveis identificadas. Fonte: Atelier O'Reilly (2020), elaboração própria da autora (2020).

A partir dos estudos bioclimáticos, foi possível conceber e orientar a edificação de modo que o uso de ar-condicionado só se faz necessário no anfiteatro – localizado no térreo – para que o mesmo possua renovação do ar com maior controle. Ainda sim, aberturas na edificação promovem ventilação natural cruzada, o que possibilita o conforto térmico sem utilização do ar-condicionado durante os períodos do ano com temperaturas mais baixas (ATELIER O'REILLY, 2020).

Além das estratégias aplicadas na edificação e seu entorno, foram estipuladas ações para promover a sustentabilidade social, tais como (ATELIER O'REILLY, 2020):

- Projeto Materializa: projeto de capacitação, coleta e geração de renda local através do aproveitamento de RCD (da própria sede e também coletados através de ecopontos distribuídos pela comunidade) para desenvolvimento de elementos decorativos e tintas para fins artísticos e de requalificação de fachadas do entorno;

³⁰ PEX – Tubos flexíveis de polietileno reticulado indicados para condução de água (quente ou fria), ar-condicionado e gás (GN ou GLP). Comparado com sistemas convencionais, o PEX reduz a quantidade de conexões e promove agilidade na instalação. Disponível em www.aecweb.com.br

- Treinamento, capacitação e contratação de moradores da comunidade para trabalhar na execução da obra;
- Implantação de sistemas de irrigação e biogás com tecnologia desenvolvida no próprio IFP;
- Artes aplicadas nas fachadas a serem desenvolvidas de maneira integrada entre o artista plástico Alexandre Mavignier e a comunidade.

3.5.2.5.

Sustentech – Consultoria de Sustentabilidade

Fundada em 2007, a Sustentech é uma empresa comprometida com a missão de fomentar o desenvolvimento sustentável na construção civil brasileira. Focada nas necessidades individuais de cada projeto e cada cliente, almeja ser uma referência em soluções sustentáveis para o mercado nacional, ainda carente desse conhecimento já mais difundido no exterior (SUSTENTECH, 2020).

O próprio escritório da Sustentech em São Paulo foi projetado sob os requisitos da certificação LEED CI (certificação para interiores comerciais) configurando-se como um escritório modelo de soluções e produtos sustentáveis. Projetos como a Sede do Infoglobo – RJ, Parque Olímpico do Rio – RJ e SESC Guarulhos, também compõem o portfólio da empresa.

João Marcello Gomes Pinto, fundador da Sustentech, acumulou a experiência de 5 anos no exterior trabalhando com consultoria para a certificação do *Passive House*³¹ Institute antes de retornar ao Brasil para fundar sua empresa. Apesar do termo sustentabilidade não ter sido comum nessa época, Pinto (2020) explica que os ideais e estudos já eram focados na eficiência dos sistemas de água, resíduos e principalmente energia. Pinto traz para a pesquisa um olhar bastante técnico sobre as avaliações de desempenho das edificações e empreendimentos com foco na longevidade.

A equipe da Sustentech é totalmente multidisciplinar. Profissionais das áreas de arquitetura e engenharias diversas – civil, elétrica, mecânica,

³¹ Passive House (em português, casa passiva) é um conceito construtivo de eficiência energética em habitação criado em Darmstadt na Alemanha há 25 anos por um grupo de pesquisadores liderados pelo físico Dr. Wolfgang Feist. Disponível em: www.passivehouse.com/

ambiental, etc. – atuam na compatibilização de soluções sustentáveis em colaboração com as demais equipes envolvidas em cada projeto (PINTO, 2020).

3.5.3. Síntese das estratégias mais utilizadas

Dentre todos os projetos selecionados, foram identificadas 167 estratégias sustentáveis aplicadas. A partir da categorização das estratégias, foi possível comparar a proporção de ocorrência das mesmas nos projetos (gráfico 21) e identificar que as estratégias bioclimáticas e passivas são predominantes, seguidas de estratégias de gestão sustentável da água e de eficiência energética. Estratégias de gestão e racionalização dos materiais apresentam cerca de 12% de ocorrência, enquanto soluções que objetivam racionalização e industrialização da obra e gestão de resíduos são mais escassas.

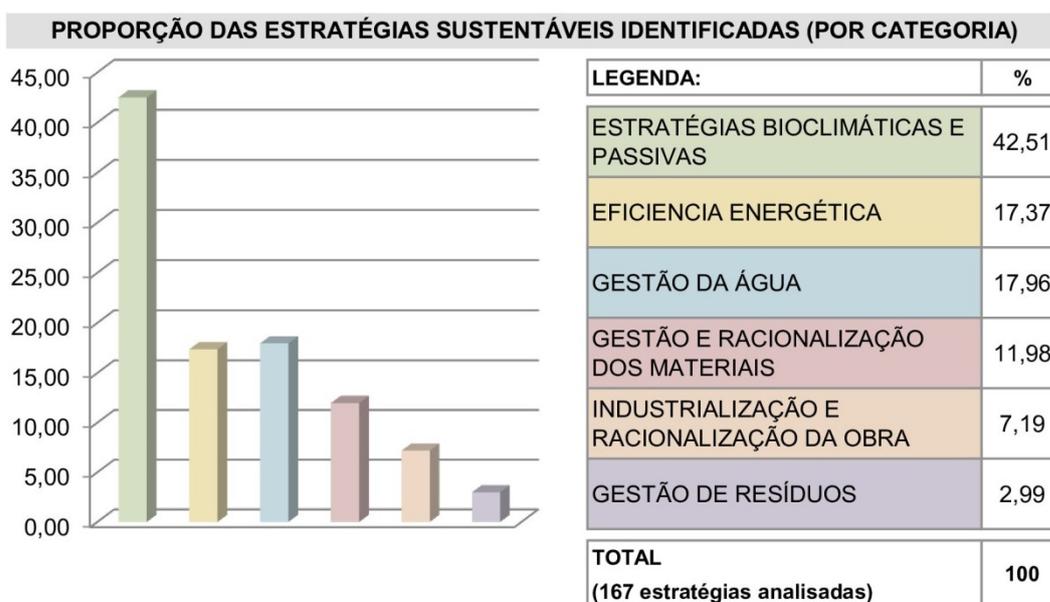


Gráfico 21: Proporção das estratégias sustentáveis identificadas por categoria. Fonte: Elaboração própria da autora (2020).

4

Capítulo III – Sustentabilidade na prática: entrevistas

Este capítulo apresenta relatos dos profissionais entrevistados sobre a aplicação da sustentabilidade no desenvolvimento de seus projetos, a experiência dos escritórios com os sistemas de avaliação ambiental, a interface com o mercado em relação à demanda da sustentabilidade na edificação e análise sobre a utilização de tecnologias para o desenvolvimento de projetos mais eficientes.

4.1.

Concepção dos projetos

“As primeiras tentativas feitas pelo homem para proteção contra as intempéries” surgiram a partir da sua observação em relação ao ambiente em que habitava, do posicionamento e percurso do sol, do comportamento dos ventos e da aplicação empírica do conhecimento adquirido por essas observações. No entanto, a compreensão sobre a necessidade de “se colocar geograficamente no planeta” foi se perdendo ao longo dos anos (REZENDE, 2020).

Segundo Resende (2020), é preciso que o arquiteto “transcenda ao programa da edificação e se coloque no universo com a essência da alma de quem vai ocupar o espaço, seja uma empresa ou pessoas”. O conhecimento holístico é fundamental para o desenvolvimento do melhor produto final “onde a sustentabilidade é parte da regra do jogo”.

A construção vernacular, fundamentada no conhecimento empírico e na vivência da arquitetura, já nasce sustentável por resposta e respeito às questões expostas pelo espaço natural, sendo o caminho certo para projetos corretos e de alta qualidade (GUIMARÃES, 2020).

Para Guimarães (2020), estudar a melhor implantação, utilizar materiais naturais e elementos como os telhados, beirais e varandas coloniais, ou mesmo as palhas indígenas – adaptados à estética contemporânea – são alguns exemplos de como a sustentabilidade é trabalhada de maneira espontânea em seus projetos.

A produção arquitetônica do Studio MK27, de acordo com Reis (2019), sempre buscou qualidade na melhor relação entre edificação e terreno e na adoção de estratégias passivas em equivalência com as condições ambientais locais. Nos últimos anos, através de capacitação da equipe, o escritório passou a alinhar os conceitos de arquitetura bioclimática a conhecimentos mais aprofundados sobre sustentabilidade nas edificações.

Sustentabilidade essa que, segundo Forte (2020), deve ser considerada desde o contato inicial entre arquiteto e cliente, “no primeiro traço” do projeto, unindo todas as variáveis. A análise conjunta entre características do terreno, condições climáticas, legislação, tecnologia, arte, entre outros fatores, é necessária para se atingir a melhor solução projetual possível para cada caso.

Sendo uma forte referência para o escritório FGMF, a arquitetura moderna brasileira foi citada por Forte (2020) como uma lição sobre soluções eficientes em relação ao conforto térmico e gasto de energia nas edificações a partir da adoção de estratégias passivas. De acordo com o arquiteto, é essa “sustentabilidade intrínseca” ao projeto que direciona o trabalho no FGMF, cujo interesse não está em um reconhecimento estereotipado de produção arquitetônica sustentável, mas na busca por uma “arquitetura responsável”.

Assim como Forte, Caldas (2020) cita a produção moderna brasileira como exemplar de sustentabilidade. Para Caldas, edifícios como o Palácio Gustavo Capanema³², dotados de estratégias passivas como ventilação cruzada, *brise-soleil* nas fachadas e pilotis sombreados, produziram a melhor tradução de conforto na edificação, resultado de uma necessidade climática imposta pelo meio e sem possibilidade de solução através de tecnologias, como o ar-condicionado.

Em contrapartida aos acertos da arquitetura moderna, para Machado (2020), o urbanismo do mesmo período estabeleceu uma lógica insustentável de produção de recursos distante dos grandes centros urbanos. De acordo com o

³² O projeto do Palácio Gustavo Capanema é fruto do encontro de nomes da Arquitetura Moderna como Lucio Costa, Oscar Niemeyer, Affonso Eduardo Reidy, Carlos Leão, Ernany de Vasconcelos e Jorge Machado Moreira, com a consultoria de Le Corbusier. A edificação localiza-se no bairro do Centro, na cidade do Rio de Janeiro (Degani & Cardoso, 2002).

arquiteto, para uma edificação atual ser realmente sustentável é preciso que “gere recursos próprios”.

O desenvolvimento do projeto deve contemplar reuso e produção de água, geração de energia, tratamento de esgoto e equacionar a questão dos resíduos. A produção de alimentos em hortas com o auxílio de composteiras também deveria ser praticada nas edificações ao invés de se projetar apenas terraços jardins contemplativos. “Há toda uma linha de produção que precisa ser repensada a partir da compreensão de que quando um edifício consome recursos, ele está consumindo de toda a cadeia” (MACHADO, 2020).

Tal consumo – seja durante a execução da obra ou no uso e na operação da edificação ao longo do seu ciclo de vida – gera impactos ambientais. Dado que “40% das emissões globais de GEE atuais têm origem no setor de construção civil, ser arquiteto é ter uma grande responsabilidade. Projetar uma arquitetura consciente é o único caminho” (O'REILLY, 2020).

Para O'Reilly (2020), a sustentabilidade é uma matéria integral e não uma fração da arquitetura. Em função disso, a arquiteta estruturou uma metodologia de trabalho com o objetivo de viabilizar o desenvolvimento de projetos que tivessem no DNA a meta de redução dos impactos ambientais, a salubridade dos edifícios e também a qualidade e saúde dos usuários.

Conforme afirmado por O'Reilly (2020), “a forma do edifício já existe no terreno, porque o clima já existe naquele lugar”. Para a arquiteta, os estudos bioclimáticos são o ponto de partida para o desenvolvimento dos seus projetos caracterizados por uma linguagem eclética cuja estética e funcionalidade só se expressam após a compreensão e conexão com as informações ambientais do local.

Já para Porto (2020), tão importante quanto a compreensão do clima para que se garanta a melhor relação de conforto, saúde e bem-estar para os ocupantes de um determinado espaço, é a capacidade do arquiteto em identificar o que é essencial para o cliente. Porto entende que este é o primeiro passo para o desenvolvimento de uma edificação sustentável, pois “tudo que é excesso, não é sustentável”.

E para evitar o excesso, planejamento é também uma ação primordial quando se fala em sustentabilidade no setor de arquitetura e construção. “Planejar uma construção mais limpa, mais seca, com menos resíduo, menos transporte deve ser uma premissa inicial de projeto” (PORTO, 2020).

Na Bernardes Arquitetura, de acordo com Abreu (2020), a sustentabilidade nos projetos está vinculada à relação da edificação com o ambiente em que a mesma se insere. Através da implantação correta, da melhor solução para a envoltória e demais estratégias bioclimáticas, utiliza-se a natureza a favor do menor consumo energético e do maior conforto interno. Além disso, Abreu explica que sistemas prediais eficientes que garantam melhor desempenho da edificação é uma estratégia que vem sendo adotada cada vez mais nos projetos.

A sustentabilidade também é compreendida como parte integrante das soluções de design desenvolvidas pela Perkins&Will. Segundo Barbosa (2020), o caráter global da empresa corrobora para a troca de conhecimentos com as demais unidades internacionais sobre novas tecnologias sustentáveis a serem aplicadas nos projetos, inclusive aqueles que são desenvolvidos no Brasil.

4.2. Interface com o mercado

Clientes e estratégias

Para Guimarães (2020), apesar das arquiteturas indígena, colonial e modernista brasileiras terem sido capazes de promover a integração entre a construção e o meio, o processo global de colonização cultural norte-americana fez com que o mercado brasileiro começasse a importar acriticamente o modelo da caixa de vidro acumuladora de calor. Um erro sob o ponto de vista climático de cidades brasileiras como São Paulo e, principalmente, Rio de Janeiro.

Ainda que a produção da MPG Arquitetura seja fundamentada em conceitos bioclimáticos e na utilização de materiais naturais, Guimarães (2020) afirma que alguns erros são praticados por um modismo de mercado incompatível com as boas práticas da arquitetura, por vezes não compreendidas pelos clientes além da valorização estética. Como exemplo, o arquiteto cita a contradição do envidraçamento das varandas nos edifícios residenciais multifamiliares cariocas. Um exemplo de uma prática de mercado – respaldada

pelo novo Código de Obras³³ desde 2019 – que ignora o papel exercido pelas varandas no conforto ambiental da edificação em regiões onde predominam temperaturas elevadas³⁴.

Guimarães (2020) explica que, de maneira geral, ainda são poucos os clientes que requisitam ou mesmo compreendem a importância da sustentabilidade como fio condutor do projeto. No entanto, além das estratégias passivas trabalhadas naturalmente pelo escritório, percebe-se atualmente maior recorrência de algumas tecnologias que buscam eficiência. Ainda que a preocupação com retorno financeiro se sobreponha à consciência ambiental, soluções como placas solares para geração de energia, para aquecimento de água e captação da água de chuva para reuso em irrigação e manutenção vêm ganhando espaço de aplicação nos projetos.

Já a experiência do Studio MK27 no mercado de alto padrão – com atuação expressiva no setor residencial – traz uma visão diversificada sobre o comportamento dos clientes quando o assunto é a sustentabilidade empregada nos projetos. Apesar de muitos se valerem da justificativa financeira para negar a adoção da sustentabilidade como premissa de projeto, há aqueles clientes que assimilam o assunto sem questionar (REIS, 2019).

Segundo Reis (2019), independente do conhecimento prévio ou da demanda específica, os benefícios do desenvolvimento de um projeto sustentável são sempre abordados com os clientes, ainda que em caráter genérico. Além de reforçar que Studio MK27 produz uma arquitetura já atenta às questões climáticas, a equipe de arquitetos aborda sobre a existência de conhecimentos e estudos mais específicos sobre o desempenho da edificação, capazes de gerar informações precisar que auxiliam às tomadas de decisão. Ainda sim, Reis explica que nem todo cliente se convence da importância de seguir esse caminho.

³³ O Capítulo II, Seção II, Art. 8º: § 10 da Lei Complementar Nº 198 permite o fechamento das varandas sem necessidade de licenciamento (PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO, 2019).

³⁴ Varandas abertas permitem a ventilação natural que ameniza a carga térmica absorvida pela edificação durante a insolação. FERNANDES, J. et al (2014). *Análise da influência das varandas envidraçadas da arquitetura vernácula beirã no comportamento térmico dos edifícios*, Universidade do Minho, Departamento de Engenharia Civil (DEC).

Segundo Corrêa (2020), com exceção dos clientes pessoa jurídica, os únicos casos de clientes pessoa física que contrataram a Casa do Futuro, interessados em consultoria de sustentabilidade para seus projetos residenciais, o fizeram por um comprometimento socioambiental. Fruto da vivência dos mesmos por anos no exterior em países onde o uso consciente dos recursos naturais faz parte do pensamento coletivo.

Experiência diferente vem sendo vivenciada no escritório FGMF nos últimos anos. De acordo com Forte (2020), muitos dos clientes que procuram o escritório para desenvolver suas próprias residências – não necessariamente clientes de altíssimo poder aquisitivo – já manifestam interesse em sustentabilidade aplicada no projeto.

Ainda que a equipe de arquitetura faça uma avaliação crítica e franca do custo-benefício de aplicação de certas tecnologias *versus* o uso da edificação – exemplo de casas de veraneio de baixo uso onde o tempo de *payback* é maior – muitos dos clientes permanecem com a decisão de investir em sustentabilidade por responsabilidade ambiental (FORTE, 2020).

Forte (2020) estima que 85% dos clientes do FGMF já expressam esse interesse na primeira etapa de estudo preliminar ou mesmo antes de fechar a proposta financeira com o escritório. Além da consciência ecológica, o arquiteto explica que há um grande desejo no retorno financeiro sobre sistemas que melhorem o desempenho das edificações, sistemas estes, cada vez mais difundidos e viáveis no mercado.

Na Bernardes Arquitetura são poucos os clientes que solicitam soluções sustentáveis específicas como requisito mandatório no desenvolvimento do projeto. Além de soluções de arquitetura passiva, o escritório busca realizar em um trabalho colaborativo e integrado junto a projetistas e fornecedores para ofertar aos clientes as soluções mais eficientes e adequadas para cada situação (ABREU, 2020).

Segundo Abreu (2020), os sistemas de placas solares para geração de energia e aquecimento da água da chuva são algumas das soluções mais utilizadas nos projetos da Bernardes Arquitetura. A propagação dessas tecnologias tem proporcionado a redução do custo de investimento e do tempo de retorno financeiro, o que corrobora para a aceitação dos clientes. No entanto,

ao contrário de projetos de novas construções, onde há maior liberdade para novas soluções e tecnologias, o arquiteto explica que em reformas de apartamentos (unidade privativa) os desafios são maiores, pois há mais condicionantes e restrições para trabalhar a sustentabilidade como premissa.

Apesar de concordar que reformas são desafiadoras, Resende (2020) as enxerga como oportunidade de explorar a sustentabilidade através dos materiais. Como no caso do seu próprio apartamento, onde todas as esquadrias de fachada tiveram seus vidros trocados por um modelo de baixa emissividade. Além de maior conforto interno, o uso de ar-condicionado, e consequente consumo energético, foram reduzidos. Ainda sim, o arquiteto pondera que, no nicho residencial – principalmente em reformas – os desafios também podem ser maiores por esbarrarem na “falta de conhecimento do proprietário”.

Já o perfil de cliente – majoritariamente pessoa jurídica – que busca os serviços da Perkins&Will SP normalmente possui conhecimento prévio sobre a origem e diferencial da empresa: perfil global conectado com novas tecnologias e premissas do mercado internacional (BARBOSA, 2020).

Como exemplo de cliente, Barbosa (2020) cita a Tishman Speyer, incorporadora de matriz norte-americana, responsável pela operação dos empreendimentos que constrói. Nesse caso, a arquiteta explica que soluções sustentáveis e o requerimento por certificações de desempenho são premissas básicas de projeto que partem do próprio cliente com o objetivo de reaver o investimento inicial na economia financeira durante o uso e operação dos seus edifícios.

No entanto, há outra parcela dos clientes da Perkins&Will SP que não prioriza a sustentabilidade. Segundo Barbosa (2020) essa postura se justifica tanto pela falta de cultura nacional quanto pelo perfil de alguns clientes que não realizam a manutenção das edificações ao longo do seu ciclo de vida. Nesses casos, a equipe de projetos tenta garantir as estratégias passivas citadas por todos os escritórios como prática natural na concepção dos projetos.

O desenvolvimento de estratégias sustentáveis que independem da solicitação ou aprovação por parte dos clientes também faz parte da rotina do escritório Sergio Conde Caldas Arquitetura. Ainda sim, de acordo com Machado (2020), há vários clientes que apresentam interesse em soluções mais

específicas, mas a priorização por custos imediatos mais reduzidos acaba sendo uma constante.

Principalmente após o lançamento e repercussão da Casa Lite em 2019, onde os requisitos de saúde e bem-estar foram bastante explorados, fez crescer a procura pelo escritório Duda Porto Arquitetura por clientes preocupados com sustentabilidade (PORTO, 2020).

A Sustentech foi responsável pela consultoria e medições para a certificação de construção sustentável da Casa Lite e, segundo Pinto (2020), o tema relacionado à saúde e bem-estar nas edificações aborda mais a qualidade dos elementos do que a redução de consumo dos mesmos. São analisadas questões como a qualidade da água, campo magnético e radioatividade dos materiais, a interferência dessas questões na qualidade do sono e a relação disso com as funções biológicas do corpo humano. De acordo com o engenheiro, essa nova vertente tem atingido um tipo de público que há um tempo compreendia a sustentabilidade como algo muito alternativo ou apenas destinado ao setor corporativo. A consciência sobre os benefícios da sustentabilidade na vida privada das pessoas está aumentando.

Segundo O'Reilly (2020), projetar de maneira sustentável – ou consciente, como prefere chamar – é necessário e não opcional. No entanto, para a arquiteta, o projeto também deve ser um produto com aceitação no mercado e é preciso que os profissionais do setor comprovem para os clientes que um investimento inicial mais elevado em estratégias sustentáveis é revertido em economia durante a manutenção da edificação.

O mercado, como sempre, vai naquilo que tem um resultado comercial mais contundente, (...) um retorno imediato do investimento, o que não está errado. Nós também temos uma responsabilidade com o investidor. Se o investidor contrata um arquiteto, ele espera que o projeto seja eficiente tanto no bom resultado arquitetônico – estético e funcional – mas que também seja um produto de mercado e que desperte nesse comprador um desejo pelo imóvel. (...) O mercado abraça sim os projetos sustentáveis, porque é também uma ferramenta de *marketing*, uma ferramenta comercial, as pessoas estão começando a se voltar para isso. Aliás, para os dias de hoje, acredito que todos os empreendedores devem nascer dessa forma, porque o mercado acaba exigindo que esses produtos já saiam com esse conceito sustentável ou, se não estão ainda, nós vamos chegar lá. Isso é um fato. Então é bom que os arquitetos já comecem a se preparar para projetar dessa forma (O'REILLY, 2020).

Segundo Resende (2020), a sustentabilidade aplicada aos projetos corporativos obtém sucesso, pois a equação econômica apresenta resultado positivo. Uma edificação sustentável apresenta valores de operação e manutenção significativamente mais baixos do que edificações convencionais. As soluções tecnológicas possibilitam maior controle e medições mais precisas da infraestrutura e dos equipamentos instalados, sendo essa a meta dos diretores financeiros das grandes empresas.

Para Caldas (2020), além da preocupação com uso e manutenção dos edifícios, os grandes grupos corporativos investem em soluções sustentáveis e certificações ambientais pelo reflexo gerado no valor de suas propriedades. Em outros casos, há também um senso de responsabilidade socioambiental e um valor institucional envolvido que torna importante a comprovação da sustentabilidade da empresa no cenário de mercado.

É o caso da Sede do Mercado Livre em Osasco – SP que, projetada em conjunto com a consultoria de sustentabilidade do escritório Sustentech, “é hoje uma das maiores referências em sustentabilidade no Brasil”, segundo Pinto (2020). O engenheiro explica que, para o desenvolvimento do projeto, sua equipe foi recebida pelo diretor financeiro da empresa, tornando necessária uma abordagem totalmente quantitativa sobre as estratégias propostas.

Começamos a quantificar sustentabilidade para sair desse discurso de que “vai ser melhor, mas não se sabe quanto. Vale a pena pagar por isso?”. Então, para todos os nossos trabalhos, tanto na parte de energia, de água e de resíduos, passamos a fazer simulações e estudos de retorno de investimentos. E, com isso, o cliente começa a tomar decisões com maior facilidade (PINTO, 2020).

Postura semelhante é adotada no Atelier O’Reilly desde a etapa inicial de desenvolvimento dos projetos. Para cada edificação concebida, são realizados duas versões de estudo: a versão chamada de Standard (padrão) e outra versão que contempla estratégias sustentáveis. A comparação é apresentada aos clientes expondo tanto os benefícios ambientais quanto os cálculos do sobrecusto de obra e tempo de amortização na operação da edificação (O’REILLY, 2020).

A arquitetura não está acostumada a falar a linguagem do investidor. Os arquitetos querem impor situações por reconhecer os benefícios, mas não usam a ferramenta correta para vender essa ideia. O arquiteto precisa comprovar para o cliente que financeiramente o investimento retorna e vale a pena (O’REILLY, 2020).

Materiais

De acordo com Caldas (2020), a partir dos anos 60 o mercado passou por muitos momentos de construção acelerada onde a quantidade se sobrepôs à qualidade. Para o arquiteto, a tecnologia do ar-condicionado, por exemplo, apesar de revolucionária e necessária em muitos casos, passou a ser empregada nos empreendimentos como solução única e padronizada para garantir o conforto no interior das edificações.

Para Resende (2020) é preciso promover a integração entre tecnologia e arquitetura a partir da combinação de conhecimentos multidisciplinares com o desenvolvimento soluções de projeto adequadas para cada local e necessidades do cliente. Segundo o arquiteto, o uso do ar-condicionado nas edificações corporativas do Rio de Janeiro, por exemplo, é necessário em função da densidade de usuários, de equipamentos eletrônicos e da alta umidade relativa do ar. Para os empreendimentos que projeta, Resende diz combinar soluções de vedação da envoltória, a escolha correta dos vidros e o tratamento adequado do ar através de sistemas inteligentes com recuperação de energia.

Segundo O'Reilly (2020), apesar da consciência ambiental no mercado de construção civil estar crescendo, ainda há uma série de profissionais que se mostram resistentes ao desenvolvimento de soluções sustentáveis. Ao longo dos anos, a arquiteta vem se dedicando a firmar parcerias com empresas de engenharia e fornecedores que estejam alinhados com os conceitos de redução dos impactos ambientais e promoção da saúde e do bem-estar nas edificações.

Apesar de não conseguir adquirir relatórios sobre o ciclo de vida de todos os produtos e materiais, O'Reilly (2020) explica que exige dos fornecedores as fichas técnicas e informações para que possa verificar questões como a energia incorporada do material, o nível de toxicidade e a existência de compostos orgânicos voláteis (COV).

Segundo Porto (2020), ter conhecimentos específicos sobre os materiais é um dos fatores essenciais para realização de projeto e obra sustentáveis. Para o arquiteto, é preciso compreender as dimensões de cada material para máxima exploração e redução das perdas e até mesmo planejar as escolhas em função da logística de transportes. Porto citou uma experiência na qual calculou o tamanho das vigas de um projeto para que todas coubessem em apenas um

caminhão para minimizar a emissão de poluentes. Para o arquiteto, esse tipo de iniciativa é importante e precisa ser colocada mais em prática.

De acordo com Reis (2019), a transformação da cultura dentro do Studio MK27 a favor da sustentabilidade nos projetos trouxe uma análise diferenciada sobre materiais além dos aspectos estéticos. Questionamentos sobre a origem e extração dos materiais, vazão de equipamentos hidráulicos, entre outros, começam a ser feitos espontaneamente no dia a dia do escritório.

Muitos dos entrevistados também abordaram as dificuldades enfrentadas sobre viabilizar o uso de materiais ou soluções construtivas mais eficientes do ponto de vista da sustentabilidade, em função dos altos custos ou mesmo da falta de variedade disponível no mercado nacional.

Em diversos projetos, a equipe da Perkins&Will SP busca especificar materiais diferenciados para as fachadas como “pintura autolimpante e sistemas de fachada ventilada”. Além de abordar com os clientes sobre os benefícios desses materiais como menor demanda por manutenção, eficiência na instalação e consequente redução de entulho de obra, influência no conforto térmico do edifício, entre outras questões, a equipe também acrescenta informações sobre a garantia, normalmente muito mais extensas se comparadas com materiais convencionais. Ainda sim, os custos imediatos interferem nas decisões e é preciso priorizar algumas escolhas ou reduzir a área de aplicação de determinado material (BARBOSA, 2020).

Forte (2020) também critica os altos valores praticados no Brasil para soluções e sistemas mais eficientes e industrializados – comuns e acessíveis em outros países – e faz uma reflexão sobre a influência do aspecto socioeconômico nacional nesse cenário:

Ter uma construção seca é muito bacana, mas no Brasil é muito difícil (...) temos um abismo social muito grande. No final das contas, o serviço de um pedreiro, trabalhando com alvenaria e concreto, acaba sendo muito mais barato do que uma parede pronta de fábrica que é um processo com controle de resíduos. Então, fica difícil de aplicar sempre as soluções secas (FORTE, 2020).

Forte (2020) também questiona a forma equivocada com que algumas inovações construtivas são aplicadas pela indústria no mercado nacional. O arquiteto dá o exemplo do sistema de *drywall* que, há anos atrás, era instalado sem isolamentos adequados, com reforços insuficientes, fatores que causaram

insatisfação e desconfiança por parte de muitos dos consumidores. Ao invés do estímulo ao uso desse sistema que é industrializado e funciona em outros países, criou-se o estigma de um produto de má qualidade.

Para Caldas (2020), a sustentabilidade na arquitetura está totalmente ligada a questões como racionalidade dos materiais e metodologia construtiva da obra, já que “a construção tem um impacto bastante nocivo ao meio ambiente”. De acordo com o arquiteto, “a construção brasileira evoluiu pouco desde a revolução industrial até os dias atuais” e há carência de estímulo à construção sustentável no país, o que dificulta e restringe o acesso a materiais e produtos inovadores bastante difundidos no exterior.

Outro problema no setor de construção brasileiro é a baixa cultura de projeto, uma ramificação da falta de planejamento de maneira geral. Enquanto em outros países se utiliza dois anos para desenvolvimento dos projetos e um ano para execução da obra, no Brasil ocorre o inverso (FORTE, 2020).

Porto (2020) reforça que a “falta de paciência em planejar” é um problema cultural brasileiro e percebe isso claramente em seu escritório. Segundo o arquiteto, com cerca de 90% dos seus clientes é necessário um esforço muito grande quando o assunto é planejamento de projeto e obra. “E tudo que tem um esforço muito grande também não é sustentável”.

Para efetivar uma execução mais limpa, mais rápida, mais seca (com menor consumo de água para execução), minimizar a geração de resíduos e reduzir a utilização de transporte, todas essas questões devem fazer parte do planejamento inicial do processo de projeto. O planejamento é premissa essencial para o desenvolvimento de uma construção eficiente e sustentável (PORTO, 2020).

Quando se fala em sustentabilidade nada mais é do que elevar os padrões de qualidade dos projetos. [...] Antes de pensar em sustentabilidade nós temos que pensar na gestão dos processos de projeto. [...] é preciso ter as premissas definidas, cronogramas planejados corretamente e considerando etapas de verificação para confirmar se as performances estão sendo alcançadas. Mas não se consegue ter tudo isso hoje em dia e a probabilidade de erros é muito grande. [...] De maneira geral, o brasileiro não tem essa visão de planejamento e projeto (CORRÊA, 2020).

Para Corrêa (2020), é preciso que o mercado brasileiro compreenda a necessidade do serviço de assessoria e gerenciamento de projeto e reconheça a

importância das etapas iniciais nas definições de premissas e no planejamento integrado de todo o processo de projeto.

Segundo Barbosa (2020), a contratação de projetistas complementares ou consultorias específicas desde o início do processo de projeto é prática comum na rotina da Perkins&Will SP, principalmente quando os clientes – muitos deles incorporadores – já possuem equipe própria de engenharia ou construtoras que são sócias dos empreendimentos a serem desenvolvidos. No entanto, há casos de clientes que tendem a postergar as contratações por não compreenderem a necessidade de se reunir todas as especialidades desde a concepção dos projetos. Nessas situações, segundo a arquiteta, o escritório se posiciona de uma maneira mais incisiva para garantir a melhor condução do processo e evitar revisões de projeto em etapas mais avançadas.

A integração entre a equipe de arquitetura, fornecedores, construtores e clientes é uma ação estimulada pelo Studio MK27. Além de reuniões colaborativas ao longo do desenvolvimento dos projetos, Reis (2019) menciona um evento específico relacionado à sustentabilidade no desenvolvimento dos projetos. O escritório reuniu cerca de 30 pessoas que, em conjunto, avaliaram a incorporação dos requisitos de um sistema de avaliação ambiental como parte da metodologia padrão de projeto independente do processo de certificação. A ideia, que de fato está sendo aplicada, não ficou restrita ao escritório de arquitetura, mas também provocou transformações no escopo e na conscientização de cada participante envolvido.

A consolidação de um pacote básico mínimo de projeto antes de se iniciar a obra – com compatibilização entre disciplinas complementares – é outra postura defendida no Studio MK27. Apesar de algumas experiências contrárias, Reis (2019) explica que, na maioria das vezes, há a compreensão e a confiança do cliente no processo de projeto proposto pelo escritório.

No escritório Duda Porto Arquitetura também é transmitido para o cliente a importância da compatibilização de projetos anterior à execução da obra para que o investimento do final do processo seja o mais próximo possível do valor orçado com o projeto fechado. Caso contrário, há mais chances de retrabalhos em campo, custos extras e uma série de outros problemas que vão contra a sustentabilidade do projeto e da construção (PORTO, 2020).

Corrêa (2020) e Caldas (2020) fazem associações sobre o problema cultural de falta de planejamento no Brasil com a condução das ações governamentais. De acordo com Corrêa (2020), a mentalidade de curto prazo do mercado brasileiro está associada aos períodos de gestão política cujas atividades são desenvolvidas em função de cada mandato ao invés de priorizar um planejamento integrado a ser seguido por diferentes gestores ao longo dos anos. Por sua vez, Caldas (2020) traz o assunto para a escala do urbanismo – especificamente sobre o Rio de Janeiro – condicionando sua “decadência urbana” tanto às visões curtas de mandato quanto a uma legislação limitadora e antiquada. Para o arquiteto, a falta de um planejamento macro em longo prazo direciona o crescimento da cidade para um caminho inverso ao desenvolvimento sustentável.

Para Guimarães (2020), que compartilha da crítica feita por Caldas, é necessária a atualização da legislação em concordância com uma mudança de paradigma global para que os projetos sejam obrigatoriamente concebidos cada vez mais alinhados com os parâmetros de desenvolvimento sustentável, ainda que isso represente um desafio para todo o setor.

Caldas (2020) também questiona a carência de investimentos em infraestrutura básica e a tendência do poder público em “transferir parte dessa responsabilidade para o setor privado” mediante exigências de urbanização de determinadas áreas como contrapartida de potencial construtivo. A ausência de incentivos como redução de taxas de licenciamento, de IPTU e de ISS são outros fatores que dificultam o investimento em soluções sustentáveis por parte do setor privado de construção civil.

Quando aplicados nas edificações em larga escala, os parâmetros da sustentabilidade minimizam a sobrecarga dos sistemas públicos de fornecimento, descarte e manutenção. Logo, a falta fomento à sustentabilidade é na verdade uma oportunidade perdida por parte do próprio poder público (CALDAS, 2020).

Partilhando da visão de Caldas, Pinto (2020) e Resende (2020) reforçam o papel fundamental dos governos na elaboração de leis que efetivem a sustentabilidade em grande escala, para permitir que o país alcance metas

significativas em benefício próprio e o aumento da credibilidade perante a comunidade internacional.

Para Resende (2020), ainda que para gestores e empresários no geral a sustentabilidade seja associada inicialmente aos fatores econômicos, atualmente, a responsabilidade socioambiental está totalmente atrelada às relações políticas e comerciais. E, segundo Pinto (2020), é preciso que a gestão pública mensure os impactos ambientais, financeiros e sociais da construção, uso e manutenção das edificações para que ações efetivas sejam realizadas no combate à emissão de GEE, ao desperdício de água, à utilização de matrizes fósseis de energia entre tantos outros problemas gerados pela maneira como a urbanização – e seu ambiente construído – vem sendo conduzida ao longo de décadas.

Nos últimos anos, houve certo movimento de algumas cidades brasileiras na criação de legislações de incentivo à construção sustentável, em sua maioria, baseadas em descontos fiscais. Além do IPTU Verde vigente em alguns municípios de São Paulo e o QUALIVERDE criado para a cidade do Rio de Janeiro, é preciso alertar sobre a NBR 15575. Apesar do caráter obrigatório, ainda há muitas incorporadoras que não atendem aos requisitos da Norma de Desempenho e fica a cargo do consumidor buscar seus direitos já que as Secretarias de Urbanismo não exercem fiscalização sobre o cumprimento da norma (PINTO, 2020).

Uma tendência que Pinto (2020) vem percebendo por parte dos consumidores é a contratação de advogados para fiscalização do cumprimento da NBR 15575 em empreendimentos entregues. Para evitar futuros processos, o engenheiro explica que muitas incorporadoras têm buscado os serviços de consultoria da Sustentech como garantia de que os projetos sejam desenvolvidos integralmente de acordo com os requisitos da norma e, por consequência, a qualidade das construções, sob o ponto de vista da sustentabilidade, está sendo elevada.

Para O'Reilly (2020), de maneira geral, a legislação tende a ser considerada restritiva para os incorporadores, já que o objetivo dos mesmos normalmente está na ocupação máxima dos terrenos para melhor rentabilidade. No entanto, para o desenvolvimento dos seus projetos, a arquiteta afirma que os

parâmetros legais são considerados básicos se comparados com as soluções que desenvolve e que naturalmente priorizam a sustentabilidade.

Corrêa (2020) acrescenta que, além de básicos, os parâmetros da legislação são estabelecidos com o objetivo principal de minimizar os impactos na infraestrutura urbana, sem necessariamente estarem vinculados a premissas sustentáveis. Como exemplo, a arquiteta cita a obrigatoriedade de caixas de retardo nas construções, onde a retenção da água da chuva não é realizada para reduzir o consumo de água potável, mas para garantir que a rede pública de drenagem não seja sobrecarregada e, assim, evitar enchentes.

Independente do poder público, o setor de construção civil precisa passar por uma mudança estrutural para compreender que é preciso, de maneira voluntária, incorporar nos projetos conhecimentos sobre performance e operação como premissas básicas (CORRÊA, 2020).

A partir da incorporação de novas práticas mais sustentáveis na rotina de projetos do Studio MK27, Reis (2019) identificou uma oportunidade de contribuição socioambiental através da atividade profissional. Para o arquiteto, é necessário estimular o debate sobre o assunto no mercado, utilizar a visibilidade do escritório para auxiliar na propagação do tema através de publicações e palestras, assim como difundir os conhecimentos a cerca da sustentabilidade entre os operários envolvidos diretamente com a execução das obras.

Acho que todo mundo tem opinião, mas tem que ter um pouco de senso de responsabilidade. Tem que fazer um pouco. Reciclar o seu lixo, escolher uma madeira FSC e conversar sobre isso com o cliente, [...] ir na obra e explicar para os operários o que é sustentabilidade. É preciso tentar colocar em prática, [...] ter noção de que somos atores de tudo isso (REIS, 2019).

Segundo O'Reilly (2020), a sustentabilidade não é uma opção e é preciso que os profissionais que detenham algum conhecimento sobre o assunto “doem o seu tempo” para transmiti-lo para o máximo de pessoas. Para a arquiteta, é através da troca que se aprende a cada dia sobre um trabalho que é realizado para si, mas “para o mundo”.

O conhecimento não é uma coisa que você guarda [...] Quanto mais eu te conto do que eu faço, mais eu multiplico e aprendo com tudo que eu estou te falando. [...] Todos nós que trabalhamos com sustentabilidade, antes de sermos arquitetos, somos ativistas da causa (O'REILLY, 2020).

4.3. Sistemas de avaliação ambiental

A importância dos sistemas de avaliação ambiental na Perkins&Will SP se faz presente, não só no desenvolvimento dos projetos, mas através da política interna da empresa em capacitar todos os seus profissionais como consultores do processo de certificação LEED. O investimento na certificação do profissional é custeado pela empresa seguindo a postura da matriz norte-americana, onde os integrantes da equipe, após contratados, precisam concluir a capacitação em seis meses (BARBOSA, 2020).

Barbosa (2020) explica que os clientes corporativos – muitos de origem estrangeira – consideram a obtenção de certificações como premissa inicial de projeto. A arquiteta explica que, para a maior parte dos projetos corporativos são seguidos os parâmetros do processo LEED. Já para os projetos residenciais multifamiliares, a certificação AQUA tem sido a opção mais recorrente.

Em São Paulo, o mercado corporativo tem uma demanda de empresas multinacionais e responde a um padrão mais elevado. Portanto, as certificações de sustentabilidade, principalmente o LEED, já foram absorvidas. Um edifício *triple A* em SP não é uma questão discutível. Ninguém discute se vai ter certificação ou não. Esse assunto já está superado (REIS, 2019).

Nos últimos dez anos, Resende (2020) afirma que “não há um prédio que tenha projetado e executado sem ter sido certificado”. Mais do que um guia, o arquiteto credita aos sistemas de avaliação ambiental a certeza de cumprimento de regras e normativas que garantem a melhor eficiência para a edificação.

Para Resende (2020), a legislação é ultrapassada e está sempre a serviço temporário aos interesses de incorporadores e gestores da cidade ao invés de criar parâmetros de desenvolvimento sustentável para o setor da construção civil. Nesse sentido, o arquiteto avalia as certificações como ferramentas positivas na busca e por construções sustentáveis.

Apesar de pautar o trabalho em uma arquitetura responsável sem necessariamente seguir parâmetros para pontuação em sistemas de avaliação ambiental, o escritório FGMF possui experiência com alguns projetos certificados. Para Forte (2020), os sistemas de avaliação são válidos, mas os custos envolvidos são um fator limitador para adoção em larga escala. De acordo com o arquiteto, é preciso garantir sustentabilidade e desempenho em

todos os tipos de projeto, para todos os tipos de cliente, independente da comprovação final através de um certificado.

Reflexão semelhante foi feita por O'Reilly (2020) que, apesar de avaliar positivamente o papel das certificações na difusão do conceito de sustentabilidade no mercado, defende a destinação dos investimentos à aplicação de estratégias e tecnologias sustentáveis no projeto e na obra, com o objetivo de garantir o melhor retorno em termos de qualidade de vida dos usuários e minimização dos impactos ambientais.

Apesar de possuir certa experiência com projetos certificados, Caldas (2020) também não vincula a garantia da sustentabilidade em uma edificação aos processos de avaliação ambiental.

No Studio MK27, o contato mais efetivo com sistemas de avaliação ambiental ocorreu a partir do lançamento da certificação GBC Brasil Casa em 2012. Concomitante à fase de teste do referencial, na qual foram admitidos projetos-piloto, o Studio MK27 foi contratado para o desenvolvimento de um projeto residencial unifamiliar autossuficiente: a Casa Catuçaba³⁵ que, com nota máxima, garantiu a certificação nível Platina (REIS, 2019).

Por mais desafiador que tenha sido o processo, Reis (2019) afirma que foi uma conquista importante para o escritório não só pela certificação em si, mas por todo o conhecimento adquirido com maior profundidade sobre sustentabilidade no desenvolvimento de projeto. A partir disso, os coordenadores da equipe foram capacitados³⁶ para que a aplicação dos parâmetros da certificação GBC Brasil Casa se estabelecesse como prática padrão do escritório, independente da demanda específica por parte do cliente.

Para tanto, o Studio MK27 realizou um estudo de impacto financeiro e, apesar das taxas de certificação e das contratações extras para simulações de conforto e desempenho, os custos não se apresentaram como significativos dentro do investimento global de um projeto de alto padrão característico do escritório. Atualmente, o escritório conta com dois projetos certificados e mais

³⁵ Projeto apresentado no capítulo 3.5.2.1. *Studio MK27* dessa pesquisa.

³⁶ O Studio MK27 possui, atualmente, seis profissionais acreditados nos referenciais GBC Casa e GBC Condomínio (GBC BRASIL, 2020).

oito em processo de avaliação, sendo dois deles enquadrados na certificação GBC Brasil Condomínio (REIS, 2019).

Apesar do surgimento de algumas oportunidades não concluídas, a MPG Arquitetura ainda não possui projetos certificados em seu portfólio. Guimarães (2020) explica que, de maneira geral, ainda são poucos os clientes que expressam interesse em certificações ambientais. Quando ocorre, há muito mais um apelo em função de marketing que tampouco evolui quando se apresentam os custos envolvidos. No entanto, segundo o arquiteto, o escritório está atualmente desenvolvendo três projetos³⁷ de escalas e tipologias diferentes, mas que compartilham da mesma premissa de aplicação para certificações ou etiquetas de desempenho.

O escritório Duda Porto Arquitetura possui experiência recente com sistemas de avaliação ambiental. A casa LITE³⁸, concluída em 2019, além de ser o primeiro projeto certificado do escritório também é o primeiro projeto de residência saudável do Brasil (PORTO, 2020). A certificação que, originalmente em inglês é denominada de *Healthy Building Certificate*, é concedida pelo *Healthy Building World Institute*³⁹.

De acordo com Porto (2020), apesar de achar as certificações ambientais importantes, algumas exigências e burocracias podem tornar o processo inviável em determinados casos. Segundo o arquiteto é preciso mais flexibilidade e racionalidade para efetiva aplicação das certificações e maior alcance entre os diferentes tipos de cliente existentes no mercado.

A Bernardes Arquitetura não possui experiência com sistemas de avaliação ambiental dos projetos e tampouco trabalhou em parceria com uma consultoria específica de sustentabilidade. Segundo Abreu (2020), o escritório já recebeu clientes com demanda por certificações, mas os custos envolvidos nos processos de avaliação normalmente ultrapassam as expectativas dos clientes e se tornam a justificativa para a desistência de prosseguir com a certificação.

³⁷ Um desses três projetos foi apresentado no capítulo 3.5.1.1. *MPG Arquitetura* dessa pesquisa.

³⁸ Projeto apresentado no capítulo 3.5.2.1. *Studio MK27* dessa pesquisa.

³⁹ A certificação, denominada originalmente em inglês de *Healthy Building Certificate*, é concedida pelo *Healthy Building World Institute*. Disponível em: www.hbcertificate.com/about-us/ Acesso em set. 2020.

Além disso, para o arquiteto, muitos selos são apenas “carimbos” baseados em critérios internacionais e explica:

Nós desenvolvemos soluções embasadas na técnica (...), pensamos na melhor eficiência para cada sistema junto aos especialistas, mas nenhum projeto tem selo. Não sentimos necessidade até o momento. Pode ser que eventualmente faça sentido se vemos alguma certificação que nos pareça mais atualizada com a nossa realidade (ABREU, 2020).

Machado (2020) faz reflexão semelhante sobre a padronização de critérios de avaliação que não levam em consideração as características locais de cada projeto. Como exemplo, o arquiteto provoca a reflexão sobre a eficiência no reuso de água no Rio de Janeiro através de captação pluvial e de sistemas de ar condicionado:

O reuso de água da chuva, para mim, não faz sentido no Rio de Janeiro, pois temos longa estiagem e depois chove muito ao mesmo tempo. A caixa d'água para captação fica vazia. Mas, em muitas certificações, basta ter o reuso de água pluvial que conta ponto, sem levar em conta o local da obra e as características climáticas. Às vezes, o ar condicionado – necessário no Rio de Janeiro – pode ser avaliado negativamente por conta do consumo de energia, mas sem se levar em consideração o potencial de captação da água residual desse sistema e a compensação energética através de placas solares (MACHADO, 2020).

A avaliação da Sustentech em relação ao processo de certificação LEED, por exemplo, reforça parcialmente as percepções de Abreu e Machado. De acordo com Pinto (2020), a adaptação da certificação norte-americana à realidade brasileira foi realmente sutil, mas alguns créditos foram abertos com oportunidade de justificativas sobre estratégias locais, como no caso de definição dos padrões de consumo energético. No entanto, essas situações demandam um trabalho específico, facilitado pela utilização de ferramentas computacionais de simulação, o que reforça a importância da consultoria especializada.

Para Reis (2019), Pinto (2020) e Resende (2020), enquanto o sistema de avaliação LEED é bastante pragmático e exige a comprovação mais efetiva dos resultados, principalmente relacionados à eficiência energética da edificação, o processo AQUA-HQE™ é mais subjetivo, aborda mais intenções e, segundo Resende, “olha essencialmente para as pessoas”.

Esse olhar mais voltado para os usuários – e menos para as edificações – já se reflete em sistemas de avaliação com foco principal em saúde e bem-estar como é o caso do *Health Building Certificate* e do *Well Building Standard*,

certificações que, segundo Pinto (2020), apresentam parâmetros mais qualitativos do que quantitativos conforme exemplificado a seguir:

Muitas certificações de sustentabilidade estão preocupadas com a economia no consumo de recursos como a água, por exemplo. Já os sistemas focados em saúde e bem-estar estão mais preocupados com a qualidade da água que você está consumindo na sua casa. Estão preocupados se aquela água tem muito flúor, muito cloro (...) se tem algum material pesado e vão abordar sobre os filtros que você tem que ter na sua casa (PINTO, 2020).

Além da água, Pinto (2020) deu outros exemplos como a relação entre o campo eletromagnético gerado pelas instalações elétricas e a influência do mesmo na qualidade do sono e produção hormonal, a quantidade de radioatividade emitida por granitos dependendo do local de extração, entre outras questões que são abordadas nesses novos sistemas de avaliação onde o racionamento de recursos não é o único foco.

Já sobre a etiqueta PBE Edifica, a percepção da Casa do Futuro é de pouca movimentação do mercado no cumprimento da meta governamental em etiquetar todas as novas edificações até 2030. De acordo com Corrêa (2020), por possuir poucas empresas credenciadas para a etiquetagem, o sistema se torna frágil. Apesar de ter buscado transformar a Casa do Futuro em um órgão certificador, Corrêa explica que o investimento elevado em auditoria e curso inviabilizaram a capacitação da empresa, situação que reflete a ausência de planejamento estratégico do governo para impulsionar políticas públicas de fomento à sustentabilidade.

4.4.

BIM e tecnologias para desenvolvimento de projeto

De acordo com Reis (2019), o contato inicial do Studio MK27 com um *software* BIM ocorreu em 2008 e o arquiteto mencionou a importância de se “planejar uma implementação paulatina para não criar um impacto negativo no escritório”. A primeira experiência positiva se deu com a capacitação de apenas dois arquitetos durante o processo de desenvolvimento de um projeto-piloto. Com o tempo, todo o setor de arquitetura se tornou apto na manipulação do *software* e, atualmente, o escritório também possui um plano de capacitação da equipe de interiores.

Na MPG Arquitetura, o processo de implantação do BIM ocorreu em dois momentos: primeiramente em 2016 com capacitação de parte da equipe de

arquitetura e conclusão de um projeto residencial. Em 2019, o treinamento foi estendido a todos os profissionais da unidade do Rio de Janeiro – inclusive do setor de decoração – que, juntos, trabalham no processo de transição do desenvolvimento de projetos para BIM (DUHÁ, 2020).

Há cerca de quatro anos a Bernardes Arquitetura desenvolve os projetos em BIM e, apesar da evolução alcançada, Abreu (2020) tem convicção de que ainda há muito para explorar. Segundo o arquiteto, seria interessante analisar todas as informações geradas para aprimorar o processo de produção e usufruir melhor das possibilidades que o BIM oferece para o desempenho dos projetos.

Experiência semelhante é vivenciada no escritório FGMF que também desenvolve seus projetos em modelagem paramétrica com toda a equipe capacitada para tal. No entanto, na visão de Forte (2020), o potencial máximo do BIM ainda não é usufruído no mercado de maneira geral, incluindo arquitetos, demais projetistas, construtoras e fornecedores diversos.

Já a RRA desenvolve projetos em BIM há bastante tempo. A trajetória de implementação do BIM no escritório teve início em 2011 com tempo de investimento de aproximadamente três anos em equipamentos e capacitação dos profissionais (RRA, 2018).

De acordo com Barbosa (2020), o unidade de SP do escritório Perkins&Will trabalha em BIM há cerca de sete anos, mas ainda há clientes que solicitam a utilização de softwares 2D por falta de conhecimento da metodologia e prática na manipulação das ferramentas. Ainda sim, a meta do escritório é chegar ao final de 2020 com 90% dos projetos desenvolvidos em BIM.

Para tanto, há cerca de dois anos que a Perkins&Will SP conta com um gerente de BIM na equipe interna, dedicado ao aprimoramento das ferramentas e treinamento da equipe para padronização dos processos de trabalho. Além disso, esse profissional também promove a integração entre as demais unidades da empresa para atualizações sobre outros softwares complementares e novas práticas relacionadas ao desenvolvimento dos projetos em BIM (BARBOSA, 2020).

O Atelier O'Reilly também desenvolve seus projetos em BIM. No entanto, segundo O'Reilly (2020), o potencial de integração do software é atingido

durante a etapa de projeto executivo. Para concepção, a equipe utiliza outras ferramentas.

A trajetória do escritório Sergio Conde Caldas Arquitetura com o BIM iniciou-se há cerca de 10 anos a partir da iniciativa Machado (2020), sócio de Caldas e que também é professor universitário e pesquisador do assunto. Após um período inicial de utilização apenas na etapa de estudo preliminar, o escritório passou a explorar o BIM em estudos de viabilidade e projeto legal, alcançando significativos avanços. Desde 2015, a equipe desenvolve todas as etapas de projeto em BIM e conta com o auxílio de um profissional interno dedicado ao tema.

Apesar do escritório Duda Porto Arquitetura ainda não possuir experiência na utilização das ferramentas BIM, Porto (2020) afirmou ter a meta de capacitação da equipe em breve.

Interface com o mercado

Independente das tecnologias empregadas, um processo de projeto necessita de integração entre os agentes envolvidos não só para se alcançar as melhores soluções, mas também para alinhar as expectativas sobre qual é o produto final desejado e como será o seu processo de desenvolvimento.

Sobre a utilização do BIM no processo de projeto, Barbosa (2020) explica que a Perkins&Will SP possui um padrão de contrato que estabelece o nível de informações que serão geradas. Ainda que seja possível extrair um nível muito maior e mais detalhado de informações através do BIM, não há demanda por parte dos clientes, muitas das vezes por falta de conhecimento e capacidade de manipulação dos dados.

Além disso, é percebida pela Perkins&Will SP uma grande carência no mercado de projetistas complementares que trabalhem em BIM. Ainda que as equipes de arquitetura modelem as disciplinas de maior impacto, como estrutura e ar-condicionado – por decisão própria sem contabilizar prazo e custo em cima disso – a eficiência de uma compatibilização totalmente parametrizada ainda não é comum no desenvolvimento dos projetos (BARBOSA, 2020).

Reis (2019) relatou situações complexas enfrentadas em função dessa carência no mercado. Durante a etapa de compatibilização de um determinado projeto, o Studio MK27 foi surpreendido negativamente com o recebimento de projetos complementares desenvolvidos em *softwares* 2D. Ainda que o contrato do projeto em questão tenha sido firmado no formato BIM, a modelagem paramétrica dos projetos só foi entregue ao final do processo executivo.

Para Machado (2020), a carência de projetistas capacitados em BIM é uma realidade que precisa mudar, mas não é fator limitador para a produção no escritório Sergio Conde Caldas Arquitetura. Em projetos de edifícios residenciais multifamiliares e comerciais, a equipe de arquitetura sempre modela as infraestruturas de água, esgoto, pressurização de escada e ar-condicionado. No entanto, Machado explica que essa é uma escolha interna do escritório em função de ganhos de produção e de proposição de soluções diferenciadas facilitadas pela visualização do projeto em 3D.

Ainda que a produção do escritório Duda Porto Arquitetura ainda não seja desenvolvida em *softwares* BIM, Porto (2020) também diz perceber a falta de difusão do BIM entre os profissionais do setor de construção civil.

Na percepção de Abreu (2020), os arquitetos são os agentes do setor com maior pró-atividade na transição para plataforma de trabalho em BIM. No entanto, o arquiteto diz ter sentido, nos últimos três anos, o aumento da conscientização de projetistas complementares a cerca do BIM como uma realidade cada vez mais frequente e imposta pelo mercado. A percepção de Duhá (2020) é semelhante:

Apesar de estarmos em processo de transição para o uso do BIM na MPG Arquitetura, já vivenciamos a dificuldade em encontrar profissionais no mercado capacitados em BIM. Mas venho percebendo certa movimentação acontecendo. Fui convidada recentemente para reuniões – organizadas voluntariamente por profissionais parceiros – que funcionaram como grupo de estudo para trocarmos experiências e nos atualizarmos sobre o assunto (DUHÁ, 2020).

A demanda no escritório FGMF por parte dos clientes para desenvolvimento de projetos em BIM é cada vez maior. No entanto, segundo Forte (2020), ainda há muitos profissionais envolvidos na cadeia da construção que não sabem manipular as ferramentas. Tanto Forte quanto Abreu (2020) acreditam que a transformação por completo do cenário demandará tempo, pois nem todas as empresas têm capacidade de absorver rapidamente o uso do BIM.

O alto custo das licenças foi apontado por muitos dos entrevistados como um fator que dificulta a difusão do BIM no mercado, principalmente entre profissionais recém-formados e escritórios menores que desenvolvem projetos complementares. Para um dos entrevistados, as empresas de menor porte são as que estão mais abertas a soluções inovadoras fora da repetição praticada no mercado. No entanto, não conseguem acompanhar as atualizações referentes aos *softwares* de projeto em função do custo total de implementação, que também envolve investimento em capacitação e equipamentos.

Durante as entrevistas, a falta de conhecimento entre os profissionais sobre o significado e vantagens do BIM no processo de projeto, na execução da obra e, posteriormente, no suporte ao longo do ciclo de vida da edificação, também foi um fator comentado. De acordo com um dos entrevistados – que preferiu não se identificar especificamente sobre esse assunto – “grandes empresas poderiam regular o mercado através da exigência de utilização do BIM nos seus empreendimentos, mas são poucas que atuam dessa forma”.

Para Barbosa (2020), apesar das dificuldades apresentadas, assim como houve a “transição entre a prancheta e os softwares 2D para desenvolvimento dos desenhos, agora é o momento dos profissionais se atualizarem em função do BIM ou não acompanharão a dinâmica do mercado” que exige cada vez mais desempenho e eficiência no desenvolvimento dos projetos.

Machado (2020) afirma que a combinação entre uma “engenharia eficiente” e um projeto executivo desenvolvido em BIM foi capaz de reduzir em 17% os custos de obra previstos inicialmente de um dos projetos desenvolvidos em seu escritório. Para o arquiteto, em construções onde há redução do uso de material e minimização de erros de execução, “a sustentabilidade está sendo colocada em prática”.

Outro benefício apontado por Machado (2020) está na capacidade dos *softwares* BIM em apresentar novas soluções através de informações sobre “quantitativos e lógica construtiva. Dessa forma, os parâmetros ficam muito mais tangíveis para o cliente na hora da tomada de decisão”. Como exemplo, Machado citou o caso da reforma de um empreendimento onde foi proposta fachada ventilada em função das características térmicas locais. Através do BIM, foi possível comprovar para o cliente que os custos envolvidos na execução

seriam semelhantes à solução convencional solicitada. Um ano após a conclusão da obra, através de comparação entre as contas de luz, a equipe do escritório Sergio Conde Caldas Arquitetura comprovou a redução de 8% no consumo energético da edificação em função da solução de fachada ventilada.

De acordo com O'Reilly (2020), o BIM é capaz de reduzir o cronograma de desenvolvimento da etapa de compatibilização entre disciplinas complementares sem prejudicar a qualidade do processo. Além disso, o desenvolvimento de projetos em softwares e, principalmente, metodologia BIM faz parte da industrialização e assertividade necessárias aos processos de projeto e construção com o objetivo de reduzir custos, prazos e impactos ambientais.

Segundo Resende (2020), a RRA aproveita o desenvolvimento de projetos em BIM para realizar, internamente, simulações e estudos de insolação que melhor embasam as decisões de projeto. No entanto, para o arquiteto, “não existe uma ferramenta específica para sustentabilidade” que, por sua vez, é alcançada através da combinação de um conjunto de ferramentas, fatores e decisões.

Para Barbosa (2020), o uso do BIM é fundamental na etapa de concepção, mas implica em maior tempo de modelagem em função do maior nível de informação necessário se comparado com um processo convencional em 2D. Em alguns momentos, esse foi um fator complicador junto aos clientes e cronogramas enxutos desejados. No entanto, alguns clientes já compreendem os benefícios relacionados a uma modelagem mais completa com quantitativos e orçamentos mais precisos. A arquiteta citou o exemplo de um projeto para o qual foi contratada uma empresa terceirizada para realizar o cálculo de movimentação de terra. A partir da modelagem do projeto em *software* BIM foi identificado um volume de terra substancialmente menor do que o anteriormente apresentado pela empresa terceirizada, o que significou uma economia de 50% do valor estimado inicialmente.

Além de informações para orçamentos, a Perkins&Will SP também já utiliza o BIM para realizar algumas simulações de conforto. Atualmente, em função de um projeto específico, o escritório está trabalhando na adoção de um novo programa que viabilize o aprimoramento dessas simulações a serem

realizadas internamente pela equipe de desenvolvimento de projetos (BARBOSA, 2020).

Ainda não se percebe e nem se explora o potencial do BIM para elevar o desempenho dos projetos na MPG Arquitetura. No entanto, a influência dos *softwares* BIM na eficiência da produção interna do escritório já é um benefício reconhecido pela equipe (DUHÁ, 2020).

Apesar de não utilizar as ferramentas BIM com foco na obtenção de sustentabilidade nos projetos, Forte (2020) relaciona a otimização e a integração de sistemas – fatores facilitados pelo BIM – com a obtenção de melhores performances. O arquiteto cita o projeto de um apartamento, desenvolvido em conjunto com uma consultoria de sustentabilidade, no qual as possibilidades do BIM relacionadas às simulações, análises e cálculos para conforto ambiental foram exploradas. No entanto, pontua que essa é uma oportunidade pouco comum no cotidiano do escritório.

Segundo Reis (2019), o uso dos softwares BIM é positivo para todas as escalas e tipologias de projeto e descreve a experiência:

Acho que o BIM é bom para tudo referente à arquitetura. Porque existe desde a experiência que é largar uma lapiseira burocrática que é o Cad e entrar em um processo que é mais lúdico, mais construtivo de fato (...) é prazeroso construir e tem uma agilidade. (...) até você aprender a se comunicar com o *software* BIM é muito angustiante e difícil, mas depois que você começa a perceber a agilidade para gerar documento, para fazer alteração, para manipular topografia (...) é muito produtivo (REIS, 2019).

Além dos benefícios, há também pormenores que envolvem, entre outras questões, a complexidade de se trabalhar em um modelo compartilhado, alcançar uma interface gráfica adequada aos padrões estéticos pretendidos pelo escritório e o cuidado em definir os limites e nível de detalhe da modelagem. Mas de maneira geral, o uso do BIM é positivo e espera-se que a capacitação da equipe de interiores – próximo passo da implantação do BIM no Studio MK27 – potencialize a interatividade entre equipes tornando o processo de projeto ainda mais produtivo (REIS, 2019).

Questionado sobre o impacto do BIM no processo de projeto do FGMF, Forte (2020) diz que não houve alteração no conteúdo ou sequência das etapas. Mas identificou o benefício da visualização em 3D tanto para desenvolvimento de projeto quanto na compreensão para a execução correta da obra.

No Studio MK27, a utilização do BIM não alterou a forma de concepção dos projetos, mas interferiu em algumas atividades do processo. A etapa de desenvolvimento do material de apresentação inicial foi agilizada e aprimorada. Além disso, para Reis (2019), “os softwares BIM são ferramentas mais potentes de comunicação e compreensão dos espaços, enquanto nas ferramentas CAD o exercício é mais abstrato.” Segundo o arquiteto, algumas alterações relacionadas à gestão financeira e operacional também foram realizadas como a divisão da etapa de estudo preliminar em três fases – que divergem no nível de informação incorporada – e a revisão do fluxo de produto *versus* faturamento.

Já no Atelier O'Reilly – onde o trabalho só é iniciado a partir dos estudos climáticos – o uso do BIM na etapa de concepção do projeto não é considerado eficiente. Apesar dos *softwares* BIM atuais apresentarem opções de simulação e análises de conforto, O'Reilly (2020) avalia essas funções como incipientes e superficiais. Para a arquiteta, o maior potencial do BIM está no desenvolvimento dos projetos executivos a partir da integração com as disciplinas complementares.

Para o trabalho desenvolvido na Sustentech, o potencial do BIM nas avaliações de sustentabilidade das edificações é enorme. No entanto, o cenário ideal só será alcançado quando todos os profissionais do setor estiverem dominando a manipulação das ferramentas e compreendendo a metodologia de trabalho para que a modelagem das informações seja feita da forma correta (PINTO, 2020).

De acordo com Pinto (2020), a experiência incipiente da maioria dos profissionais implica, naturalmente, em modelos com falhas. Falhas estas que atrapalham, ou até inviabilizam, a compatibilização de soluções sustentáveis e a obtenção de resultados precisos através das simulações – alguns dos principais serviços prestados pelas consultorias de sustentabilidade. A fim de não comprometer a qualidade do seu trabalho, a solução temporária encontrada pela Sustentech se resume em não aproveitar diretamente os arquivos fornecidos por arquitetos e projetistas – ainda que em BIM – e desenvolver os seus próprios modelos de estudo em outros softwares de modelagem.

4.5. Principais resultados das entrevistas

Tendências avaliadas

De maneira unânime, os escritórios afirmaram adotar estratégias bioclimáticas passivas desde a fase inicial de concepção projetual (gráfico 22). As principais estratégias comentadas foram relacionadas aos aspectos de melhor adequação da edificação no terreno, verificação da insolação, ventilação cruzada e iluminação natural. 100% dos entrevistados determinaram essa postura como a adoção de práticas de uma arquitetura correta e consciente onde a sustentabilidade está intrínseca e independe de demandas externas específicas, seja pelo cliente ou por uma necessidade de mercado.

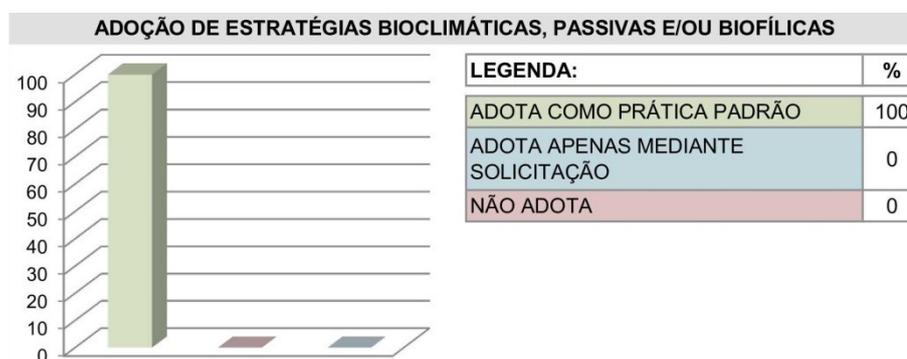


Gráfico 22: Adoção de estratégias bioclimáticas, passivas e/ou biofílicas. Fonte: Elaboração própria da autora (2020).

Além da postura dos escritórios, a relação dos clientes com a pauta da sustentabilidade também foi abordada. Segundo 70% dos entrevistados, os clientes demandam constantemente por projetos que incorporem soluções sustentáveis e 30% dos entrevistados relataram que essa demanda tem perfil mais esporádico (gráfico 23). Apesar da crescente conscientização dos clientes para o assunto, os entrevistados relataram que o fator custo, em muitas situações, ainda é prioridade para as tomadas de decisão. Portanto, a existência dessa demanda não necessariamente reflete na efetiva execução final das soluções.

A abordagem dos escritórios com seus clientes sobre o retorno dos investimentos em soluções sustentáveis é variada. Em muitos casos, os escritórios se posicionam de maneira informal estabelecendo relações entre custos iniciais *versus* retorno financeiro com base em suas experiências de

mercado ou referências de projetos já desenvolvidos. São poucos os escritórios que abordam os aspectos financeiros de maneira formal, com apresentação de algum tipo de cálculo, sem que haja uma consultoria específica de sustentabilidade contratada.

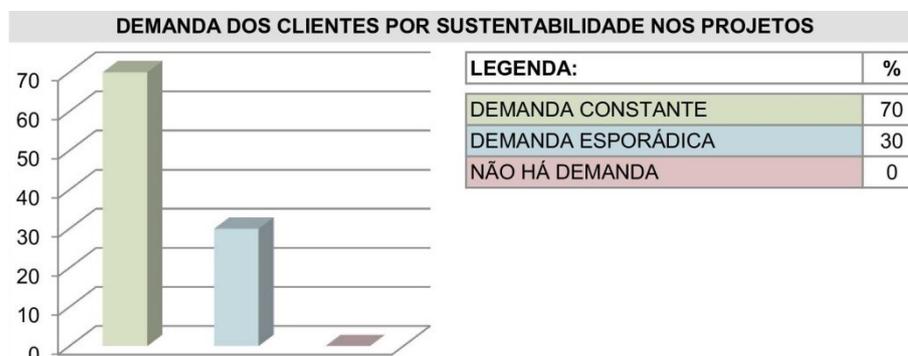


Gráfico 23: Demanda dos clientes por sustentabilidade nos projetos. Fonte: Elaboração própria da autora (2020).

Também foi identificada variação quanto à prática de desenvolvimento de simulações para análise de desempenho dos projetos (gráfico 24). Nos 50% dos escritórios onde a simulação é uma prática constante ou esporádica, são exploradas ferramentas relacionadas à insolação e conforto ou é utilizado o potencial dos *softwares* BIM para geração de quantitativos com o objetivo de comparar soluções em termos de volume e custos do material utilizado. Dentre os outros 50% dos escritórios, 40% desenvolvem simulações apenas em conjunto com consultoria de sustentabilidade contratada e 10% não desenvolvem apesar de considerar importante.

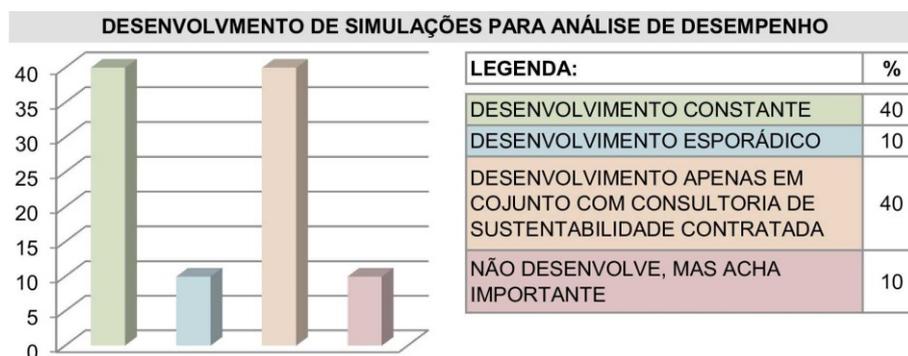


Gráfico 24: Desenvolvimento de simulações para análise de desempenho. Fonte: Elaboração própria da autora (2020).

Através da avaliação sobre a experiência dos escritórios com os sistemas de avaliação ambiental foi possível diagnosticar que 80% possuem projetos

certificados e os demais não possuem ou estão em processo de certificação no momento (gráfico 25).

As considerações sobre o nível de relevância das certificações foram diversas (gráfico 26). Enquanto 20% consideram as certificações muito importantes e 30% relevantes, porém dispensáveis, houve predominância de 50% dos escritórios que compreendem a importância das certificações, porém com algumas ressalvas.

De maneira geral, alguns dos pontos positivos destacados foram: o potencial de difusão do tema da sustentabilidade no mercado, o aumento do valor agregado dos empreendimentos e o funcionamento dos sistemas de avaliação como um guia de parâmetros sustentáveis. No entanto, fatores como o custo dos processos de certificação, generalização das estratégias sem adaptação às particularidades de cada local e supervalorização do mercado em relacionar a garantia da sustentabilidade nos projetos à obtenção de certificações foram alguns dos pontos negativos mais comentados.



Gráfico 25: Experiência com projetos certificados. Fonte: Elaboração própria (2020).



Gráfico 26: Nível de relevância das certificações. Fonte: Elaboração própria (2020).

Apesar das diferenças em termos do nível de exploração e tempo de experiência na manipulação dos *softwares*, foi possível identificar que o uso do BIM para desenvolvimento de projeto é expressivo dentre os entrevistados (gráfico 27) e descrito por alguns como “um caminho sem volta” em toda a cadeia produtiva do setor de construção.

A carência de projetistas no mercado que trabalhem satisfatoriamente em BIM – tanto em relação à manipulação correta de *softwares* como na compreensão do BIM como metodologia de trabalho – foi uma percepção unânime entre os entrevistados (gráfico 28). Uma situação que, de acordo com os relatos, dificulta a exploração do potencial que o BIM oferece para a eficiência tanto no desenvolvimento de projetos quanto na execução das obras.



Gráfico 27: Desenvolvimento de projetos em BIM. Fonte: Elaboração própria da autora (2020).



Gráfico 28: Carência de projetistas no mercado que trabalhem em BIM. Fonte: Elaboração própria da autora (2020).

No entanto, a maioria dos entrevistados disse perceber uma tendência de crescimento da difusão do BIM no setor, ainda que em caráter de consicentização da importância de se trabalhar em BIM e não efetivamente de utilização da metodologia e dos *softwares* relacionados. Muitos também refletem

que, apesar de necessário, o processo de transformação para o uso do BIM é complexo e demorado, seja pelo auto custo das licenças ou mesmo pela interferência significativa nos processos de trabalho, fatores que geram resistência por parte dos profissionais.

Todos os entrevistados avaliaram que a utilização do BIM agrega desempenho e sustentabilidade nos projetos, mas não consideram que esse potencial seja explorado por completo atualmente (gráfico 29). No geral, a exploração desse potencial ocorre em diferentes níveis em casa escritório, seja por um processo ainda em maturação na manipulação dos *softwares* ou mesmo na falta de integração com todos os agentes do setor a partir de um processo de trabalho integrado através do BIM. Inclusive, alguns entrevistados declararam que a melhoria de desempenho do BIM, até o momento, só se faz realmente efetiva na produtividade interna dos escritórios, mas reconhecem a necessidade de evolução e demandam esforços nessa direção.

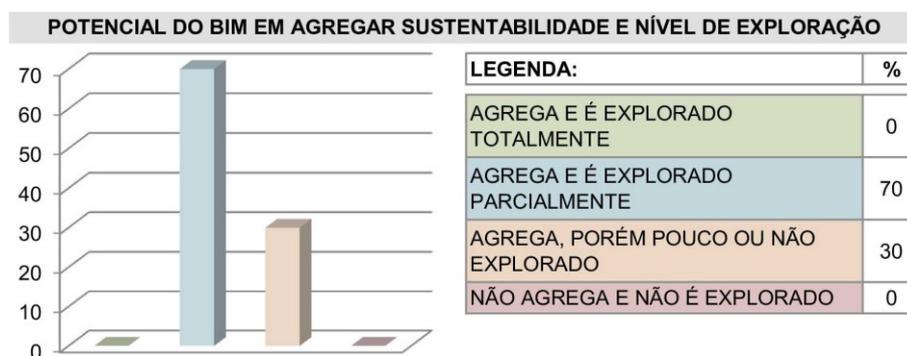


Gráfico 29: Potencial do BIM em agregar sustentabilidade e nível de exploração. Fonte: Elaboração própria da autora (2020).

Em um último exercício comparativo para essa pesquisa, o gráfico 30 sintetiza os principais resultados das entrevistas, porém agora com distinção entre as respostas dos escritórios do Rio de Janeiro e de São Paulo. A partir da consideração de que as respostas identificadas como “A” (em verde) foram classificadas como as mais positivas no que diz respeito ao nível de sustentabilidade presente na atuação, ferramentas e demandas dos escritórios, o item 9 do gráfico apresenta o certo destaque de São Paulo que contempla 56% das respostas positivas em contraste com os 38% do Rio de Janeiro.

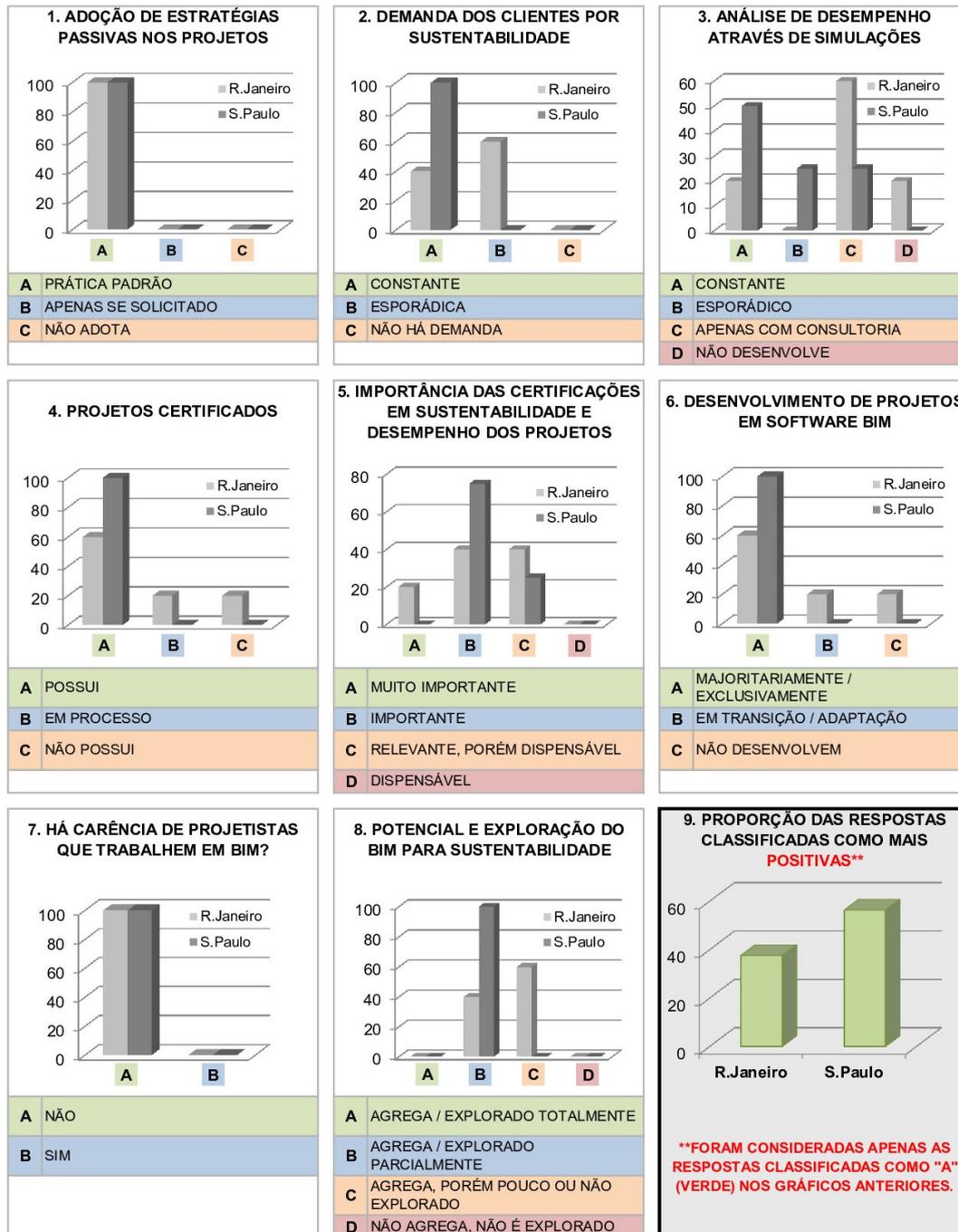


Gráfico 30: Comparativo entre Rio de Janeiro e São Paulo sobre os principais resultados das entrevistas. Fonte: Elaboração própria da autora (2020).

5 Conclusão

Através de encontros internacionais sobre meio ambiente e da atual Agenda Ambiental 2030 governos de diversos países se esforçam na definição de metas e assumem compromissos na tentativa de controlar e até reverter a degradação ambiental e as conseqüentes mudanças climáticas geradas pelas ações antrópicas. As tendências globais de crescimento populacional, expansão urbana e vulnerabilidade socioeconômica agravam ainda mais esse cenário.

Sendo a construção civil um dos maiores contribuintes para o consumo de recursos naturais, emissão de gases poluentes e geração de resíduos, uma mudança de paradigma no setor a favor do desenvolvimento sustentável não é uma escolha, mas uma necessidade. Principalmente em centros urbanos onde há demanda crescente por edificações que, por sua vez, geram impactos ambientais imediatos no período de construção e também em longo prazo durante uso e operação.

São nas etapas iniciais de planejamento e desenvolvimento de projeto que se encontram as maiores oportunidades para influenciar o desempenho e a sustentabilidade de uma edificação, o que confere papel estratégico a arquitetos e demais projetistas no combate às mudanças climáticas e aos demais impactos ambientais negativos relacionados.

No que diz respeito ao processo de projeto é necessária a incorporação de ferramentas e tecnologias que aprimorem as capacidades de trabalho colaborativo e participativo, assim como coordenação e compatibilização de informações cada vez mais complexas e em maior volume. A atuação integrada entre arquitetos, projetistas, clientes, fornecedores, construtores e consultorias específicas deve ser uma constante para que as tomadas de decisão, ainda em projeto, sejam assertivas e levem em consideração todas as variáveis envolvidas em cada situação.

Para atender esses processos de projeto – principalmente envolvendo integração e premissas de alto desempenho – a utilização da metodologia e dos *softwares* BIM é uma realidade no mercado. Inclusive, realidade quase unânime entre os escritórios de arquitetura entrevistados, ainda que os níveis de experiência sejam variados. Apesar de muitos profissionais reconhecerem que o

potencial do BIM ainda é subutilizado em seus escritórios, há a compreensão sobre seus benefícios. Tanto em termos de processo de projeto integrado quanto em relação à qualidade de projeto mediante antecipação de interferências com consequente otimização e planejamento da execução da obra, auxílio em simulações de conforto e eficiência, quantificação de materiais e custos envolvidos e controle para uso e manutenção das edificações no longo prazo.

Os escritórios de arquitetura parecem liderar o processo de desenvolvimento de projeto em BIM e não mais em CAD (*computer-aided design*, em português, design auxiliado por computador), uma vez que a carência de projetistas e construtoras no mercado que também trabalhem em BIM foi relatada por todos os entrevistados. Fatores como os altos custos das licenças dos *softwares* e as interferências nos processos de trabalho foram pontuados como possíveis limitadores na difusão do BIM. No entanto, dado os benefícios indicados na literatura e também reconhecidos pelos profissionais entrevistados, esse é um processo de transformação irreversível e indispensável para a efetiva propagação de projetos que priorizem premissas de alto desempenho e sustentabilidade.

Apesar de o Governo Federal brasileiro ter instituído a Estratégia Nacional de Disseminação do BIM é preciso que haja uma força-tarefa integrada entre as principais empresas privadas do setor de construção e os poderes públicos locais. Dessa forma, será possível pressionar por uma efetiva disseminação da metodologia e das ferramentas no mercado como um compromisso por melhores processos de projeto e planejamento de execução, com consequente redução dos desperdícios nos canteiros de obra e oportunidade de elevar a qualidade das edificações.

Ainda assim, a disseminação do BIM não será o suficiente para efetivar tais compromissos. É necessária uma mudança estrutural na mentalidade do mercado a partir da valorização da cultura de planejamento, deficiência apontada pela maioria dos entrevistados como sendo um dos grandes desafios enfrentados no mercado de arquitetura e construção.

Já com relação à concepção dos projetos, há diversas estratégias que podem priorizar sustentabilidade e desempenho da edificação, a começar pela própria concepção arquitetônica que, se integrada aos condicionantes climáticos

locais, é capaz de minimizar – ou até eliminar – a necessidade de sistemas artificiais de conforto. Ainda sim, também devem ser adotadas abordagens diferenciadas sobre sistemas e componentes comuns a qualquer tipo de edificação, tais como energia, água, efluentes, materiais e resíduos sob a perspectiva de uma gestão sustentável de recursos que priorize a redução do consumo, o reuso e, em último caso, o descarte ambientalmente adequado.

No Brasil, apesar de haver uma série de legislações que regulamentam a gestão desses sistemas de maneira macro a nível nacional, o conjunto normativo local e específico que estabeleça parâmetros de sustentabilidade e desempenho no ambiente construído se apresenta deficiente. Atualmente, a norma que mais contribui nesse sentido é a NBR 15575 – Desempenho de edificações habitacionais, mas seu foco está na qualidade da construção a partir de diretrizes para conforto térmico, acústico e durabilidade de materiais e de elementos construtivos. Estratégias relacionadas a sistemas de eficiência energética, tratamento e reuso de água e efluentes não são abordadas. Além disso, apesar de obrigatória por lei, o cumprimento da NBR 15575 não é fiscalizado pelos órgãos públicos competentes, cabendo aos usuários finais a verificação do cumprimento da mesma, o que compromete a efetiva aplicação da norma e, conseqüentemente, a qualidade das edificações construídas.

Os planos diretores, leis de zoneamento, códigos de obras e a legislação urbana e edilícia – obrigatórios e fiscalizados pelas secretarias municipais de urbanismo – também desempenham papel fundamental no desenvolvimento sustentável das cidades e do ambiente construído. Verificou-se que nos municípios do Rio de Janeiro e principalmente em São Paulo alguns esforços foram realizados nos últimos anos na atualização desses instrumentos legais para adequação do desenvolvimento urbano e do ambiente construído às premissas de desenvolvimento sustentável. No entanto, pouco se evoluiu no campo dos incentivos fiscais como o IPTU Verde ou mesmo relacionados à certificação QUALIVERDE, ferramentas muito importantes no estímulo à construção sustentável, mas que se encontram como projetos de lei estagnados nas câmaras municipais.

Outro mecanismo bastante difundido no setor da construção civil e muito utilizado como alcance e validação de desempenho e sustentabilidade das edificações são os sistemas de avaliação ambiental. As certificações ambientais

e os selos de eficiência energética desenvolvidos no Brasil são importantes por serem compatíveis com as necessidades ambientais e culturais do país, mas ainda não possuem a mesma expressividade dentro do mercado nacional se comparados com sistemas estrangeiros como o LEED ou o AQUA-HQE originado da certificação francesa HQE. Sistemas de avaliação como o Selo Casa Azul, a certificação QUALIVERDE no Rio de Janeiro e a etiqueta de eficiência energética PBE Edifica deveriam ser impulsionados pela política pública através de incentivos fiscais – conforme mencionado anteriormente – ou mesmo benefícios edilícios como forma de estimular a construção sustentável no país.

De maneira geral, a sustentabilidade se faz presente na produção arquitetônica do eixo Rio de Janeiro-São Paulo, mas os níveis de abordagem e aplicação da mesma são variados. Estratégias de arquitetura bioclimática para a concepção dos projetos é uma realidade no processo de trabalho de todos os escritórios entrevistados. No entanto, enquanto alguns trabalham as estratégias bioclimáticas de maneira empírica e mais conceitual, outros utilizam ferramentas específicas que conferem maior precisão de resultados para melhor desempenho da edificação. Referenciada por alguns como “boa arquitetura”, “arquitetura consciente” ou “arquitetura responsável”, a edificação ambientalmente integrada ao meio em que ocupa é uma premissa padrão dos escritórios que independe de exigências legais, de sistemas de avaliação ambiental ou mesmo de solicitações específicas dos clientes.

Os clientes, por sua vez, estão cada vez mais atentos aos benefícios da sustentabilidade e a demanda por estratégias específicas aplicadas aos projetos tem sido percebida pelos profissionais do mercado. Porém, o custo imediato de implementação de algumas soluções ainda é prioridade nas tomadas de decisão, ainda que exista uma argumentação por parte dos escritórios sobre responsabilidade socioambiental e vantagens econômicas no longo prazo.

No entanto, foi constatado nas entrevistas que a comunicação de muitos escritórios, sobretudo em relação ao investimento e retorno financeiro das estratégias sustentáveis, ainda se apresenta bastante informal e dependente da contratação de consultorias específicas. No geral, a argumentação dos profissionais é fundamentada apenas em estimativas baseadas em experiências anteriores ou no auxílio de projetistas envolvidos em cada projeto. Em muitos

casos, essas informações generalistas e estimadas são consideradas insuficientes para persuadir o cliente na tomada de decisão a favor de determinadas soluções sustentáveis que envolvam maior custo inicial de implementação.

Alguns relatos comprovaram que uma abordagem mais assertiva em termos numéricos – tanto sobre dados financeiros quanto de desempenho – desde o início do processo de projeto faz com que os clientes consigam tomar mais decisões a favor das estratégias sustentáveis por compreenderem claramente o impacto econômico envolvido além da minimização dos impactos ambientais provocados pela construção.

Essa compreensão é mais evidente entre os clientes pessoa jurídica que não só investem como também são responsáveis pela manutenção dos empreendimentos que constroem. Nesses casos, a relação entre investimento em sustentabilidade no projeto e economia financeira no médio e longo prazo já é assunto absorvido e superado. Assim como o ingresso em processos de certificação ambiental com objetivo de comprovação da sustentabilidade, de reforçar os valores empresariais e de promover a valorização patrimonial frente ao mercado que cada vez mais valoriza e até exige esse tipo de iniciativa.

Inclusive, a experiência de grande parte dos escritórios com projetos certificados indica a influência que os sistemas de avaliação ambiental exercem no mercado de produção arquitetônica. Ainda que, para a maioria dos entrevistados, as certificações sejam importantes, porém não essenciais na garantia de sustentabilidade da edificação, é possível concluir que a obtenção de uma chancela ambiental é bastante relevante em muitos projetos. Principalmente entre clientes pessoa jurídica.

Já para clientes pessoa física – que em sua maioria buscam os escritórios para desenvolver projetos de suas próprias residências – o cenário se apresenta diferente. De acordo com os entrevistados, apesar da gradual expansão percebida sobre consciência ecológica e noções de responsabilidade ambiental entre esses clientes, os investimentos iniciais necessários para determinadas soluções, para contratação de consultorias específicas ou mesmo os custos envolvidos em sistemas de avaliação ambiental são considerados limitadores.

Se os escritórios dominassem uma abordagem mais assertiva e quantitativa em relação às estratégias sustentáveis possíveis de serem aplicadas, sem a dependência de consultorias específicas, é possível que o poder de persuasão junto ao cliente fosse maior. Assim como a criação de incentivos fiscais e benefícios edilícios poderiam ser propulsores da adoção de estratégias sustentáveis, mas ainda são escassos no mercado.

Outro recurso de significado impacto e importância para a sustentabilidade de uma edificação está na escolha de materiais e a otimização dos mesmos no projeto. No entanto, apenas alguns escritórios demonstraram ter preocupações um pouco mais aprofundadas durante a especificação desses materiais que envolvam critérios além da estética, tais como: rastreabilidade desde a extração, processamento e distribuição, análise da ficha técnica para verificação de COV e energia incorporada, otimização do uso para evitar desperdícios, priorizar equipamentos e metais mais eficientes no consumo de recursos, entre outras questões.

Mesmo os profissionais que afirmaram ter essas práticas incorporadas em seu processo de projeto pontuaram que a análise sobre a sustentabilidade dos materiais é um processo trabalhoso, que depende de pesquisa e verificação junto aos fornecedores e que, em muitos casos, também esbarra em limitações de disponibilidade do mercado nacional se comparado com o que é fornecido em outros países.

Essas limitações também são percebidas pelos profissionais quando se trata da escolha por sistemas construtivos ambientalmente mais adequados. Apesar dos escritórios demonstrarem certa experiência e conhecimento a cerca de sistemas industrializados que otimizam a execução das obras, a utilização de tijolo de alvenaria e concreto é predominante, mesmo que compreendida a gravidade dos impactos ambientais relacionados.

Mediante todas as reflexões e avaliações realizadas até então, a retomada do diagrama de contextualização e objetivos apresentado na introdução dessa pesquisa traz agora respostas para as perguntas inicialmente colocadas. Sobre o cenário existente, identificou-se que, de maneira geral, os escritórios de arquitetura entrevistados e atuantes nos mercados do Rio de Janeiro e de São Paulo apresentam consciência sobre as demandas ambientais e sobre o papel

estratégico dos profissionais no desenvolvimento sustentável do ambiente construído das cidades. No entanto, foram muitos os desafios identificados o que indica uma necessidade mais profunda a ser alcançada a partir da mudança de paradigma do setor (figura 73).

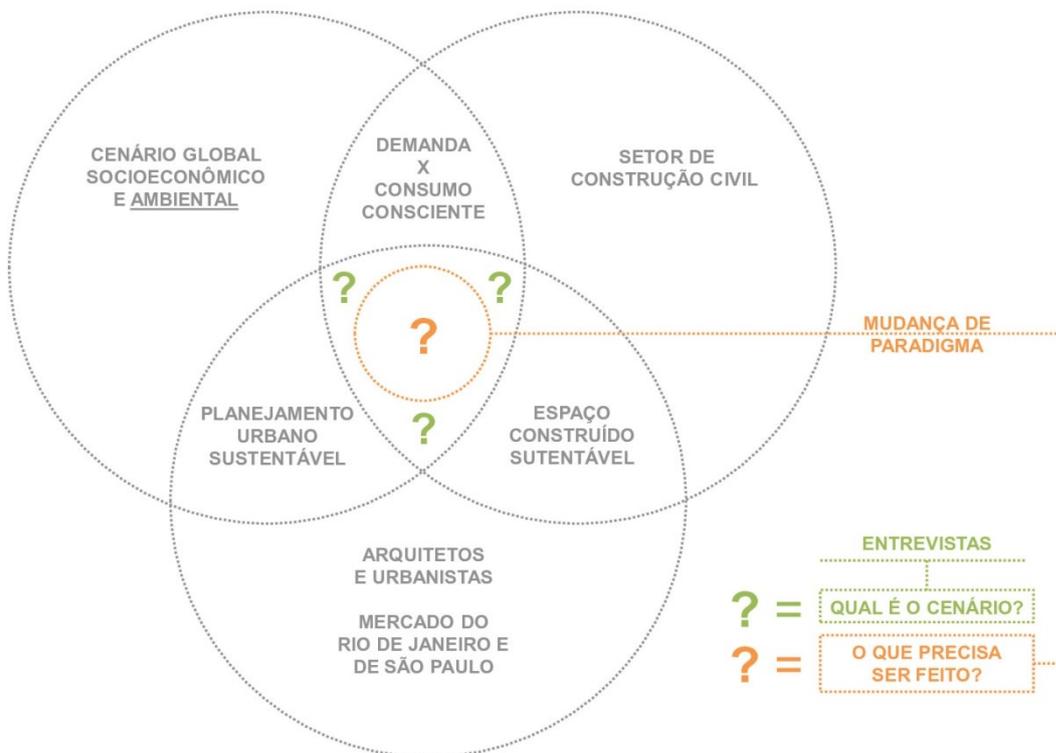


Figura 73: Diagrama de problematização da pesquisa com indicação das possíveis respostas. Fonte: Elaboração própria da autora (2021).

Para efetiva mudança de paradigma é preciso um plano de ações conectadas e complementares entre si, conforme proposto no diagrama da figura 74. A começar por um contexto macro, é necessária uma forte articulação entre entidades do setor para fomentar o desenvolvimento de leis e normas específicas que essencialmente promovam incentivos fiscais e edífios para impulsionar a adoção de práticas sustentáveis o ambiente construído em larga escala. Tais incentivos também devem corroborar com a valorização dos sistemas nacionais de avaliação ambiental existentes, tornando-os mais acessíveis para que funcionem como ferramentas potentes de difusão do conhecimento a cerca do desenvolvimento sustentável.

Em conjunto, as ações descritas são capazes de instaurar e fortalecer a cultura de planejamento, identificada como uma fragilidade atual do setor de construção nacional, fragilidade esta que pode ser combatida através da

participação ativa de fornecedores e clientes em todos os processos que envolvem o desenvolvimento de uma edificação – da concepção até ao longo de toda a sua vida útil. Por sua vez, esses processos precisam ser integrados e fundamentados em metodologias e ferramentas acessíveis – como o *Building Information Modeling* e seus softwares – capazes de suprir as demandas cada vez mais complexas e volumosas que envolvem as estratégias de desempenho e sustentabilidade nas edificações.

Com o aparato técnico e metodológico eficiente, os profissionais são capazes de adotar simulações como prática padrão no processo de projeto e, assim, conferir maior assertividade nas estratégias passivas que já são adotadas, em muitos casos de forma empírica, por todos os escritórios entrevistados.

Para além das estratégias passivas, é essencial que os sistemas construtivos e prediais sejam desenvolvidos a partir da premissa de uso e potencialização de recursos renováveis e soluções de alto desempenho. Já sobre os materiais a serem especificados e utilizados na construção, as escolhas devem incorporar os critérios ambientais como prioridade frente aos valores estéticos que podem ser ressignificados.

Obviamente que, para todas as ações indicadas, o fator custo deve ser ponderado, porém em conjunto e não sobreposto à avaliação dos critérios ambientais. Uma vez que a viabilidade econômica é um dos pilares de equilíbrio do conceito de sustentabilidade e um fator determinante nas tomadas finais de decisão, os escritórios de arquitetura devem se capacitar para uma abordagem financeira precisa e ágil sem depender de consultorias terceirizadas que, em muitos casos, nem chegam a ser contratadas justamente por representarem um custo a mais dentro de todo o processo de projeto.

Por fim, ainda que o desenvolvimento de uma edificação envolva um universo macro e diversificado de atores envolvidos e condicionantes ambientais, financeiros, legislativos e técnicos, a mudança de paradigma deve começar na escala individual. Tendo em vista que o projeto é o estágio inicial do ciclo de vida de uma edificação, é preciso que nós, arquitetos, assumamos uma postura de liderança no movimento das construções sustentáveis sem aguardar de forma passiva às ações do poder público ou mesmo uma compreensão

coletiva. Precisamos ser e nos reconhecer como agentes transformadores do cenário que se apresenta.

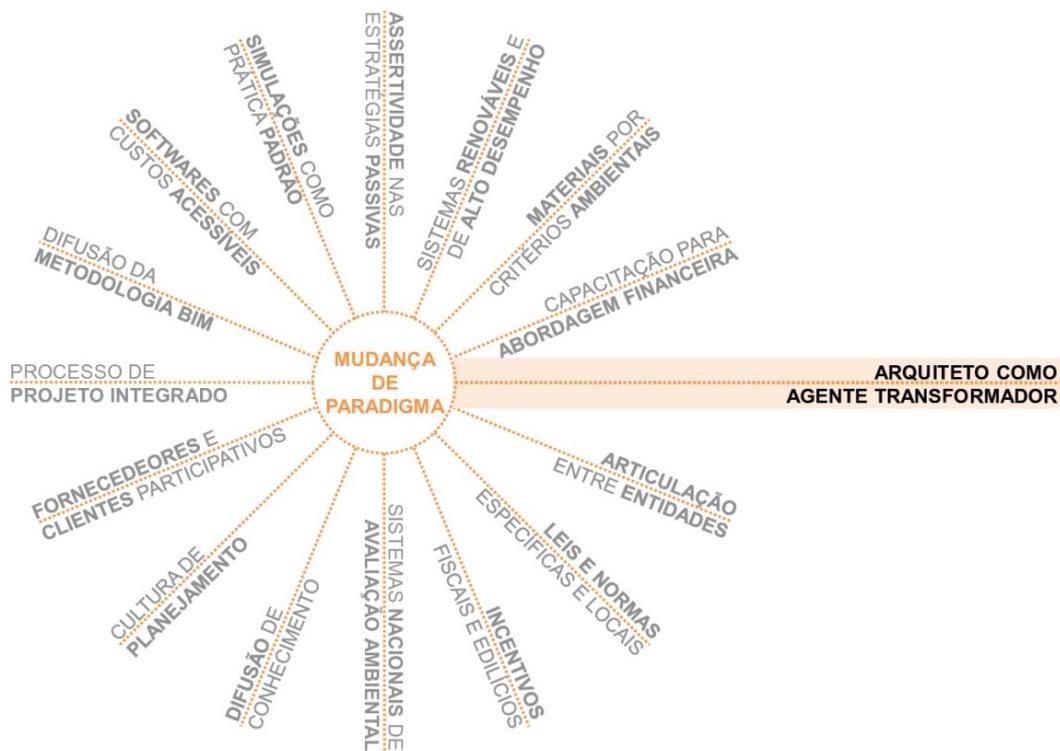


Figura 74: Diagrama do plano de ação para a mudança de paradigma. Fonte: Elaboração própria da autora (2021).

Recomendações para trabalhos futuros

Além de ser um dos pilares do conceito geral de sustentabilidade, o aspecto econômico exerce influência quase prioritária nas tomadas de decisão durante o desenvolvimento dos projetos. Sendo assim, uma recomendação para trabalhos futuros, que se apresenta pertinente ao estímulo da construção sustentável, se refere ao levantamento dos custos envolvidos na implementação das principais estratégias sustentáveis e tecnologias de alto desempenho, assim como na simulação tanto do retorno financeiro destes investimentos quanto do impacto econômico dos mesmos durante o uso e a operação da edificação ao longo do seu ciclo de vida. Desta forma, estima-se alcançar uma argumentação financeira com maior poder de persuasão para que clientes e investidores – das mais variadas naturezas e interesses – sejam favoráveis ao desenvolvimento de projetos cada vez mais alinhados com a agenda ambiental global.

6

Referências Bibliográficas

ABAP (2020). **Site da Associação Brasileira de Arquitetos Paisagistas - ABAP**. Acesso em set. de 2020, disponível em <http://www.abap.org.br/>

ABEA (2020). **Site da Associação Brasileira de Ensino de Arquitetura e Urbanismo - ABEA**. Acesso em set. de 2020, disponível em http://www.abea.org.br/?page_id=16

ABREU, F. (2020). **Entrevista com o escritório Bernardes Arquitetura**. (N. L. Tavares, Entrevistador)

AECWEB (s.d.). **Vidros Low-e**. Acesso em ago. de 2020, disponível em Site do AECweb - Revista Digital Materiais e Soluções: <https://www.aecweb.com.br/revista/materias/vidros-lowe-controlam-transmissao-termica-em-fachadas-envidracadas/13636>

_____. & E-CONSTRUMARKET (s.d.). **Conheça vantagens e desvantagens dos tubos PEX e acerte na escolha**. Acesso em ago. de 2020, disponível em Site do AECweb - Revista Digital Materiais e Soluções: <https://www.aecweb.com.br/revista/materias/conheca-vantagens-e-desvantagens-dos-tubos-pex-e-acerte-na-escolha/16453>

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA (2019). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2019: informe anual**. Brasília: Agência Nacional De Águas.

ARCHDAILY BRASIL (2012). **Mini Casa Natura / EPIGRAM + FGMF**. Acesso em ago. de 2020, disponível em Site do Archdaily Brasil: <https://www.archdaily.com.br/br/01-26061/mini-casa-natura-epigram-fgmf/27-8/>

_____. (2019). **Casa Lite SP - Duda Porto Arquitetura**. Acesso em set. de 2020, disponível em <https://www.archdaily.com.br/br/919238/casa-lite-sp-duda-porto-arquitetura>

_____. (2020). **Centro de Inovação L'Oreal / Perkins and Will**. Acesso em nov. de 2020, disponível em Site do Archdaily Brasil: <https://www.archdaily.com.br/br/949172/centro-de-inovacao-loreal-perkins-and-will>

ARCHITECT MAGAZINE (2019). **Bambu Atmosfera - Perkins & Will**. Acesso em ago. de 2020, disponível em Site da Architect Magazine: <https://www.architectmagazine.com/project-gallery/bambu-atmosfera>

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA - AsBEA (2017). **Associados a AsBEA Nacional**. Acesso em set. de 2020, disponível em Site da Associação Brasileira de Escritórios de Arquitetura (AsBEA): <http://www.asbea.org.br/associados>

_____. (2017). **Site da Associação Brasileira de Escritórios de Arquitetura - AsBEA**. Acesso em set. de 2020, disponível em <http://www.asbea.org.br/institucional>

_____. (2020). **Calendário de Eventos da Asbea Nacional**. Acesso em set. de 2020, disponível em Site da AsBEA Nacional: <http://www.asbea.org.br/eventos>

_____. (2020). **Manuais desenvolvidos pela AsBEA Nacional**. Acesso em set. de 2020, disponível em Site da AsBEA: <http://www.asbea.org.br/manuais>

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT (2005). **NBR 15220-3:2005 - Desempenho térmico de edificações Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social**. Brasil.

_____. (2019). **15527 - Aproveitamento de água de chuva - ABNT NBR 15527**. Acesso em 20 de jul. de 2020, disponível em Site da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT: <https://www.abntcatalogo.com.br/curs.aspx?ID=34>

ATELIER O'REILLY (2020). **Requalificação Urbana - Instituto Favela da Paz: Nova Sede**. Material de apresentação do Estudo Preliminar fornecido pelo escritório Atelier O'Reilly.

_____. (2020). **Atelier O'Reilly - Perfil**. Acesso em ago. de 2020, disponível em Site do escritório Atelier O'Reilly: <http://atelieroreilly.com.br/>

_____. (2020). **Projeto para Nova Sede do Instituto Favela da Paz**. Acesso em ago. de 2020, disponível em Site do escritório Atelier O'Reilly: <http://atelieroreilly.com.br/?p=5373>

BANCO MUNDIAL (2020). **Urban Development**. Acesso em 27 de julho de 2020, disponível em Site do Banco Mundial: <https://www.worldbank.org/en/topic/urbandevelopment/overview>

BARBOSA, A. (2020). **Entrevista com o escritório Perkins&Will SP**. (N. L. Tavares, Entrevistador)

BE HQE (2016). **Introdução à certificação HQE™**. Acesso em abr. de 2020, disponível em Site do Be HQE: <https://www.behqe.com/cerway/essentials>

BERNARDES ARQUITETURA. (2015). **Bernardes Arquitetura - Edifício Anibal**. Acesso em set. de 2020, disponível em Site do escritório Bernardes Arquitetura: <https://www.bernardesarq.com.br/projeto/anibal/>

_____. (2019). **Bernardes Arquitetura - Escritório**. Acesso em set. de 2020, disponível em Site do escritório Bernardes Arquitetura: <https://www.bernardesarq.com.br/escritorio/>

_____. (2019). **Bernardes Arquitetura - Casa Asa**. Acesso em set. de 2020, disponível em Site do escritório Bernardes Arquitetura: <https://www.bernardesarq.com.br/projeto/4070/>

BEZERRA, M. M. (2004). **Interações no ensino e na prática do design e da arquitetura**. Rio de Janeiro, RJ, Brasil: Dissertação de Mestrado - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Artes e Design.

_____. (2013). **Renovação da quadra urbana para a sustentabilidade: desafios e soluções**. Rio de Janeiro, RJ, Brasil: Tese de Doutorado - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Artes e Design.

_____. & OLIVEIRA, A. J. (2015). **QUALIFICAÇÃO QUALIVERDE: A Legislação para Edifícios Sustentáveis do Rio de Janeiro e Análise Comparativa com Certificações**. 5º Simpósio de Design Sustentável, 42-51.

_____. & OLIVEIRA, A. J. (2016). **MEDIÇÃO INDIVIDUALIZADA DE ÁGUA: momento e análises de exemplos no Rio de Janeiro**. IV Encontro da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, 1-18, Porto Alegre.

BNDES. (2020). **BNDES Finem - Meio Ambiente - Eficiência Energética**. Acesso em set. de 2020, disponível em Site do BNDES: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/bndes-finem-eficiencia-energetica>

BONAFÉ, G. (s.d.). **Sistema unitizado agiliza instalação de fachadas**. Acesso em ago. de 2020, disponível em Site da AECWEB: <https://www.aecweb.com.br/revista/materias/sistema-unitizado-agiliza-instalacao-de-fachadas/12107>

BRANDÃO, H. C. (2012). **A varanda na Cidade Maravilhosa** - Uma questão de identidade cultural ou de regulamentação. *Arquitextos*.

BRASIL. (31 de dez. de 2010). **Lei nº 12.378, de 31 de dezembro de 2010**. Acesso em ago. de 2020, disponível em Site do Palácio do Planalto.: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12378.htm

BRAUNGART, M., & MCDONOUGH, W. (2013). **Cradle to cradle: criar e reciclar ilimitadamente** (1ª ed.). (F. Bonaldo, Trad.) São Paulo, SP, Brasil: G. Gili.

BRUNDTLAND, G. H. *et al.* (1987). **Nosso Futuro Comum**. Comissão Mundial das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. (2020). **Selo Casa Azul Caixa - visão geral**. Acesso em 24 de jun. de 2020, disponível em Site da Caixa Econômica Federal: <http://www.caixa.gov.br/sustentabilidade/negocios-sustentaveis/selo-casa-azul-caixa/Paginas/default.aspx>

_____. (2020). **Guia Selo Casa Azul + CAIXA**. Acesso em set. de 2020, disponível em Site da Caixa Econômica Federal: http://www.caixa.gov.br/Downloads/selo_casa_azul/Guia_Selo_Casa_Azul_CAIXA_Junho_2020.pdf

CALDAS, S. C. (2020). **Entrevista com o escritório Sergio Conde Caldas Arquitetura**. (N. L. Tavares, Entrevistador)

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO - CBIC (2017). **Energia nas Construções: Uma contribuição do setor à redução de emissões de uso de fontes renováveis de energia.** Brasília, DF, Brasil.

CÂMARA MUNICIPAL DO RIO DE JANEIRO (2012). **Projeto de Lei Complementar Nº 88/2012.** Acesso em out. de 2020, disponível em <https://mail.camara.rj.gov.br/APL/Legislativos/scpro0711.nsf/449a94f8ca1f125a832566ec00172e93/4d3e69e864d286ba03257a1d007499cf?OpenDocument>

CÂMARA MUNICIPAL DO RIO DE JANEIRO. (2012). **Projeto de Lei Nº 1415/2012.** Rio de Janeiro. Acesso em out. de 2020, disponível em <http://www2.rio.rj.gov.br/smu/buscafacil/Arquivos/PDF/D35745M.PDF>

CARNEIRO, J. D. (2019). **Formado engenheiro da UFRJ, jovem volta ao Haiti com sonho de reconstruir sua comunidade.** Acesso em 20 de ago. de 2020, disponível em Site da BBC News Brasil: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-49245585>

CASA DO FUTURO. (2012). **Casa do Futuro - Empresa.** Acesso em 13 de 06 de 2020, disponível em Site da Casa do Futuro: <http://www.casadofuturo.com/category/empresa/>

_____. (2013). **Casa do Futuro - Portfólio de projetos.** Acesso em maio de 2020, disponível em Site do escritório Casa do Futuro: <http://www.casadofuturo.com/wp-content/uploads/2013/05/PDF.pdf>

CASACOR. (2019). **CASACOR SP: casa de Duda Porto recebe selo HBC de sustentabilidade.** Site do Casacor SP. Acesso em set. de 2020, disponível em <https://casacor.abril.com.br/noticias/casacor-sp-casa-de-duda-porto-recebe-selo-hbc-de-sustentabilidade/>

CONSELHO DE ARQUITETURA E URBANISMO - CAU/BR. (2016). **Manual do Arquiteto e Urbanista.** Acesso em out. de 2020, disponível em Site do Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil: https://www.caubr.gov.br/wp-content/uploads/2017/09/MANUAL_DO_AU_2016.pdf

CONSELHO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL - CBCS, PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE - PNUMA, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. (2014). **Aspectos da Construção Sustentável e Promoção de Políticas Públicas: subsídios para a promoção da construção civil sustentável.** 111. Brasil.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO - CBIC & SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL - SENAI. (2017). **Gestão de recursos hídricos na indústria da construção: conservação de água e gestão da demanda.** Brasília, DF, Brasil. Fonte: https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2017/11/Gestao_de_Recursos_Hidricos_na_Industria_da_Construcao_2017-1.pdf

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO - CBIC (2013). **Desempenho de Edificações Habitacionais - Guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013.** Fortaleza: Gadioli Cipolla Comunicação.

_____. (2017). **Energia nas construções: uma contribuição do setor à redução de emissões e de uso de fontes renováveis de energia**. Brasília, DF, Brasil.

CEOTTO, L. H. (2008). **Encontro Internacional de Sustentabilidade na Construção**. Gestão Sustentável da Construção Civil. São Paulo, SP, Brasil.

CONSELHO MUNICIPAL DE POLÍTICA URBANA - COMPUR. (2011). **Qualiverde: Legislação para Construções Verdes**. Acesso em ago. de 2020, disponível em Site da Prefeitura do Rio de Janeiro: http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/6165511/4162119/proposta_qualiverde.pdf

CONSELHO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL - CBCS (2007). **Missão, visão, origem**. Acesso em 19 de ago. de 2020, disponível em Site do Conselho Brasileiro de Construção Sustentável: <http://www.cbcs.org.br/website/institucional/show.asp?ppgCode=BCCF20BC-8628-4D3D-83ED-FBA37CFA560D>

CONSELHO DE ARQUITETURA E URBANISMO DO BRASIL - CAU/BR. (10 de ago. de 2018). **Mercado de Arquitetura e Urbanismo cresce 5% no primeiro semestre de 2018**. Site do CAU/BR. Acesso em 07 de set. de 2020, disponível em <https://www.caubr.gov.br/mercado-em-expansao-2018/>

CORRÊA, R. (2015). **Processos Integrados, as necessidades de evolução e a Sustentabilidade**. Acesso em 14 de jul. de 2020, disponível em Site do GBC Brasil: <https://www.gbcbrazil.org.br/processos-integrados-as-necessidades-de-evolucao-e-a-sustentabilidade/>

CORRÊA, R. (2020). **Entrevista com o escritório Casa do Futuro**. (N. L. Tavares, Entrevistador)

COTTA, A. C., & ANDERY, P. R. (2018). **As alterações no processo de projeto das empresas construtoras e incorporadoras devido à NBR 15575 - Norma de Desempenho**. Ambiente Construído, v.18(n.1), 133-152.

DANTAS, M. B., SCHMITT, G. B., FREITAS, M. D., FERRÚA, L., & SOUZA, M. D. (2015). **Mapeamento de incentivos econômicos para a construção sustentável: A indústria da construção Brasileira em busca da sustentabilidade**. Câmara Brasileira da Indústria da Construção - CBIC.

DEGANI, C. M., & CARDOSO, F. F. (2002). **A sustentabilidade ao longo do ciclo de vida de edifícios: a importância da etapa de projeto arquitetônico**. São Paulo, SP, Brasil: NUTAU 2002 - Sustentabilidade, Arquitetura e Desenho Urbano. Núcleo de Pesquisa em Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo.

DUDA PORTO ARQUITETURA. (2019). **Duda Porto Arquitetura - Perfil**. Acesso em 10 de set. de 2020, disponível em Site do escritório Duda Porto Arquitetura: <https://www.dudaportoarquitetura.com.br/perfil/>

_____. (2019). **Lite - CASACOR São Paulo 2019**. Acesso em 10 de set. de 2020, disponível em Perfil profissional no escritório Duda Porto Arquitetura em: <https://www.instagram.com/p/B22H82JJrvC/>

DUHÁ, R. (2020). **Entrevista com o escritório MPG Arquitetura.** (N. L. Tavares, Entrevistador)

EASTMAN, C., TELCHOLZ, P., SACKS, R., & LISTON, K. (2014). **Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros e incorporadores.** (C. G. Filho, K. M. Júnior, R. C. Ferreira, & S. L. Ferreira, Trads.) Porto Alegre: Bookman.

EDENHOFER, O., PICHES-MADRUGA, R., SOKONA, Y., MINX, J. C., FARAHANI, E., KADNER, S., . . . ZWICKEL, T. (2014). **Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment. IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change.** Cambridge, United Kingdom; New York, NY, USA.: Cambridge University Press.

ELETROBRÁS. (2020). **Procel.** Acesso em jun. de 2020, disponível em Site da Eletrobrás: <https://eletrobras.com/pt/Paginas/Procel.aspx>

ELKINGTON, J. (2018). **25 Years Ago I Coined the Phrase “Triple Bottom Line.” Here’s Why It’s Time to Rethink It.** Harvard Business Review. Acesso em set. 2020, disponível em: <https://hbr.org/2018/06/25-years-ago-i-coined-the-phrase-triple-bottom-line-heres-why-im-giving-up-on-it>

_____. (1994). **Towards the Sustainable Corporation: Win-Win-Win Business Strategies for Sustainable Development.** California Management Review, 36(2^a), 90-100.

EL-SAYEGH, S. M., MANJIKIAN, S., IBRAHIM, A., ABOUELYOUSR, A., & JABBOUR, R. (2018). **Risk identification and assessment in sustainable construction projects in the UAE.** International Journal of Construction Management, pp. 1-10.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE. (2017). **Matriz Energética e Elétrica.** Acesso em nov. de 2020, disponível em Site da Empresa de Pesquisa Energética: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>

_____. (2019). **Consumo Anual de Energia Elétrica por classe (nacional).** Acesso em nov. de 2020, disponível em Site da Empresa de Pesquisa Energética: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Consumo-Anual-de-Energia-Eletrica-por-classe-nacional>

_____. (2020). **Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2020 - Ano base 2019.** Acesso em nov. de 2020, disponível em <http://shinyepe.brazilsouth.cloudapp.azure.com:3838/anuario/EPEFactSheetAnuario.pdf>

FAJARDO, W. (2019). **Artigo: Urbanismo espasmódico.** Site do Jornal O Globo. Acesso em ago. de 2020, disponível em <https://oglobo.globo.com/rio/artigo-urbanismo-espasmodico-23372917>

FEDERAÇÃO NACIONAL DE ESTUDANTES DE ARQUITETURA E URBANISMO DO BRASIL - FeNEA. (2020). Site da Federação Nacional de Estudantes de Arquitetura e Urbanismo do Brasil - FeNEA. **A FeNEA.** Acesso em set. de 2020, disponível em http://www.fenea.org/a_fenea

FERREIRA, A. B. (2010). *Mini Aurélio: o dicionário da língua portuguesa* (8ª ed.). Curitiba: Positivo.

FGMF. (2018). **FGMF - Sobre**. Acesso em jan. de 2020, disponível em Site do escritório FGMF: <http://fgmf.com.br/sobre/>

_____. (2018). **Casa Natura**. Acesso em maio de 2020, disponível em Site do escritório FGMF: <http://fgmf.com.br/portfolio-item/casa-natura-santo-andre/>

_____. (2018). **Edifício Corujas**. Acesso em set. de 2020, disponível em Site do escritório FGMF: <http://fgmf.com.br/portfolio-item/edificio-corujas/>

FIGUEIREDO, F. G., & SILVA, V. G. (2011). **Processo de Projeto Integrado: recomendações para empreendimentos com metas rigorosas de desempenho ambiental**. PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção, p. 30.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO - FIRJAN. (2018). **O setor da construção civil e a Firjan**. Acesso em ago. de 2020, disponível em Site da Firjan: <https://www.firjan.com.br/o-sistema-firjan/setores-de-atuacao/construcao-civil-1.htm>

FEDERAÇÃO NACIONAL DOS ARQUITETOS E URBANISTAS - FNA. (2017). **Sobre a FNA**. Site da Federação Nacional dos Arquitetos e Urbanistas - FNA. Acesso em ago. de 2020, disponível em <http://www.fna.org.br/sobre-a-fna/>

FORTE, F. (2020). **Entrevista com o escritório FGMF**. (N. L. Tavares, Entrevistador)

FOSSATI, M., SCALCO, V. A., LINCZUK, V. C., & LAMBERTS, R. (2016). **Building energy efficiency: An overview of the Brazilian residential labeling scheme**. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 65, 1216-1231.

FOREST STEWARDSHIP COUNCIL BRASIL - FSC BRASIL. (2018). **Sobre o FSC Brasil**. Acesso em 12 de out. de 2020, disponível em Site do FSC Brasil: <https://br.fsc.org/pt-br/fsc-brasil>

_____. (2020). **Fatos e Números no Brasil e no Mundo. Fatos e números**. Acesso em out. de 2020, disponível em Site do Forest Stewardship Council Brasil: <https://br.fsc.org/pt-br/fsc-brasil/fatos-e-nmeros>

FUNDAÇÃO VANSOLINI. (2015). **Certificação AQUA-HQE em detalhes**. Acesso em abr. de 2020, disponível em Site da Fundação Vanzolini: <https://vanzolini.org.br/aqua/certificacao-aqua-em-detalhes/>

_____. (2015). **EPD - Declaração Ambiental de Produto**. Acesso em Julho de 2020, disponível em Site da Fundação Vanzolini: <https://vanzolini.org.br/rgmat/epd-declaracao-ambiental-de-produto/>

_____. (2015). **Certificação AQUA-HQE**. Acesso em 21 de jun. de 2020, disponível em Site da Fundação Vanzolini: <https://vanzolini.org.br/aqua/certificacao-aqua-hqe/>

_____. (2020). **AQUA-HQE: Calculadora**. Acesso em jun. de 2020, disponível em Site da Fundação Vanzolini: <https://vanzolini.org.br/aqua/calculadora/>

_____. (2015). **Certifique o seu empreendimento**. Fundação Vanzolini. Fonte: <https://vanzolini.org.br/aqua/certifique-o-seu-empreendimento/>

FUNDO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A INFÂNCIA - UNICEF; ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE - OMS. (2019). **Progress on Household drinking water, sanitation and hygiene 2000-2017. Special focus on inequalities**. Nova Iorque.

GALERIA DA ARQUITETURA (2014). **Edifício Corujas - FGMF**. Acesso em nov. de 2020, disponível em Site Galeria da Arquitetura: https://www.youtube.com/watch?v=Wyxnm9_pqw

_____. (2016). **Edifício Aníbal - Bernardes Arquitetura**. Acesso em set. de 2020, disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=O0JkKiyIteA>

_____. (2019). **Bambu Atmosfera - Perkins&Will SP**. Acesso em set. de 2020, disponível em Site Galeria da Arquitetura: https://www.galeriadaarquitetura.com.br/projeto/perkins-and-will_/bambu-atmosfera/5745

GIACOMOLLI, G. (2019). **Mapeamento dos incentivos econômicos para a construção sustentável**. Comissão de Meio Ambiente da Câmara Brasileira da Indústria da Construção - CMA/CBIC. Fonte: https://cbic.org.br/sustentabilidade/en_US/2019/05/20/mapeamento-dos-incentivos-economicos-normas-e-propostas-legislativas-existent-4/

GOVERNO FEDERAL DO BRASIL (2001). **Lei Nº 10.257, de 10 de Julho de 2001**. Brasília, DF, Brasil.

_____. (2019). **Decreto nº 9.983 de 22 de Agosto de 2019**. Acesso em set. de 2020, disponível em Site do Planalto - Governo Federal: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/Decreto/D9983.htm

_____. (2020). **Decreto Nº 10.306, de 2 de Abril de 2020**. Acesso em set. de 2020, disponível em Site do Planalto - Governo Federal: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/D10306.htm

GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL - GBC BRASIL (2017). **Compreenda o LEED**. Acesso em 21 de jun. de 2020, disponível em Site do GBC Brasil: <https://www.gbcbrazil.org.br/wp-content/uploads/2017/09/Compreenda-o-LEED-1.pdf>

_____. (2019). **Compreenda o GBC CASA**. Acesso em jun. de 2020, disponível em Site do GBC Brasil: <https://www.gbcbrazil.org.br/docs/casa.pdf>

_____. (2019). **Guia Prático Certificação GBC Brasil Condomínio: Porque e como certificar o seu projeto**. Acesso em out. de 2020, disponível em Site do GBC Brasil: <https://www.gbcbrazil.org.br/wp-content/uploads/2019/08/Guia-Pratico-Condomi%CC%81nio.pdf>

_____. (2019). **Leadership in Energy and Environmental Design**. Acesso em mar. de 2020, disponível em Site do GBC Brasil: <https://www.gbcbrazil.org.br/certificacao/certificacao-leed/>

_____. (2020). **Centro de Pesquisa & Inovação da L'Oreal Brasil - certificado LEED Platinum**. Acesso em set. de 2020, disponível em Site do Green Building Council Brasil: <https://www.gbcbrazil.org.br/centro-de-pesquisa-inovacao-da-loreal-brasil-certificado-leed-platinum/>

GRUPO DE TRABALHO DE SUSTENTABILIDADE AsBEA. (2012). **Guia de sustentabilidade na arquitetura: diretrizes de escopo pra projetistas e contratantes**. 132. São Paulo, SP, Brasil: Prata Design.

GRUPO L'OREAL. (2019). **Carbono neutro: sede da L'Oréal Brasil, no Rio, passa a operar com energia elétrica renovável e zera emissões de CO2**. Site da L'Oreal Brasil. Acesso em 14 de 06 de 2020, disponível em: <https://www.loreal.com.br/imprensa/not%C3%ADcias/2019/fev/carbono-neutro-sede-loreal-brasil-passa-operar-energia-eletrica-renovavel-zera-emissoes-co2>

GUIMARÃES, M. P. (2020). **Entrevista com o escritório MPG Arquitetura**. (N. L. Tavares, Entrevistador)

HANDL, G. (2012). **Declaration of the United Nations Conference On The Human Environment (Stockholm Declaration), 1972 And The Rio Declaration On Environment And Development, 1992**. United Nations Audiovisual Library of International Law.

HASMAN, M. (2019). **Our Duty to the Planet: A Designer's Call to Action**. **Medium**. Acesso em 28 de Abril de 2020, disponível em [www.medium.com](https://medium.com/@SOM/our-duty-to-the-planet-a-designers-call-to-action-cdeee1e9de28): <https://medium.com/@SOM/our-duty-to-the-planet-a-designers-call-to-action-cdeee1e9de28>

HEALTHY BUILDING CERTIFICATE - HBC. (2019). **Sobre nós: Institucional**. Acesso em set. de 2020, disponível em Site do HBC: <https://hbcertificate.com/sobre-nos/?lang=pt-br>

HENNIGAN, T. (2018). **Planar House by Studio MK27**. Acesso em 07 de 06 de 2020, disponível em: <https://www.architecturalrecord.com/articles/13384-planar-house-by-studio-mk27>

INSTITUTO DE ARQUITETOS DO BRASIL - IAB. (2014). **IAB - Quem somos**. Site do Instituto de Arquitetos do Brasil - IAB. Acesso em set. de 2020, disponível em <https://www.iab.org.br/quem-somos>

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. (2020). **Estimativas de população publicadas no DOU - Tabelas 2020**. Acesso em 24 de out. de 2020, disponível em Site do IBGE: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?=&t=resultados>

_____. (2020). **Pesquisa Anual da Indústria da Construção - PAIC 2018**. Acesso em 12 de ago. de 2020, disponível em Site do IBGE:

https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/54/paic_2018_v28_informativo.pdf

_____. (2020). **Panorama Populacional: Rio de Janeiro**. Acesso em ago. de 2020, disponível em Site do IBGE: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/rio-de-janeiro/panorama>

_____. (2020). **Panorama Populacional: São Paulo**. Acesso em ago. de 2020, disponível em Site do IBGE: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/sao-paulo/panorama>

_____. (2020). **Regiões de influência das cidades: 2018**. 192. Rio de Janeiro. Fonte: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101728.pdf>

INMETRO (2016). **Inmetro lança programa para verificar o desempenho ambiental de produtos**. Acesso em 12 de out. de 2020, disponível em Site do Inmetro: <https://www.gov.br/inmetro/pt-br/assuntos/noticias/inmetro-lanca-programa-para-verificar-o-desempenho-ambiental-de-produtos>

_____. (2016). **Portaria nº 100, de 07 de março de 2016**. Acesso em 12 de out. de 2020, disponível em Site do Inmetro: <http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC002391.pdf>

INSTITUTO DE ARQUITETOS DO BRASIL - IAB (2013). **Roteiro para desenvolvimento do projeto de arquitetura da edificação**. Fonte: Site do Instituto de Arquitetos do Brasil - IAB: <https://iab.org.br/sites/default/files/documentos/roteiro-arquitetonico.pdf>

_____. (2014). **Anotações sobre o Projeto em Arquitetura - Contribuição para a sua regulação profissional**. Rio de Janeiro, RJ, Brasil: Instituto de Arquitetos do Brasil.

_____. (2014). **Anotações sobre o projeto em Arquitetura - Contribuição para a sua regulação profissional**. Rio de Janeiro, RJ, Brasil: Instituto de Arquitetos do Brasil.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA - IPEA. (2019). **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. Acesso em nov. de 2020, disponível em Site do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA: <https://www.ipea.gov.br/ods/ods11.html>

JOHN, V. M., & PRADO, R. T. (2010). **Boas práticas para habitação mais sustentável**. São Paulo: Páginas & Letras. Acesso em 08 de 07 de 2020, disponível em: http://www.caixa.gov.br/Downloads/selo_casa_azul/Selo_Casa_Azul.pdf

KIBERT, C. J. (2020). **Edificações sustentáveis: projeto, construção e operação** (4ª ed.). (A. Salvaterra, Trad.) Porto Alegre: Bookman.

KINGTON, J. (2018). **Recalling the triple-bottom-line**. Acesso em 3 de maio de 2020, disponível em Site de Johnel Kington: <https://johnelkington.com/2018/07/recalling-the-triple-bottom-line/>

KOGAN, G. (2016). **Catuçaba**. Acesso em 07 de jun. de 2020, disponível em Site do Studio MK27: <http://studiomk27.com.br/catucaba/#24>

KOWALTOWSKI, D. C., BERNARDI, N., & MARTIN, C. (2015). **Universal design pedagogy through a charrette to increase professional sensitivity**. *Journal of accessibility and design for all: JACCES*, 5, pp. 47-76.

LAMBERTS, R., DUTRA, L., & PEREIRA, F. O. (2014). **Eficiência Energética na Arquitetura** (3ª ed.). Brasil: Eletrobras / Procel.

_____., GHISI, E., PEREIRA, C. D., & BATISTA, J. O. (Eds.). (2010). **Casa Eficiente: Bioclimatologia e Desempenho Térmico** (Vol. 1). Florianópolis: UFSC/LabEEE.

LAYRARGUES, P. P. (1997). **Do ecodesenvolvimento ao desenvolvimento sustentável: evolução de um conceito**. *Revista Proposta*, 25, 71, 5-10.

LIMA, L., & ICMBio. (2014). **Cidades Sustentáveis Reduzem Impactos Ambientais**. Acesso em 6 de jul. de 2020, disponível em Site do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio: <https://www.icmbio.gov.br/portal/ultimas-noticias/20-geral/6670-cidades-sustentaveis-reduzem-impactos-ambientais>.

LOPES, S. (2020). Entrevista com representante da AsBEA/RJ. (N. L. Tavares, Entrevistador)

L'OREAL BRASIL. (2017). **Responsabilidade sustentável: conheça as iniciativas implantadas pela L'Oréal Brasil na construção da Nova Sede**. Acesso em 14 de jun. de 2020, disponível em Site da L'Oreal Brasil: <https://www.loreal.com.br/imprensa/not%C3%ADcias/2017/ago/responsabilidade-sustentavel>

MACHADO, J. (2020). **Entrevista com o escritório Sérgio Conde Caldas Arquitetura**. (N. L. Tavares, Entrevistador)

MAGALHÃES, S. (2020). **27º Congresso Mundial de Arquitetos UIA2021RIO – 18 a 22 de julho de 2021**. Acesso em 02 de maio de 2020, disponível em Site da UIA2021RIO: https://www.uia2021rio.archi/mensagem_pt.asp

MANZINI, E., & VEZZOLI, C. (2008). **O Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis**: Os requisitos ambientais dos produtos industriais (Título original: *Lo sviluppo di prodotti sostenibili: I requisiti ambientali dei prodotti industriali*). (1ª ed.). (A. d. Carvalho, Trad.) São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo.

MBDC. (2021). **Cradle to Cradle - Certified Product Standard**. Acesso em 25 de abr de 2021, disponível em MBDC: https://mbdc.com/wp-content/uploads/C2C-Certified-Product-Standard_v3.1_compiled.pdf

MIGUEL PINTO GUIMARÃES ARQUITETOS ASSOCIADOS - MPGAA. (2020). **Escritório - Perfil**. Acesso em jun. de 2020, disponível em Site do escritório MPG Arquitetos Associados: <http://www.mpgarquitetura.com.br/pt/escritorio/>

MINISTÉRIO DA ECONOMIA. (2019). **Disseminação do BIM aumentará PIB da Construção Civil em 28,9%**. Acesso em 30 de set. de 2020, disponível em Site do Ministério da Economia: <http://www.mdic.gov.br/index.php/ultimas-noticias/3832-disseminacao-do-bim-aumentara-pib-da-construcao-civil-em-28-9>

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA - MME. (2019). **Procel - Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica**. Acesso em jun. de 2020, disponível em Site do Ministério de Minas e Energia: <http://www.mme.gov.br/web/guest/secretarias/planejamento-e-desenvolvimento-energetico/acoes-e-programas/programas/procel-programa-nacional-de-conservacao-de-energia-eletrica>

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA (2012). **Plano Nacional de Recursos Hídricos**. Acesso em 15 de jul. de 2020, disponível em Site do Ministério do Meio Ambiente - Brasil: <https://www.mma.gov.br/component/k2/item/427-plano-nacional-de-recursos-h%C3%ADricos.html>

_____. (2016). **MMA - Resíduos Sólidos**. Acesso em 6 de junho de 2020, disponível em Site do Ministério do Meio Ambiente - Brasil: <https://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos.html>

_____. (2020). **Acordo de Paris**. Acesso em 11 de jun. de 2020, disponível em Site do Ministério do Meio Ambiente: <https://www.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas/acordo-de-paris>

_____. (2020). **Água**. Ministério do Meio Ambiente - Brasil. Acesso em 01 de maio de 2020, disponível em Site do Ministério do Meio Ambiente - Brasil: <https://www.mma.gov.br/agua.html>

MIRANDA, T. V., MOTTA, A. L., PEREIRA, A. C., & RAMOS, D. D. (2018). **Certificação Qualiverde: Análise do desenvolvimento, aplicação e situação atual**. Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, v.7(nº3), p. 394-403.

NATIONAL CHARRETTE INSTITUTE - NCI (2019). **NCI Charrette System**. Acesso em 23 de abr. de 2019, disponível em Site da Michigan State University - National Charrette Institute: <https://www.canr.msu.edu/nci/nci-charrette-system/>

_____. (2020). **NCI Charrette System - Process**. Acesso em 11 de jul. de 2020, disponível em Site do National Charrette Institute: <https://www.canr.msu.edu/nci/nci-charrette-system/process>

NÚCLEO DE REAL ESTATE DA ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - NRE-POLI USP. (2020). **Classificação de Edifícios de Escritórios: O Sistema de Classificação da Qualidade**. Acesso em set. de 2020, disponível em <https://www.realestate.br/site/conteudo/pagina/1,45+O-SISTEMA-DE-CLASSIFICA%C3%87%C3%83O-DA-QUALIDADE.html>

O'REILLY, P. (2020). **Entrevista com o escritório Atelier O'Reilly**. (N. L. Tavares, Entrevistador)

ONU (2015). **ODS 6**. Acesso em 01 de 05 de 2020, disponível em Site das Nações Unidas - Brasil: <https://nacoesunidas.org/pos2015/ods6/>

_____. (2015). **Agenda 2030**. Acesso em abr. de 2020, disponível em <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>

_____. (2016). **Marco de Parceria das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável 2017-2021**. 66. Brasília, DF, Brasil. Fonte: <https://nacoesunidas.org/wp-content/uploads/2017/01/Marco-de-Parceria-para-o-Desenvolvimento-Sustent%C3%A1vel-2017-2021.pdf>

_____. (2016). **Por que combater a mudança climática?** Acesso em 29 de 7 de 2020, disponível em Site das Nações Unidas - Brasil: <https://nacoesunidas.org/por-que-combater-a-mudanca-climatica-a-onu- responde/>

_____. (2019). **As cidades de todo o mundo querem ser resilientes, mas o que isso significa?** Acesso em 01 de 12 de 2019, disponível em Site das Nações Unidas - Brasil: <https://nacoesunidas.org/as-cidades-de-todo-o-mundo-querem-ser-resilientes-mas-o-que-isso-significa/>

_____. (2017). **Emissões de CO2 do setor de construção**. Acesso em 01 de 12 de 2019, disponível em Site das Nações Unidas - Brasil: <https://nacoesunidas.org/emissoes-de-gas-carbonico-do-setor-de-construcao-chegaram-a-76-gigatoneladas-em-2010-2016/>

_____. (2020). **A ONU e o meio ambiente**. Acesso em jun. de 2020, disponível em Site das Nações Unidas - Brasil: <https://nacoesunidas.org/acao/meio-ambiente/>

_____. (2020). **A ONU e a água**. Acesso em 20 de jul. de 2020, disponível em Site das Nações Unidas - Brasil: <https://nacoesunidas.org/acao/agua/>

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE - OPAS BRASIL. (2019). **Uma em cada três pessoas no mundo não tem acesso a água potável, revela novo relatório do UNICEF e da OMS**. Fonte: Site da Organização Pan-Americana da Saúde: https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=5970:uma-em-cada-tres-pessoas-no-mundo-nao-tem-acesso-a-agua-potavel-revela-novo-relatorio-do-unicef-e-da-oms&Itemid=839

PARROTT, B., & BOMBA, M. (2010). **Integrated Project Delivery and Building Information Modeling: A New Breed of Contract**. Estados Unidos da América: The American Institute of Architects.

PASSIVE HOUSE INSTITUTE (2015). **What is a passive house?** Acesso em 13 de Abril de 2019, disponível em www.passivehouse.com: https://passipedia.org/basics/what_is_a_passive_house

PBE EDIFICA (2020). **PBE Edifica - Sobre**. Acesso em 23 de jun. de 2020, disponível em www.pbeedifica.com.br: <http://www.pbeedifica.com.br/sobre>

_____. (2020). **Etiquetagem de edificações - Incentivos - Linhas de financiamento do BNDES**. Acesso em set. de 2020, disponível em Site do PBE Edifica: <http://pbeedifica.com.br/incentivos>

PERKINS&WILL (2019). **Centro de Pesquisa e Inovação da L'Oréal**. Acesso em set. de 2020, disponível em Site do escritório Perkins&Will: <https://perkinswill.com/project/loreal-research-innovation-center/>

_____. (2020). **Perkins&Will - History**. Acesso em out. de 2020, disponível em <https://history.perkinswill.com/>

_____. (2019). **Bambu Atmosfera**. Acesso em set. de 2020, disponível em Site do escritório Perkins&Will SP: <https://perkinswill.com/project/bambu-atmosfera/>

_____, B., & CONSULTING, S. (2007). **Roadmap for the Integrated Design Process**. Vancouver, Canadá: BC Green Building Round Table.

PINTO, J. M. (2020). **Entrevista com o escritório Sustentech**. (N. L. Tavares, Entrevistador)

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO - PNUD BRASIL. (2020). **Objetivo 11: Cidades e Comunidades Sustentáveis**. Acesso em nov. de 2020, disponível em: <https://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/sustainable-development-goals/goal-11-sustainable-cities-and-communities.html>

PORTO, D. (2020). **Entrevista com o escritório Duda Porto Arquitetura**. (N. L. Tavares, Entrevistador)

CASACOR (2019). **Casa assinada por Duda Porto em CASACOR foi projetada para Bruno Gagliasso**. Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=EGTMCQhbJu8>

PREFEITURA DE SÃO PAULO (2015). **IPTU Verde**. Acesso em ago. de 2020, disponível em Site da Prefeitura de São Paulo: <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/perus/noticias/?p=61687:IPTU>

_____. (2015). **Marco Regulatório - Novo Zoneamento**. Acesso em ago. de 2020, disponível em Site da Prefeitura Municipal de São Paulo: <https://gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br/marco-regulatorio/zoneamento/>

_____. (2015). **Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo: Lei nº 16.050, de 31 de julho de 2014 - Estratégias Ilustradas**. São Paulo, SP, Brasil. Fonte: <https://gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br/marco-regulatorio/plano-diretor/>

_____. (2017). **Código de Obras e Edificações - Lei nº 16.6242, de 9 de maio de 2017 / Decreto nº 57.776, de 7 de julho de 2017**. São Paulo, SP, Brasil. Fonte: https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/licenciamentos/codigo_de_obras_ilustrado-impressao.pdf

_____. (2017). **Marco Regulatório - Código de Obras - Texto da Lei Ilustrado**. Acesso em ago. de 2020, disponível em Site da Prefeitura Municipal de São Paulo: <https://gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br/marco->

regulatorio/codigo-de-obras-e-edificacoes/coe-texto-da-lei-ilustrado/#/apresentacao

_____. (2017). **Marco Regulatório - Código de Obras e Edificações**. Acesso em ago. de 2020, disponível em Site da Prefeitura Municipal de São Paulo: <https://gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br/marco-regulatorio/codigo-de-obras-e-edificacoes/>

PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO. (2009). **Proposta do Poder Executivo para Revisão do Plano Diretor da Cidade do Rio de Janeiro**. Fonte: <http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/139339/DLFE-241270.pdf/Relatorio2009PropostadePoliticaUrbanaparte3.pdf>

_____. (2011). **Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Sustentável do Município do Rio de Janeiro - Lei complementar nº 111**. Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Fonte: <http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/3678296/DLFE-268714.pdf/PlanoDiretor.pdf>

_____. (2019). **Código de Obras e Edificações Simplificado do Município do Rio de Janeiro - Lei Complementar nº 198**. Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Fonte: http://smaonline.rio.rj.gov.br/legis_consulta/57738Lei%20Compl%20198_2019.pdf

PROCEL INFO. (2016). **Selo Procel Edificações**. Acesso em 22 de jun. de 2020, disponível em Site do Procel INFO: <http://www.procelinfo.com.br/main.asp?View={E85A0ACC-8C62-465D-9EBD-47FF3BAECDAAE}#1>

PROJETANDO EDIFICAÇÕES ENERGETICAMENTE EFICIENTES - PROJETEEE. (2020). **Sobre o Projeteee**. (Global Environment Facility; Eletrobras; Programa Nacional de Desenvolvimento; Ministério do Meio Ambiente Governo Federal) Acesso em jun de 2020, disponível em <http://projeteee.mma.gov.br/sobre-o-projeteee/>

REIS, L. (2019). **Entrevista com o escritório Studio MK27**. (N. L. Tavares, Entrevistador)

RESENDE, R. (18 de 03 de 2020). **Entrevista com o escritório RRA**. (N. L. Tavares, Entrevistador)

RE-THINKING THE FUTURE. (2014). **Natura's cosmetic showroom FGMF architects**. Acesso em 07 de maio de 2020, disponível em Site do Re-Thinking the Future: <https://www.re-thinkingthefuture.com/rtfsa-commercial-built-w/naturas-cosmetic-showroom-fgmf-architects/>

REVISTA ARKHÉ. (2018). **FGMF Arquitetos - Perfil do Arquiteto**. UNIVALI.

REVISTA PROJETO (2014). **Tecnologia: Desenvolvimento sustentável para residências**. Revista Projeto. Acesso em set. 2020, disponível em: <https://revistaprojeto.com.br/acervo/certificacao-breeam-desenvolvimento-sustentavel-residenciais-unifamiliares/>

_____. (2015). **RoccoVidal anuncia fusão com o escritório americano Perkins+Will. Site da Revista Projeto.** Brasil. Acesso em set. de 2020, disponível em Site da Revista Projeto: <https://revistaprojeto.com.br/acervo/roccovidal-anuncia-fusao-escritorio-americano-perkinswill/>

_____. (2019). **Miguel Pinto Guimarães - Perfil.** Acesso em set. 2020, disponível em Site da Revista Projeto: <https://revistaprojeto.com.br/acervo/perfil-miguel-pinto-guimaraes/>

_____. (2019). **Miguel Pinto Guimarães: Escola Eleva Barra, Rio de Janeiro.** Acesso em jul. de 2020, disponível em Site da Revista Projeto: <https://revistaprojeto.com.br/acervo/perfil-miguel-pinto-guimaraes-uma-escola-no-parque/>

ROYAL INSTITUTE OF BRITISH ARCHITECTS - RIBA. (2019). **RIBA Sustainable Outcomes Guide.** Acesso em nov. de 2020, disponível em Site do Royal Institute of British Architects (RIBA): <https://www.architecture.com/-/media/GatherContent/Test-resources-page/Additional-Documents/RIBASustainableOutcomesGuide2019pdf.pdf>

RIBEIRO, S., CATALÃO, V., & FONTELES, B. (2014). **Água e Cooperação: reflexões, experiências e alianças em favor da vida.** Brasília: Ararazul - Organização para a Paz Mundial.

ROGERS, R., & GUMUCHDJIAN, P. (2015). **Cidades para um pequeno planeta** (Título original: *Cities for a small planet*, 1997) (1ª ed.). (A. R. Marco, Trad.) São Paulo: G. Gilli Ltda.

ROMANO, F. V. (2003). **Modelo de Referência para o Gerenciamento do Processo de Projeto Integrado de Edificações.** Florianópolis, SC, Brasil: Tese de Doutorado - Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção.

ROMERO, M. A. (2013). **Princípios bioclimáticos para o desenho urbano** [livro eletrônico]. Brasília: Universidade de Brasília.

ROTH, C. D., & GARCIAS, C. M. (2011). **Construção Civil e a Degradação Ambiental.** Desenvolvimento em Questão, 7(13), 111-128.

RUY REZENDE ARQUITETURA - RRA. (2012). **Projetos - Urbanismo - Parque Madureira Rio+20.** Acesso em jun. de 2020, disponível em Site do escritório RRA: <http://www.rra.com.br/projetos/parque-madureira-rio-20>

_____. (2013). **Biblioteca - Parque Madureira Rio+20.** Acesso em jun. de 2020, disponível em Site do escritório RRA: http://rra-website-assets.s3.amazonaws.com/uploads/production/library_item/pdf/9/MKT-EV-EXT-0048-R02S.pdf

_____. (2017). **Projeto Nova Sede da L'Oreal Brasil.** Acesso em jun. de 2020, disponível em Site do escritório RRA: <http://www.rra.com.br/projetos/l-oreal>

_____. (2018). **Palestra BIM Conect**. Acesso em set. de 2020, disponível em Site do escritório RRA: http://rra-website-assets.s3.amazonaws.com/uploads/production/library_item/pdf/50/MKT-EV-EXT-0079-BIM-R02.pdf

_____. (2018). **Perfil - História**. Acesso em 15 de ago. de 2020, disponível em Site do escritório RRA: <http://www.rra.com.br/perfil/historia>

SALGADO, M. S., CHATELET, A., & FERNANDEZ, P. (2012). **Produção de edificações sustentáveis: desafios e alternativas**. Revista Ambiente Construído, 12, 81-99.

SCHINAZI, A., FUKUOKA, R., JORDAN, M., ORTIZ, H., FERRONATO, B., & ISSA, I. (set. de 2018). **Guia Interativo de Eficiência Energética em Edificações**. SIDUSCON-SP; COMASP; Cooperação Alemã para o Desenvolvimento Sustentável, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit - GIZ; Ministério de Minas e Energia, São Paulo. Acesso em jul. de 2020, disponível em <https://www.guiaenergiaedificacoes.com.br/wp-content/themes/backup/pdfs/guia-de-eficiencia-energetica.pdf>

SENADO FEDERAL. (2019). **Proposta de Emenda à Constituição Nº 13, de 2019**. 1-8. Brasília. Fonte: <https://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento?dm=7925672&ts=1595933370612&disposition=inline>

SERGIO CONDE CALDAS ARQUITETURA - SCCA. (2012). **Movimento Terras - Casa RF: Ficha Técnica**. Acesso em ago. de 2020, disponível em Site do escritório Sérgio Conde Caldas Arquitetura: <https://sergiocondecaldas.com.br/wp-content/uploads/2016/03/Factsheet-casarf.pdf>

_____. (2017). **O escritório**. Acesso em jun. de 2020, disponível em Site do escritório Sergio Conde Caldas Arquitetura: <https://sergiocondecaldas.com.br/o-escritorio/>

SIDUSCON-SP. (2019). **Guia Interativo de Eficiência Energética em Edificações**. Acesso em jul. de 2020, disponível em <https://www.guiaenergiaedificacoes.com.br/>

_____, & BERTOLINI, E. (16 de out. de 2015). **Prefeitura de São Paulo lança projeto de IPTU Verde para empreendimentos certificados**. Acesso em ago. de 2020, disponível em Site do Siduscon-SP: <https://sindusconsp.com.br/prefeitura-de-sao-paulo-lanca-projeto-de-iptu-verde-para-empreendimentos-certificados/>

SISTEMA DE INTELIGÊNCIA GEOGRÁFICA IGEO - CAU/BR. (2020). Site do Sistema de Inteligência Geográfica do CAU/BR. Acesso em 24 de nov. de 2020, disponível em <https://igeo.caubr.gov.br/publico/>

SLAPER, T. F., & HALL, T. J. (2011). **The Triple Bottom Line: What Is It and How Does It Work?** Indiana Business Review, 4-8.

SECRETARIA MUNICIPAL DE URBANISMO - SMU. (2012). **Decreto nº 35745/2012 - Qualificação QUALIVERDE**. Rio de Janeiro. Acesso em set. de

2020, disponível em <http://www2.rio.rj.gov.br/smu/buscafacil/Arquivos/PDF/D35745M.PDF>

STUDIO MK27. (2019). **Studio MK27**. Acesso em dez. de 2019, disponível em Site do Studio MK27: <http://studiomk27.com.br/studiomk27/>

SUSTAINABILITY. (2020). Acesso em 3 de maio de 2020, disponível em Site da SustainAbility: <https://sustainability.com/who-we-are/our-people/john-elkington/>

SUSTENTECH. (2020). **A empresa, visão, missão e escritório modelo**. Acesso em ago. de 2020, disponível em Site da empresa Sustentech: <http://www.sustentech.com.br/users/public/empresa/empresa/>

_____. (2020). **Entrevista com o escritório Sustentech sobre o projeto da Residência MPG**. (N. L. Tavares, Entrevistador)

THE INTERNATIONAL EDP SYSTEM. (2018). **Using EDP**. Acesso em out. de 2020, disponível em Site The International EDP System: <https://www.environdec.com/>

_____. (2018). **Como os EPDs podem ser usados na construção de esquemas de classificação e avaliação (por exemplo, Breeam ou Leed)?** Acesso em 12 de out. de 2020, disponível em Site The International EPD System: <https://www.environdec.com/contact/FAQ/#14356>

THE INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE. (2019). **Water Petal Permitting Guidebook**. Seattle, Washington, Estados Unidos da América. Acesso em 05 de 07 de 2020, disponível em www.living-future.org: https://living-future.org/wp-content/uploads/2019/10/WaterPetal_PermittingGuidebook_FINAL.pdf

UIA2021RIO. (2019). **Capital Mundial da Arquitetura**. Acesso em set. de 2020, disponível em Site da UIA2021RIO: https://www.uia2021rio.archi/capital_mundial_pt.asp

_____. (2020). **Tema - Todos os mundos. Um só mundo. Arquitetura 21**. Acesso em 27 de jul. de 2020, disponível em Site da UIA2021RIO: https://www.uia2021rio.archi/tema_pt.asp

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME - UNEP (2018). **A guide for incorporating buildings actions in NCDs**. 1ª Edição.

_____. (2020). **ODS 11: Cidades e comunidades sustentáveis**. Acesso em 27 de julho de 2020, disponível em: <https://www.unenvironment.org/explore-topics/sustainable-development-goals/why-do-sustainable-development-goals-matter/goal-11>

ZAMBRANO, L. M. (2008). **Tese de Doutorado. Integração dos Princípios da Sustentabilidade ao Projeto de Arquitetura**, 381. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

ZIMMERMAN, A., & ENG., P. (2006). **Integrated design process guide**. Ottawa, Canadá: Canada Mortgage and Housing Corporation.