

Hanedi Ahmed Brahim

**Boas Práticas para um Empreendimento Imobiliário Carioca
Sustentável**

Trabalho de Conclusão de Curso

Trabalho apresentado como requisito parcial à conclusão do curso de
Engenharia Civil na Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de
Janeiro, Brasil.

Orientador: Prof. Mestre Joel Vieira Baptista Junior.

Rio de Janeiro
Dezembro de 2021

Agradecimentos

Agradeço em primeiro lugar a Deus.

Agradeço ao meu querido padrinho de coração Padre Marcos, por me conceder a oportunidade de realizar meu sonho.

Agradeço à PUC, essa faculdade maravilhosa, cheia de oportunidades, que sempre me acolheu como a mãe que me faltou durante todos esses anos.

Agradeço aos meus pais por tudo, mas principalmente por me ensinarem que o conhecimento é a única coisa que uma pessoa pode realmente possuir.

À minha querida mãe Imtisale Ahmed Brahim (in memoriam), que sempre foi e é um exemplo de mãe, mulher e profissional para mim.

Ao meu pai Henrique Hassan do Nascimento Brahim, que sempre esteve presente nos amando, incentivando, orientando e nos guiando. Você é a minha luz! Te amo!

Aos meus irmãos Nohed e Ali, que compreenderam minha ausência enquanto eu estudava.

À minha família que me ajudou nos momentos difíceis e que esteve presente amparando a mim, ao meu pai e aos meus irmãos.

Ao meu orientador, Prof. Joel Baptista Jr., pela orientação, paciência e, principalmente, por compartilhar seu conhecimento comigo.

Agradeço aos meus amigos e colegas de curso que estiveram comigo ao longo dessa jornada, que me apoiaram, me incentivaram e me motivaram.

Aos meus professores, pelas correções, ensinamentos e conselhos, que guiaram o meu aprendizado.

Aos meus cachorros, que me fizeram companhia em noites longas de estudo.

Ao meu esposo, que me acompanha nessa jornada árdua há seis anos. Você sempre me incentivou, me acolheu e me motivou a galgar, cada vez mais, novos horizontes. Se hoje estou aqui, entregando meu trabalho de conclusão de curso, saiba que é por você também!
Te amo!

Resumo

A preservação do meio ambiente com processos industriais sustentáveis é imprescindível para o futuro das novas gerações. A exploração, a extração e o uso desenfreado e desregrado dos recursos naturais, assim como, o descarte inapropriado dos resíduos e a subutilização de fontes de energia limpa e renovável acarretam um meio ambiente cada vez mais poluído e insustentável do ponto de vista do ecossistema. A escassez de políticas públicas e de infraestrutura urbana para a segregação dos resíduos tem como consequência o depósito inapropriado de resíduos em lixões a céu aberto, e a mistura dos resíduos orgânicos com os recicláveis em aterros sanitários, inviabilizando, assim, a reciclagem. Para uma sociedade ser sustentável é necessário muito mais do que somente reciclar. Sustentabilidade é um conceito que se baseia em escolher alternativas ecologicamente corretas, economicamente viáveis e socialmente justas. Sendo assim, cada setor deve assumir a responsabilidade pela implementação de ações que minimizem os impactos ao meio ambiente, cabendo à população o papel ativo de exigir e cobrar tais mudanças. Neste trabalho, serão sugeridas algumas das principais medidas que podem auxiliar pequenas empresas do setor da construção civil, com pequenas ações em seus empreendimentos, de pequeno e médio porte, que podem contribuir para reduzir os seus impactos socioambientais, na cidade do Rio de Janeiro. Esse trabalho mostra que as metodologias atualmente empregadas no setor da construção civil podem ser melhoradas a partir de uma gestão consciente e comprometimento dos envolvidos, aumentando assim a eficiência de forma sistêmica e pontual.

Palavras-chave: Sustentabilidade; Construção Civil; Empreendimento Sustentável; Imóvel Verde.

Abstract

The preservation of the environment is essential for the future of new generations. The exploration, unrestrained exploitation, use of natural resources and their derivatives (as raw materials), as well as, the inappropriate disposal of waste and the underuse of clean and renewable energy sources, makes the environment increasingly saturated and unsustainable. In addition, the alternatives to reuse or recycle are not being properly used. On the other hand, waste that cannot be recycled, as well as organic waste, end up having landfills as the same destination. In this way, being sustainable is much more than recycling; it is a concept based on choosing ecologically correct, economically viable and socially just alternatives. Therefore, each sector must take responsibility for implementing actions that minimize impacts, with the population playing an active role in demanding such changes. In this course conclusion work, some of the main measures that can be adopted in the civil construction sector will be addressed, which will help small and medium-sized enterprises, in the city of Rio de Janeiro, to reduce their socio-environmental impacts. Analyzing the prevailing methodologies in the construction sector currently, it was observed that numerous outdated processes could be improved, from the macro to the micro, such as the implementation of integrated project environments where errors and waste can be avoided, in addition to waste management in the construction sites, among others that will be covered in this work.

Keywords: Sustainability; Construction; Sustainable Construction; Green Property.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Objetivo.....	6
2 PROJETOS INTEGRADOS	7
2.1 Ambiente BIM (Building Information Modeling).....	7
3 CERTIFICAÇÕES PREDIAIS	11
3.1 Selo AQUA.....	11
3.2 Selo LEED	13
3.3 Vantagens e Desvantagens de ambos	16
4 GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS.....	19
4.1 Origem dos Resíduos Sólidos na Construção Civil	19
4.2 CONAMA 307.....	24
4.3 Alternativas Sustentáveis.....	32
4.3.1 Poliestireno (PS)	32
4.3.2 Madeiras Plásticas.....	34
4.3.3 Pontos de Coleta Seletiva de RSU nos Tapumes.....	35
5 ESTRATÉGIAS PASSIVAS NA CONSTRUÇÃO.....	37
5.1 Reaproveitamento de Água.....	37
5.2 Energia Solar.....	43
5.2.1 Estudo de Caso.....	47
5.3 Uso de agregados reciclados	49
6 CONCLUSÃO.....	55
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 - Tripé da sustentabilidade ou 3P's da sustentabilidade.....	1
Figura 2.1 - Dimensões do BIM	10
Figura 3.1 - Áreas de análise	15
Figura 3.2 - Médias de Reduções no Brasil.....	16
Figura 4.1 - Processo circular de reciclagem e disposição de resíduos de construção e demolição.....	21
Figura 4.2 - Processo linear de descarte	22
Figura 4.3 - Distribuição de RCC conforme sua geração em % da massa total	23
Figura 4.4 - Influência de cada etapa da obra na geração de RCC.....	26
Figura 4.5 - Classificação embalagens plásticas	33
Figura 4.6 - Consumo de copos no Brasil	34
Figura 4.7 - Tapumes Sustentáveis.....	36
Figura 4.8 - Tapumes Sustentáveis.....	36
Figura 5.1 - Exemplo sem o reuso.....	41
Figura 5.2 - Exemplo com o reuso de água cinzas	41
Figura 5.3 - Esquema do sistema de geração e armazenamento de energia	46
Figura 5.4 - Etapas do processo.....	49
Figura 5.5 - Aspecto geral dos agregados produzidos com RCD após o beneficiamento.....	51
Figura 5.6 - resistência à compressão do concreto para diferentes percentuais de substituição do agregado natural pelo reciclado.....	53

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 2.1 - Influência do custo total do empreendimento sobre o ciclo de vida do edifício.....	8
Gráfico 4.1 - Disposição final de RSU na Região Sudeste(ton/dia).....	26
Gráfico 5.1 - Distribuição dos diversos usos de água.....	38
Gráfico 5.2 - Sistemas instalados no Brasil	44
Gráfico 5.3 - Gráfico de rendimento anual.....	45
Gráfico 5.4 - Projeção energética da Geração vs. Consumo	48
Gráfico 5.5 - Projeção energética da Geração vs. Consumo	49

LISTA DE QUADROS

Quadro 1.1 - Principais eventos mundiais ligados ao desenvolvimento sustentável.....	2
Quadro 1.2 - Impactos dos RCD no Ambiente Urbano.....	4
Quadro 3.1 - Critérios avaliados na Certificação LEED para Novas Construções ou Grande Reformas.....	16
Quadro 4.1 - Tipologias de resíduos abrangidas	20
Quadro 4.2 - Instrumentos legais e normativos de abrangência nacional	27
Quadro 4.3 - Normas técnicas brasileiras relacionadas aos resíduos sólidos e aos RCC	28
Quadro 4.4 - Classificação dos resíduos da construção civil de acordo com a resolução CONAMA 307	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1 - Taxa de Desperdício	23
Tabela 5.1 - Resultado da ruptura do concreto à compressão com concreto convencional e reciclado para os 3º, 7º, 14º e 28º dias	52

A persistência é o caminho do êxito.

Charles Chaplin

1 INTRODUÇÃO

O tripé da sustentabilidade ou *Triple Bottom Line*, se popularizou em 1997 por John Elkington, através do livro *Cannibals With Forks: The Triple Bottom Line of 21st Century Business*, segundo Rodrigues (2013) e envolve três aspectos fundamentais da administração empresarial: o social, o ambiental e o financeiro, demonstrados na figura 1.1 abaixo.



Figura 1.1 - Tripé da sustentabilidade ou 3P's da sustentabilidade
Fonte: VIRIDIS BLOG, 2017.

De acordo com o Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (2007), o setor da construção civil tem participação de cerca de 15% do Produto Interno Bruto (PIB) do país, gerando empregos e influenciando a economia, portanto, os aspectos fundamentais deste tripé devem interagir harmonicamente, garantindo a integridade do planeta e da sociedade durante o desenvolvimento econômico industrial.

Desde a década de 70 a preocupação com o meio ambiente vem se tornando uma questão cada vez mais discutida e eventos mundiais relacionados ao desenvolvimento sustentável começaram a se tornar frequentes. A seguir, é apresentado, Quadro 1.1, um



resumo com os dados principais de cada evento mundial ligado ao desenvolvimento sustentável, a partir da década de 70 até o ano de 2012, elaborado (RODRIGUES, 2013).

Quadro 1.1 - Principais eventos mundiais ligados ao desenvolvimento sustentável

Ano	Local	Evento	Principais contribuições
1972	Roma, Itália	Clube de Roma – Publicação do Relatório “Os Limites do Crescimento”	Deu início as discussões sobre as questões ambientais no nível global
1972	Estocolmo, Suécia	I Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente	Lançou as bases para o desenvolvimento sustentável
1987	Nova York, EUA	Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento - Publicação do Relatório Brundtland	Definiu o conceito de desenvolvimento sustentável, que é utilizado até hoje
1992	Rio de Janeiro, Brasil	II Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente (Rio-92)	Elaborou a Agenda 21, um plano de implementação do desenvolvimento sustentável
1997	Kyoto, Japão	Assinatura do Protocolo de Kyoto	Estabeleceu metas de redução de gases do efeito estufa
1997	Rio de Janeiro, Brasil	Rio +5	Avaliou os cinco anos da Rio 92 e aprovou o texto do programa de implementação da Agenda 21
1999	Davos, Suíça	Pacto Global	Conscientizou e mobilizou o setor privado a combater vários problemas mundiais
2000	Nova York, EUA	Cúpula do Milênio	Aprovou a Declaração do Milênio, contendo oito objetivos a serem alcançados pelos países



Ano	Local	Evento	Principais contribuições
2002	Johanesburgo, África do Sul	Rio +10	Avaliou a Rio +5 e aprovou a Declaração de Johanesburgo
2012	Rio de Janeiro, Brasil	Rio +20	Avaliou a Rio+10 e definiu uma agenda do desenvolvimento sustentável para as próximas décadas

Fonte: RODRIGUES, 2013.

De acordo com Baptista Jr. (2021):

Mudanças climáticas são provocadas por fenômenos naturais, como as emissões de vulcões e variações na atividade solar, e, mais recentemente, pela ação do homem, como as emissões de industriais e de transportes. Essas emissões são também conhecidas como gases de efeito estufa (GEE), que absorvem parte da radiação emitida pela superfície terrestre e dificultam seu escape para o espaço. O Efeito Estufa é um fenômeno natural e necessário para a vida na Terra—se ele não existisse, a temperatura baixaria a níveis que não sustentariam a vida no planeta. O problema é o aumento desse efeito, provocado pela liberação excessiva de CO₂, metano, óxido nitroso e outros gases das atividades humanas. Esse aumento está elevando a temperatura média da Terra, com consequências diferenciadas em cada região. O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (Pnuma) e a Organização Meteorológica Mundial estabeleceram o IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change, ou Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas) em 1988, para fornecer informações científicas imparciais para o entendimento das mudanças climáticas. Em 2007, o IPCC emitiu, pela primeira vez, relatório científico afirmando que a ação do homem também contribui para as mudanças climáticas e os desastres naturais decorrentes, provocando debates e declarações contrárias, já que o combate a essa categoria de impacto representa mudanças no modelo de desenvolvimento em áreas-chave da economia, como produção de energia elétrica e transportes, podendo afetar o crescimento econômico e mesmo o estilo de vida dos cidadãos. Cientistas e líderes mundiais hoje consideram as mudanças climáticas o maior desafio do século XXI. As recentes leis sobre Mudanças Climáticas representam o início do enfrentamento ao desafio, sendo o maior deles valorar impactos.

Com a globalização e a chegada da era digital, ficou cada vez mais fácil o acesso à informação, com isso a população tem se conscientizado em relação ao meio ambiente. Desta forma, uma edificação ecologicamente correta acaba tendo um valor agregado mais alto, visto que um imóvel verde pode valorizar financeiramente em até 30% a mais, após a entrega das chaves, segundo site do CRECI-RJ (2015).



A eficiência energética das edificações pode se dar pela implementação de estratégias passivas, como por exemplo, o reaproveitamento da água da chuva e das águas cinzas que podem reduzir o consumo de água do edifício, bem como o uso de placas solares que reduz o consumo de energia elétrica, além da utilização de estratégias para o conforto ambiental, térmico e visual, uso de radiação solar como fonte de calor, análise de insolação e sombreamento de obstruções e aberturas, estratégias de iluminação natural, de ventilação cruzada, de exaustão por flutuação térmica, entre outras estratégias citadas por Lamberts et al. (2014).

Além disso, considerando que a construção civil é a responsável pela produção de grande parcela dos RSU, é indispensável que ela implante medidas para contribuir com a sustentabilidade do meio ambiente. Como comprova Baptista Jr., (2013, p. 30) na sua publicação na Revista Brasileira de Gestão Urbana.

No Brasil, segundo dados do Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo (SINDUSCON-SP, 2005) a atividade da construção civil gera a parcela predominante do volume total dos resíduos sólidos urbanos produzidos nas cidades paulistas. Em 2003 a cidade de São Paulo produziu uma média diária de 14.240 toneladas de resíduos sólidos urbanos, 55% dos quais provenientes da construção civil; em Campinas, essa proporção chegou a 64% no mesmo ano.

O autor mostra também, no Quadro 1.2 a seguir, retirado de sua dissertação de mestrado, a participação, de algumas cidades do Estado de São Paulo, na produção dos Resíduos da Construção e Demolição em relação aos Resíduos Sólidos Urbanos.

Quadro 1.2 - Impactos dos RCD no Ambiente Urbano

Município	Fonte	Geração diária (ton)	Participação em relação aos RSU
São Paulo	I&T – 2003	17.240	55%
Guarulhos	I&T – 2001	1.308	50%
Diadema	I&T – 2001	458	57%



Município	Fonte	Geração diária (ton)	Participação em relação aos RSU
Campinas	PMC – 1996	1.800	64%
Piracicaba	I&T – 2001	620	67%
São José dos Campos	I&T - 1995	733	67%
Ribeirão Preto	I&T – 1995	1.043	70%
Jundiaí	I&T – 1997	712	62%
São José do Rio Preto	I&T – 1997	687	58%
Santo André	I&T – 1997	1013	54%

Fonte: BAPTISTA JR., 2011, p. 33.

Segundo o Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (2007):

1-A construção e a manutenção da infraestrutura do país consomem até 75% dos recursos naturais extraídos, sendo a cadeia produtiva do setor a maior consumidora destes recursos da economia.

2-A quantidade de resíduos de construção e demolição é estimada em torno de 450 kg/hab.ano ou cerca de 80 milhões de toneladas por ano, impactando o ambiente urbano e as finanças municipais. A este total devem ser somados os outros resíduos industriais formados pela cadeia.

3-Os canteiros de obras são geradoras de poeira e ruído e causam erosões que prejudicam os sistemas de drenagem.

4-A construção causa a diminuição da permeabilidade do solo, mudando o regime de drenagem, causando enchentes e reduzindo as reservas de água subterrânea.

5-A utilização de madeira extraída ilegalmente, além de comprometer a sustentabilidade das florestas representa séria ameaça ao equilíbrio ecossistêmico.

6-A cadeia produtiva da construção contribui para a poluição, inclusive na liberação de gases do efeito estufa, como CO₂ durante a queima de combustíveis fósseis e a descarbonatação de calcário e de compostos orgânicos voláteis, que afetam também os usuários dos edifícios.

7-A preocupação com a contaminação ambiental pela lixiviação de biocidas e metais pesados de alguns materiais vem crescendo;

8-A operação de edifícios no Brasil é responsável por cerca de 18% do consumo total de energia do país e por cerca de 50% do consumo de energia elétrica;



9-Os edifícios brasileiros gastam 21% da água consumida no país, sendo boa parte desperdiçada.

Assim sendo, normas foram criadas e implementada prevendo a redução e otimização do consumo, preservação do meio ambiente e a diminuição da geração de resíduos.

1.1 Objetivo

Este trabalho de conclusão de curso tem como objetivo geral analisar e discorrer sobre o conceito de sustentabilidade e algumas atitudes ecologicamente corretas que podem auxiliar como um guia de boas práticas às construtoras, incorporadoras e outros, nos processos para o desenvolvimento de empreendimentos buscando a sustentabilidade no mercado imobiliário, seja na gestão da empresa, na eficiência da edificação ou nos processos construtivos.

Os objetivos específicos, por sua vez, compreendem apresentar alguns dos principais impactos causados pelo setor da construção civil e algumas estratégias para tornar os processos mais sustentáveis, além de difundir o conceito para conscientização dos envolvidos.



2 PROJETOS INTEGRADOS

2.1 Ambiente BIM (Building Information Modeling)

O BIM, em português, Modelagem da Informação da Construção, é um conceito discutido há mais de trinta anos e a nomenclatura é usada há mais de quinze anos, de acordo com Eastman et al. (2014).

Segundo os autores Eastman et al. (2014) do livro Manual de BIM, há dois tipos contratuais dominantes nos EUA, que são:

1. DBB (Design-Bid-Build), ou Projeto-Concorrência-Construção, onde o cliente contrata o arquiteto, que se encarrega de desenvolver os projetos e objetivos do novo empreendimento, a maior parte das construções erguidas nos EUA são DBB;
2. DB (Design-Build), ou Projeto & Construção, onde o cliente contrata a equipe de Projeto & Construção para desenvolver as plantas e objetivos, além de estimar o custo total e prazo da obra.

A abordagem DB proporciona uma oportunidade excelente para explorar a tecnologia BIM, porque uma única entidade é responsável pelo projeto e pela construção, e ambas as áreas participam da fase de projeto. Outras formas de contratação também podem se beneficiar do uso do BIM, porém, alcançarão benefícios somente parciais, particularmente se a tecnologia BIM não for usada de forma colaborativa durante a fase de projeto. (EASTMAN et al., 2014, p. 7).

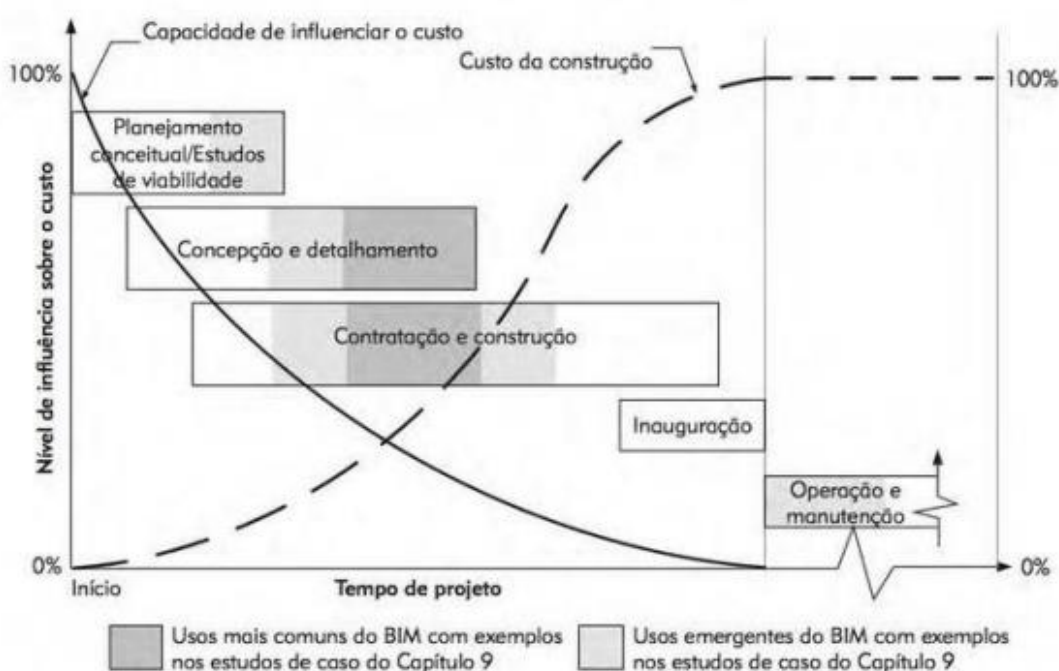
O incentivo dos órgãos público é fundamental para a disseminação da cultura BIM e de acordo com o diário oficial da união, o Governo Federal estabelece através do Decreto 10.306/2020, de 2 de abril de 2020 que:

A utilização do Building Information Modelling na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal, no âmbito da Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling- Estratégia BIM BR, instituída pelo Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019.



De acordo com Eastman et al. (2014), o uso do BIM, no início de todo o processo, faz com que os custos diminuam, em contrapartida, seu uso atual limita-se às fases finais da concepção do projeto e iniciais da construção. “Isso é importante porque, mais cedo no processo, nas fases de estudo de viabilidade e concepção, a habilidade de influenciar os custos é a maior” (EASTMAN et al., 2014). Pode ser observado no gráfico 2.1 da curva de esforço.

Gráfico 2.1 - Influência do custo total do empreendimento sobre o ciclo de vida do edifício



Fonte: EASTMAN et al., 2014, p. 99.

Em um comitê convocado em 2008, pelo *National Institute of Standards and Technology* (NIST), foram definidas cinco diretrizes que podem levar a melhorias no setor da construção civil, em um período de 2 a 10 anos, que são:

1. O uso do ambiente integrado BIM;
2. A otimização dos processos nos canteiros de obras e aumento de sua eficiência;



3. A preferência no uso de peças pré-fabricadas e pré-montadas;
 4. O uso de instalações modelo;
 5. A realização de medições de desempenho, a fim de incentivar a inovação.
- (ABAURRE, 2014, p. 9).

De acordo com Abaurre (2014, p. 11), o *American Institute of Architects* (AIA), propôs em 2007, um modelo contratual para projetos integrados no BIM, chamado *Integrated Project Delivery* (IPD) ou Projeto Integrado. É uma modalidade que integra pessoas, processos, sistemas e metodologia.

A tecnologia BIM pode representar diversas dimensões (nD), e essas dimensões representam os vários aspectos de uma construção, segundo Silva (2017, p. 26), são elas representadas na figura 2.1 abaixo. Para criação de um projeto arquitetônico, três dimensões são suficientes, mas pode ser usado diferentes modalidades descritivas, como custos, tempo e sustentabilidade.



Figura 2.1 - Dimensões do BIM
Fonte: PORTOBELLO ENGENHARIA.



3 CERTIFICAÇÕES PREDIAIS

O selo de sustentabilidade, conhecido como selo verde, é uma certificação que dá ao empreendimento o reconhecimento de que foi concebido de maneira sustentável com a adoção das melhores técnicas construtivas para o meio ambiente.

Na década de 70 a sustentabilidade ganhou notoriedade através da repercussão das conferências internacionais, a ONU convocou uma “Conferência das Nações Unidas” sobre o Ambiente Humano, em Estocolmo 1972, seguida pela conferência realizada no Rio de Janeiro, a Eco 92 ou Rio 92 ou ainda, chamada de Cúpula da Terra, onde foi adotada a Agenda 21, segundo a Organização das Nações Unidas Brasil (2020).

Os dois principais selos usados no Brasil são o selo AQUA e o selo LEED, que serão abordados a seguir.

3.1 Selo AQUA

O selo AQUA desenvolvido pela Fundação Vanzolini, em 2008, foi inspirado no selo francês HQE criado em 1974. Este selo, considerado totalmente adaptado à realidade do Brasil, leva em consideração as características climáticas de cada região, a cultura e as normas técnicas de regulamentação, de acordo com a Fundação Vanzolini.

Existem dois ciclos de certificação, conforme a Fundação Vanzolini, que são:

1. Ciclo de construção, para os empreendimentos em fase de viabilidade e construção;
2. Ciclo de operação, para os empreendimentos já existentes.

A certificação conta com auditorias periódicas e no final de cada auditoria, sendo atingida a meta para aquela etapa, o empreendimento recebe a certificação. Para a fase da construção, são ao todo seis certificados, dois certificados ao final de cada auditoria, um



de valor nacional (AQUA) e um de valor internacional (HQE). Já para a fase de operação são dois certificados emitidos em cada auditoria de acompanhamento realizadas ao longo do ciclo de três ou cinco anos e assim como na fase de construção, um certificado nacional e um internacional.

Em ambos os ciclos, vê-se necessário a implementação do Sistema de Gestão de Empreendimento (SGE), que traz exigências em relação ao sistema de gestão e à Qualidade Ambiental do Edifício (QAE), de acordo com o perfil de desempenho estabelecido pelo próprio empreendedor, onde ambos são referenciais técnicos que examinam e avaliam o empreendimento.

A certificação AQUA estrutura-se em 14 categorias de QAE, assim como a certificação HQE, que se reúnem em 4 famílias, segundo Toberge et al. (2011, p. 33).

1. Sítio e Construção

- Categoria nº 1: Relação do edifício com o seu entorno;
- Categoria nº 2: Escolha integrada de produtos, sistemas e processos construtivos;
- Categoria nº 3: Canteiro de obras com baixo impacto ambiental;

2. Gestão

- Categoria nº 4: Gestão da energia;
- Categoria nº 5: Gestão da água;
- Categoria nº 6: Gestão dos resíduos de uso e operação do edifício;
- Categoria nº 7: Manutenção - Permanência do desempenho ambiental;

3. Conforto

- Categoria nº 8: Conforto higrotérmico;
- Categoria nº 9: Conforto acústico;



- Categoria nº 10: Conforto visual;
- Categoria nº 11: Conforto olfativo;

4. Saúde

- Categoria nº 12: Qualidade sanitária dos ambientes;
- Categoria nº 13: Qualidade sanitária do ar;
- Categoria nº 14: Qualidade sanitária da água.

Além disso, os empreendimentos já em operação, devem seguir as premissas do GAE (Gestão Ambiental do Empreendimento), esse documento trata os requisitos necessários do sistema de gestão e de uso da edificação.

O empreendimento pode ser classificado em três níveis:

1. Base;
2. Boas Práticas;
3. Melhores Práticas.

Para alcançar a certificação, o empreendimento deve alcançar 03 (três) categorias no nível “melhores práticas”, ou 04 (quatro) no “boas práticas” ou até 07 (sete) no nível “base”.

3.2 Selo LEED

O selo LEED, traduzindo literalmente, Liderança em Energia e Design Ambiental, foi criado em 1998, pelo USGBC (*United States Green Building Council*), segundo Dantas et al. (2010, p. 2) e chegou no Brasil através do GBC Brasil (*Green Building Council Brasil*), que até hoje, é responsável por certificar os empreendimentos no país.

O LEED, de acordo com a GBC Brasil, é um sistema usado, nacional e internacionalmente, para certificar e orientar construtoras, incorporadoras ou



proprietários. É usado em mais de 160 países, com o intuito de tornar os projetos mais eficientes do ponto de vista ambiental, assim como a execução da obra e operação do empreendimento, oferecendo 4 tipos de certificações que levam em consideração cada empreendimento, são elas.

1. BD+C (*Building Design+Construction*), para projeto e construção de edifícios, fornecendo parâmetros para construir empreendimentos sustentáveis de maneira geral;
2. ID+C (*Interior Design+Construction*), para design e construção de interiores, proporcionando melhorias na qualidade de vida em ambientes fechados;
3. O+M (*Operation & Maintenance*), para operação e manutenção de edifícios existentes, principalmente elaborado para atuar em edifícios que consomem grandes quantidades de água e luz;
4. ND (*Neighborhood*), para desenvolvimento de bairros, promovendo a integração entre sustentabilidade e inovação.

Conforme mostrado na Figura 3.1, extraída do site da GBC Brasil, para obtenção do certificado, são analisadas 8 categorias, cada uma dessas categorias possui pré-requisitos e uma quantidade de créditos. Os pré-requisitos são ações obrigatórias para obtenção do certificado, ou seja, o não cumprimento de algum pré-requisito impossibilita o empreendimento de obter a certificação. Já os créditos são ações sugeridas, conforme o empreendimento as cumpre, recebe uma pontuação que posteriormente influenciarão no nível da certificação.



Figura 3.1 - Áreas de análise
Fonte: GBC BRASIL, 2021.

Os níveis de certificação de acordo com o site da GBC Brasil, são:

1. Certified, se o empreendimento atingir de 40 a 49 pontos;
2. Silver, se o total de pontos for entre 50 e 59;
3. Gold, se for entre 60 e 79 pontos;
4. Platinum, se somar 80 pontos ou mais.

Lembrando que, de acordo com a GBC Brasil, a pontuação máxima possível é de 110 pontos. De acordo com Dantas et al. (2010):

Através da formação de comitês específicos por área, o USGBC criou checklists específicos que abordam subitens relacionados ao critério correspondente. Conforme estabelecido pela metodologia desenvolvida pelo USGBC, para cada item há uma pontuação diferenciada e quantidade de subitens variável. Dentro de um mesmo item os critérios listados relacionam-se com diferentes fases da construção de uma edificação, justificando-se, assim, a importância do entendimento de todo o processo construtivo para um melhor planejamento das estratégias a serem adotadas.

O Quadro 3.1 abaixo, demonstra os critérios avaliados na certificação LEED e suas pontuações.

Quadro 3.1 - Critérios avaliados na Certificação LEED para Novas Construções ou Grande Reformas

Critérios	Pontuação
Sítios Sustentáveis	26 pontos
Uso Racional da Água	10 pontos
Energia e Atmosfera	35 pontos
Materiais e Recursos	14 pontos
Qualidade do Ambiente Interno	15 pontos
Inovação e processo de Projeto	06 pontos
Créditos Regionais	04 pontos
Pontuação Máxima	110 pontos

Fonte: DANTAS et al., 2010.

Além disso, já existem certificações LEED Zero, que atestam os empreendimentos que alcancem o consumo zero nas categorias água, energia, resíduos e carbono, segundo a GBC Brasil (2019).

3.3 Vantagens e Desvantagens de ambos

De acordo com o site da GBC Brasil, houve uma redução nas médias de consumo de água e energia, na emissão de gás carbono e na geração de resíduos no Brasil, após a certificação com o selo LEED, como mostra a Figura 3.2 abaixo, esse dado exemplifica a eficácia da certificação no quesito sustentabilidade.

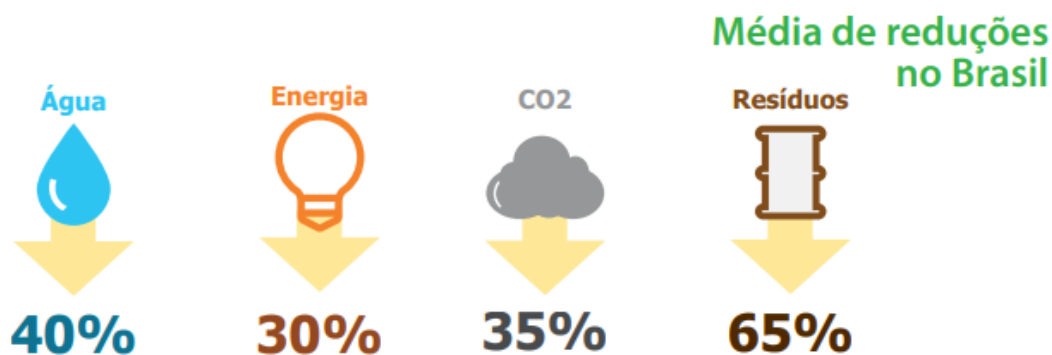


Figura 3.2 - Médias de Reduções no Brasil

Fonte: GBC BRASIL, 2021.



Um grande contraproducente da certificação LEED no Brasil, é que ele foi desenvolvido para ser aplicado nos Estados Unidos e não leva em consideração as questões regionais como a economia, a cultura e a geografia, que são grandes fatores e podem comprometer o desempenho das soluções adotadas (PIMENTEL et al., 2015, p. 3). Diferentemente do selo AQUA, que foi desenvolvido para realidade Brasileira, inspirado no selo francês HQE, de acordo com a Fundação Vanzolini.

Por isso também, o selo LEED é mais usado nos empreendimentos do tipo *Triple A* ou AAA, esta é a classificação máxima dentre as outras classificações desenvolvidas pelo Núcleo de Real Estante da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (NRE/POLI/USP), segundo Veronezi (2005, p. 10), ou seja, um edifício *Triple A* é aquele cujo projeto é inovador, contando com as últimas tendências de tecnologia e qualidade. Leva mais em consideração os requisitos voltados à eficiência energética, impactando na gestão de consumo de energia do empreendimento.

Já o selo AQUA, que naturalmente tem mais afinidade com empreendimentos de natureza residencial, vem ganhando força com a norma de desempenho ABNT NBR 15575, de caráter obrigatório, em relação aos critérios de conforto térmico, acústico e lumínico que o AQUA leva em consideração, sendo assim, quando o empreendimento cumpre os critérios para atender a norma de desempenho, ele está mais próximo de conquistar o selo AQUA.

Outras construções que têm mais facilidade de certificar-se com o AQUA, são os edifícios públicos, pois desde 2014, o Governo Federal tornou obrigatório, o certificado PROCEL de eficiência energética, de acordo com a publicação no Diário Oficial da União, pela Secretaria de Logística e Tecnologia da normativa IN02/2014.



Conforme o site do Centro Brasileiro de Informação de Eficiência Energética (PROCEL), “este selo tem o objetivo de identificar as edificações que apresentem as melhores classificações de eficiência energética em uma dada categoria, motivando o mercado consumidor a adquirir e utilizar imóveis mais eficientes” (Procel Info).

Ainda de acordo com a PROCEL, este setor é de grande importância no mercado de energia elétrica, visto que representa 50% do consumo de eletricidade do país. Com isso, o edifício consegue pular etapas já acertadas no processo de certificação AQUA, fato esse que não ocorre com o selo LEED.



4 GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

4.1 Origem dos Resíduos Sólidos na Construção Civil

Os impactos gerados pela má gestão dos resíduos sólidos provenientes de qualquer tipo de atividade como a construção civil, a agricultura, a saúde, a indústria, entre outros, incluindo os resíduos domésticos, são inúmeros e é de suma importância o gerenciamento correto de todos esses resíduos, realizando um acompanhamento assíduo do início do ciclo de vida deles ao fim.

O Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Estado do Rio de Janeiro (PERS), foi lançado no ano de 2013 pela Secretaria de Estado do Ambiente (SEA) do governo do Rio de Janeiro para que, associado à Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), criasse metas e propostas para os resíduos, sendo válido até o ano de 2033 com previsão de ser revisado a cada 4 anos, de acordo com a página do Governo do Estado do Rio de Janeiro (2017).

O plano possui um conjunto de diretrizes relacionadas ao meio ambiente, saneamento, aspectos sociais e econômicos e às normas a fim de orientar os setores responsáveis na gestão dos resíduos sólidos no Estado do Rio de Janeiro.

De acordo com o PERS/RJ, os resíduos sólidos da construção civil (RCC) são resíduos provenientes de quaisquer tipos de construções e estes eram considerados Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), possuindo uma classificação complexa devido à variedade de materiais que fazia parte deste grupo, dificultando a quantificação e qualificação, principalmente em municípios pequenos, visto que não existe qualquer tipo de separação antes de serem coletados, não tendo, assim, o tratamento adequado.



A dificuldade de quantificar os materiais descartados é um dos problemas enfrentados com os RCC, conforme dito anteriormente, porque além de não serem separados antes do descarte de acordo com o tipo de material, muitos são despejados em áreas inapropriadas, como corpos hídricos, terrenos baldios, encostas, entre outros. Conforme Szigethy et al. (2020) publicou no IPEA:

Em seu último relatório sobre o assunto, a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (Abrelpe) destaca que as cidades brasileiras geraram em 2018, cerca de 79 milhões de toneladas de RSU, cuja coleta chegou a 92% desse total, equivalentes a pouco mais de 72 milhões de toneladas, dos quais apenas 43,3 milhões de toneladas, 59,5% do coletado, foi disposto em aterros sanitários. O montante de 29,5 milhões de toneladas de resíduos, 40,5% do total coletado, foi despejado inadequadamente em lixões ou aterros controlados e ainda cerca de 6,3 milhões de toneladas geradas anualmente continuam sem ao menos serem coletadas e seguem sendo depositadas sem controle, mesmo quando a legislação determina a destinação para tratamento e, em último caso para aterros sanitários.

Segundo o PERS/RJ, existem 18 tipos diferentes de resíduos, classificados de acordo com os artigos 13 e 33 da Lei nº 12.305/2010 como mostrados no Quadro 4.1. A classificação é necessária para que facilite ao estado e aos municípios a identificação de cada resíduo existente e, assim, façam a disposição e o tratamento adequados.

Quadro 4.1 - Tipologias de resíduos abrangidas

Tipologias de Resíduos	
Definidas pelo art.13 da PNRS	Resíduos sólidos urbanos; Resíduos da construção civil; Resíduos de estabelecimentos comerciais e de prestadores de serviços; Resíduos de serviços de saneamento básico; Resíduos industriais; Resíduos de serviços de saúde; Resíduos agrossilvopastoris; Resíduos de serviços de transporte; Resíduos de mineração.
Resíduos de Logística Reversa obrigatória descritos no art.33 da PNRS	Agrotóxicos e suas embalagens; Pilhas e Baterias; Pneus; Óleos lubrificantes seus resíduos e embalagens;

	Lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista; Produtos eletroeletrônicos e seus componentes.
Outras	Veículos em final de vida útil; Óleos e gorduras vegetais; Medicamentos fracionados.

Fonte: PERS/RJ.

A Lei Federal 12.305 (BRASIL, 2010), diz que os geradores de entulho são os responsáveis pela reintegração destes ao processo produtivo, podendo ser descartados de forma temporária em locais apropriados e apenas os resíduos inertes provenientes de escavações podem ser encaminhados para aterros.

Para Baptista Jr. (2013),

A implantação de uma rede de logística reversa para processamento dos resíduos da construção civil, que atenda aos pequenos geradores espalhados pela cidade, com a criação de infraestrutura adequada para segregação dos materiais na origem, parece ser a única forma viável de dar o mesmo tipo de tratamento ao conferido atualmente aos resíduos de grandes obras com canteiros instalados.

A logística circular, de natureza sustentável, onde os resíduos gerados são segregados por classes para serem novamente incorporados à cadeia produtiva ou descartados da forma correta, deve substituir o processo industrial linear, com desperdícios e impactos ambientais, conforme mostram as duas Figuras 4.1 e 4.2 abaixo.

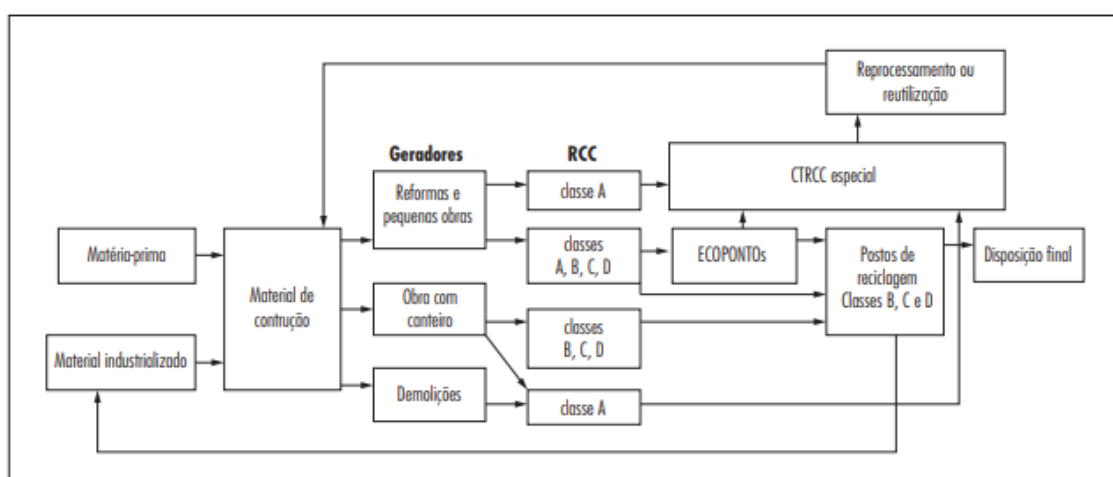


Figura 4.1 - Processo circular de reciclagem e disposição de resíduos de construção e demolição

Fonte: BAPTISTA Jr., 2011.

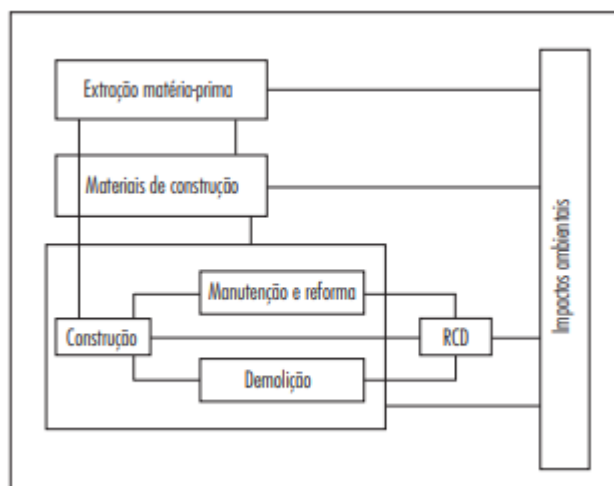


Figura 4.2 - Processo linear de descarte

Fonte: BAPTISTA Jr., 2011.

Os Resíduos da Construção Civil (RCC) se dão também pelas perdas e desperdícios que existem ao longo de todas as etapas e em quase todos os processos executivos de uma obra. O valor estimado do índice de perda de resíduos no Brasil varia entre 230-760 kg/hab.ano, contudo a média é de 510 kg/hab.ano, se aproximando dos valores internacionais, segundo Agustoni et al. (Geração de resíduos e desperdícios na construção civil).

De acordo com Pinto (1999 apud PERS/RJ), historicamente há um desperdício de 25% do material que está na obra e metade deste percentual resulta em resíduos, ou seja, que poderiam ser reciclados.

Conforme Tavares (2007 apud AUGUSTONI) aponta, a porcentagem de RCC é de 20% para residências novas, 21% para edificações novas acima de 300m² e 59% para as reformas, ampliações e demolições, conforme mostra a figura 4.3 abaixo.

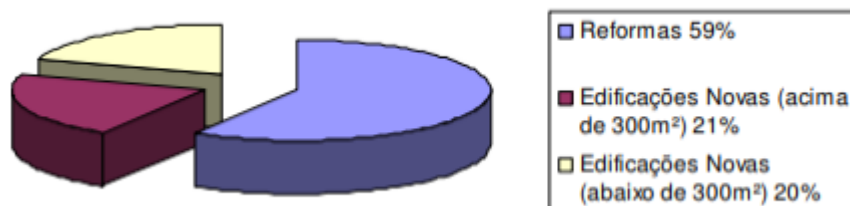


Figura 4.3 - Distribuição de RCC conforme sua geração em % da massa total

Fonte: SANTOS et al., 2019.

Na Tabela 4.1 abaixo é apresentada a porcentagem de média, máxima e mínima de desperdícios no Brasil, de acordo com Espinelli (2005 apud BAPTISTA JR., 2013).

Tabela 4.1 - Taxa de Desperdício

Material	Taxas de desperdício (%)		
	Média	Mínima	Máxima
Concreto usinado	9	2	23
Aço	11	4	16
Blocos e tijolos	13	3	48
Placas cerâmicas	14	2	50
Revestimento têxtil	14	14	14
Eletrodutos	15	13	18
Tubos	15	13	18
Tintas	17	8	56
Fios	27	14	35
Gesso	30	14	120

Fonte: ESPINELLI, 2005 apud BAPTISTA JR., 2013.

Na cidade do Rio de Janeiro, existem duas classes distintas de geradores de RCC; os gerados por obras com canteiros implementados, que segregam os resíduos, não só para utilização própria, mas também para disponibilizar para empresas coletoras, assim como há os gerados por obras de pequeno porte, sem separação ou tratamento e que geralmente são descartados em caçambas, porém podem ser lançados irregularmente em aterros ou em vias públicas (BAPTISTA JR., 2013).



4.2 CONAMA 307

A Resolução Conama 307 é considerada o principal marco regulatório sobre a gestão de RCC (IPEA, 2012). Foi criada em 5 de julho de 2002 e estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para o manejo adequado dos resíduos da construção civil, visto a necessidade de implementar normas para redução do impacto ambiental causado pela disposição inadequada destes resíduos. No “Art. 1º estabelecer diretrizes, critérios e procedimentos para gestão dos resíduos da construção civil, disciplinando as ações necessárias de forma a minimizar os impactos ambientais.”, já o art. 2º, desta resolução, adota algumas definições:

I - Resíduos da construção civil: são os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha;

II - Geradores: são pessoas, físicas ou jurídicas, públicas ou privadas, responsáveis por atividades ou empreendimentos que gerem os resíduos definidos nesta Resolução;

III - Transportadores: são as pessoas, físicas ou jurídicas, encarregadas da coleta e do transporte dos resíduos entre as fontes geradoras e as áreas de destinação;

IV - Agregado reciclado: é o material granular proveniente do beneficiamento de resíduos de construção que apresentem características técnicas para a aplicação em obras de edificação, de infraestrutura, em aterros sanitários ou outras obras de engenharia;

V - Gerenciamento de resíduos: é o sistema de gestão que visa reduzir, reutilizar ou reciclar resíduos, incluindo planejamento, responsabilidades, práticas, procedimentos e recursos para desenvolver e implementar as ações necessárias ao cumprimento das etapas previstas em programas e planos;

VI - Reutilização: é o processo de reaplicação de um resíduo, sem transformação do mesmo;

VII - Reciclagem: é o processo de reaproveitamento de um resíduo, após ter sido submetido à transformação;

VIII - Beneficiamento: é o ato de submeter um resíduo a operações e/ou processos que tenham por objetivo dotá-los de condições que permitam que sejam utilizados como matéria-prima ou produto;

IX - Aterro de resíduos classe A de reservação de material para usos futuros: é a área tecnicamente adequada onde serão empregadas técnicas de destinação de resíduos da construção civil classe A no solo, visando a reservação de materiais segregados de forma a possibilitar seu uso futuro ou futura utilização da área, utilizando princípios de engenharia para confiná-los ao menor volume possível, sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente e devidamente



licenciado pelo órgão ambiental competente; (nova redação dada pela Resolução 448/12).

X - Área de transbordo e triagem de resíduos da construção civil e resíduos volumosos (ATT): área destinada ao recebimento de resíduos da construção civil e resíduos volumosos, para triagem, armazenamento temporário dos materiais segregados, eventual transformação e posterior remoção para destinação adequada, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos a saúde pública e a segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos; (nova redação dada pela Resolução 448/12).

XI - Gerenciamento de resíduos sólidos: conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos, exigidos na forma da Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010; (nova redação dada pela Resolução 448/12).

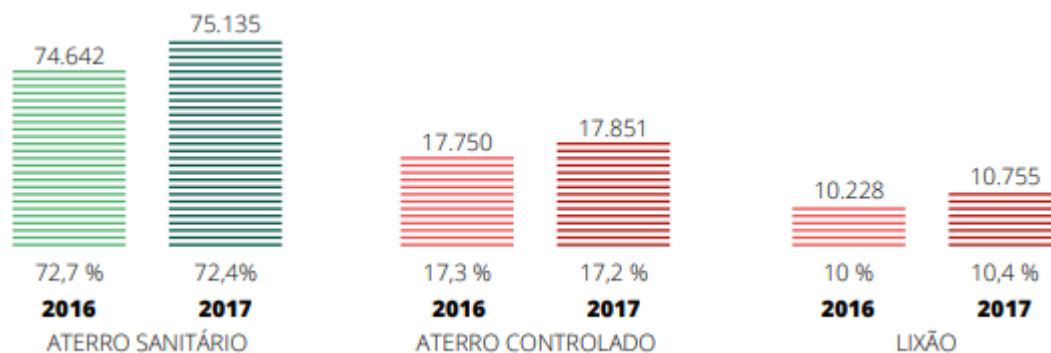
XII - Gestão integrada de resíduos sólidos: conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável. (nova redação dada pela Resolução 448/12).

No Brasil, o sistema de coleta seletiva, possui uma fragilidade. A disposição de pontos de coleta nas ruas, o tratamento correto e a separação dos tipos de resíduos são questões que precisam de atenção e, isso não só se aplica aos RSU (Resíduos Sólidos Urbanos), como também para os RCC (Resíduos de Construção Civil).

Em 2017 os 1668 municípios da região Sudeste geraram cerca de 105.794 toneladas/dia de RSU e deles, 98,1% foram coletadas. No Gráfico 4.1 abaixo, pode ser observado o aumento na disposição final de RSU do ano de 2016 para o ano de 2017, é visível este grande número de resíduos pois os estados do Rio de Janeiro e de São Paulo além de possuírem uma grande população, investem muito no setor de Construção Civil (ABRELPE, 2017).



Gráfico 4.1 - Disposição final de RSU na Região Sudeste(ton/dia)



Fonte: ABRELPE, 2017.



Figura 4.4 - Influência de cada etapa da obra na geração de RCC

Fonte: BARBOSA et al. 2016.

Na Figura 4.4 acima é mostrada a influência de cada etapa da obra na geração de resíduos, sendo possível saber a composição do resíduo de construção civil. Observa-se que a maior parte de resíduos é gerada pela etapa de revestimento, seguida pela etapa de alvenaria e concretagem e, por último, a etapa de acabamentos, segundo Barbosa et al. (2016, p. 422).

Já a composição do RCC, Camargo (1995 apud BARBOSA et al., 2016) afirma que a composição do entulho proveniente das obras é de 64% de argamassa, 30% de componentes de fechamento e vedação e 6% de outros materiais como concreto, pedra, areia, metais e plásticos.



Segundo Neto (2009), os resíduos da construção civil se tornaram um dos principais problemas de saneamento básico dos municípios devido à problemática da destinação incorreta. Com isso, esses entulhos podem ser encontrados em corpos d'água, beiras de rodovias e terrenos baldios.

Segundo o IPEA (2012), os resíduos de construção civil estão submetidos à legislação federal referente aos resíduos sólidos, à legislação específica de âmbito estadual e municipal e às normas técnicas brasileiras. Na Quadro 4.2 podemos encontrar os aspectos legais e normativos, na esfera nacional, sobre a gestão e gerenciamento dos RCC.

Quadro 4.2 - Instrumentos legais e normativos de abrangência nacional

Documento	Descrição
Decreto no 7.404/2010	Regulamenta a Lei no 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a PNRS, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos sistemas de logística reversa, e dá outras providências.
Lei Federal no 12.305/2010	Institui a PNRS, altera a Lei no 9.605 de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.
Lei Federal no 11.445/2007	Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis no 6.766, de 19 de dezembro de 1979, no 8.036, de 11 de maio de 1990, no 8.666, de 21 de junho de 1993 e no 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências.
Resolução no 348/2004	Altera a Resolução Conama no 307, de 5 de julho de 2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos.
Resolução no 307/2002	Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos RCC.



Lei Federal no 10.257/2001	Estatuto das Cidades: regulamenta os Artigos 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências.
Lei Federal no 9.605/1998	Lei de Crimes Ambientais: dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.
Lei Federal no 6.938/1981	Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.

Fonte: IPEA, 2012.

Existem normas relacionadas aos procedimentos de gerenciamento em relação aos resíduos sólidos, que foram criadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas, de acordo com a Conama 307 (IPEA, 2012). O Quadro 4.3 abaixo descreve algumas normas técnicas brasileiras relativas ao assunto.

Quadro 4.3 - Normas técnicas brasileiras relacionadas aos resíduos sólidos e aos RCC

Norma	Descrição
NBR 10.004	Resíduos sólidos (classificação)
NBR 15.112	RCC e resíduos volumosos – áreas de transbordo e triagem (diretrizes para projetos, implantação e operação)
NBR 15.113	RCC e resíduos inertes – aterros (diretrizes para projetos, implantação e operação)
NBR 15.114	RCC – áreas para reciclagem (diretrizes para projetos, implantação e operação)
NBR 15.115	Agregados reciclados de RCC – execução de camada de pavimentação (procedimentos)
NBR 15.116	Agregados reciclados de RCC – utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural (requisitos)

Fonte: IPEA, 2012.

De acordo com a NBR 10.004/04, os resíduos são classificados como:

1. Resíduos Classe I - Perigosos, que apresentam periculosidade e características como inflamabilidade, corrosividade, toxicidade e patogenicidade;
2. Resíduos Classe II A - Não inertes, são aqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos classe I, ou resíduos classe II B- Inertes. Possuem



características como biodegradabilidade, solubilidade em água ou combustibilidade;

3. Resíduos Classe II B – Inertes, quaisquer resíduos, que quando amostrados de uma forma representativa e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor, como pedras, areias e sucata de ferro.

A Conama 307, adota como instrumento de implementação da gestão dos resíduos, o Plano Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil para estabelecer diretrizes e procedimentos para que os pequenos geradores possam estar em conformidade com suas responsabilidades. Este plano engloba o cadastramento das áreas públicas ou privadas que estão aptas a receberem os resíduos para triagem e armazenamento temporário de pequenos volumes, dos pequenos geradores, para que depois sejam destinados para as áreas de beneficiamento.

De acordo com o artigo 9º da Conama 307, os geradores devem considerar as etapas do Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil que estão a seguir:

- Caracterização: Identificação e quantificação;
- Triagem: Deve ser realizada na origem ou nas áreas de destinação licenciadas;
- Acondicionamento: Confinamento dos resíduos após a geração até a fase do transporte;
- Transporte: Deve ser realizado de acordo com as normas técnicas de transporte de resíduos;
- Destinação: Deve ser prevista de acordo com esta resolução.



Conforme a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) nº 307, os resíduos da construção civil possuem classificações de acordo com o tipo de material que possuem, se oferecem risco de contaminação ou se são produzidos a partir de materiais que têm a possibilidade de serem reciclados ou reutilizados. Estes resíduos são distribuídos por classes e devem ter uma destinação final adequada, que, de acordo com o artigo 10º da Conama 307 são da seguinte forma, Quadro 4.4:

Quadro 4.4 - Classificação dos resíduos da construção civil de acordo com a resolução CONAMA 307

Classe	Origem	Tipo de resíduo	Destinação
A	São os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados	De pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de operações de terraplanagem. Da construção, demolição, reformas e reparos de edificações (componentes cerâmicos, tijolos, blocos, telhas e placas de revestimento, concreto e argamassa)	Deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados, ou encaminhados a áreas de aterro de resíduos da Construção Civil, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura
B	Resíduos recicláveis com outras destinações	Plásticos, gesso, papel, papelão, metais, vidros, madeiras e outros	Deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura
C	Resíduos para os quais ainda não foram desenvolvidas	Não especificado pela resolução	Deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas
D	Resíduos perigosos oriundos de processo de construção	Tintas, solventes, óleos, amianto	Deverão ser armazenados, transportados, reutilizados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas
	Aqueles contaminados oriundos de demolições,	Clínicas radiológicas, instalações industriais e outros	



	reforma e reparo, enquadrados como classe I na NBR10004		
--	---	--	--

Fonte: PASCHOALIN FILHO et al., 2015.

De acordo com a Resolução 348/2004 e a Resolução 431/2011 o amianto entra como material perigoso na Classe D e o gesso que antes era classificado de acordo a Resolução 307 como Classe C, passa a ser Classe B.

Ainda assim, precisa ser separado dos outros RCC, sendo eles da mesma classe ou não, segundo o Instituto Itajaí Sustentável.

Os parágrafos 1º e 2º do artigo 3º da Conama 307 falam sobre os recipientes de tinta utilizados nas construções e sobre seus descartes:

1º No âmbito dessa resolução consideram-se embalagens vazias de tintas imobiliárias, aquelas cujo recipiente apresenta apenas filme seco de tinta em seu revestimento interno, sem acúmulo de resíduo de tinta líquida.

2º As embalagens de tintas usadas na construção civil serão submetidas a sistema de logística reversa, conforme requisitos da Lei nº 12.305/2010, que contemple a destinação ambientalmente adequados dos resíduos de tintas presentes nas embalagens.

Neto (2009) comenta sobre a falta de preparo por parte dos responsáveis nas obras e sobre a falta de planejamento. A geração de resíduos nas construções cresce de maneira significativa, pois não há gestão nos canteiros de obra e muitas vezes há um consumo exagerado de material, ocasionando o desperdício, por falta de otimização dos projetos ou por um superdimensionamento da obra.

Dependendo do tipo de obra, o desperdício pode ser maior. Em obras em que o orçamento é reduzido, é comum que se aproveite de todas as formas os materiais que estão disponíveis. Porém, em obras supervalorizadas, pode existir um excesso de itens, desde areia, argamassa e revestimentos até os acabamentos mais finos, pois não há uma



grande preocupação em economizar. Com isso, há mais chances de descuido com o material, havendo um aumento do desperdício.

O artigo 4º da Conama 307 aborda a questão da responsabilidade de toda cadeia geradora sobre a não geração de resíduos e, de forma secundária, a redução, reutilização, reciclagem e destino final. Todos os participantes devem estar a par da construção a ser realizada e ter total conhecimento dos projetos para que seja possível reduzir a matéria-prima utilizada e, conseqüentemente, os resíduos a serem descartados.

4.3 Alternativas Sustentáveis

4.3.1 Copos descartáveis

Segundo a norma NBR 13230:2008 - Embalagens e acondicionamento plásticos recicláveis, concebida de acordo com critérios internacionais e que estabelece os símbolos para identificação e separação dos materiais utilizadas na fabricação de embalagens visando auxiliar na separação e reciclagem findo uso, são classificados em:

1. PET ou PETE;
2. PEAD;
3. PVC;
4. PEBD;
5. PP;
6. PS;
7. Outros plásticos.

Como mostra a figura 4.5 abaixo:



Figura 4.5 - Classificação embalagens plásticas
Fonte: SITE ECYCLE.

Tendo em vista a importância da separação dos resíduos numa obra, e a reciclagem, o projeto de Lei 4186/20, que proíbi a partir de 2022 a comercialização e o uso de plásticos descartáveis no país, com exceção de produtos essenciais à saúde pública, à alimentação e à produção industrial, de acordo com a matéria publicada dia 25 de agosto de 2020, no site da Câmara dos Deputados. O descumprimento da lei acarretará multa e pode levar à suspensão do alvará de funcionamento do estabelecimento.

O autor do projeto, o deputado Deuzinho Filho, afirma que de acordo com a revista Science Advances, até 2015, haviam sido geradas 6,3 bilhões de toneladas de lixo plástico no mundo, das quais apenas 9% foram reciclados, 12% foram incinerados e 79% permanecem em aterros sanitários, lixões ou no meio ambiente.

De acordo com a ONU (2017), 80% de todo o lixo marinho é composto por plástico e a estimativa é que em 2050 a quantidade de plásticos na água supere a de peixes. Já a Greenpeace UK (2019), afirma que todo ano são despejados nos oceanos cerca de 12 bilhões de toneladas de plástico no meio ambiente.

A *Green Cups* realizou um estudo e chegou a uma quantidade de copos descartáveis consumida por dia, mês e ano por pessoa de acordo com a figura 4.6 a seguir.



Figura 4.6 - Consumo de copos no Brasil
Fonte: GREEN CUPS, 2021.

Portanto, para o desenvolvimento sustentável da construção civil, é imprescindível a busca por alternativas menos nocivas ao meio ambiente, como por exemplo, a implementação do uso de copos reutilizáveis, como os copos dobráveis de silicone, onde cada funcionário seria responsável pelo seu. Outra alternativa que pode ser citada, é o uso de copos biodegradáveis de fontes renováveis, como os copos descartáveis de papel ou os de fibra de bambu.

4.3.2 Madeiras Plásticas

Cerca de 2.177.799 toneladas de plástico se acumulam no Brasil, segundo dados da Plastivida – Instituto Socioambiental de Plásticos (2018), sendo que apenas 17,2% deles são reciclados e uma das medidas que podem ser tomadas em prol de uma construção sustentável é a substituição das madeiras usadas nas formas para concretagem e escoramentos, por plásticos reciclados.

De acordo com Salles (2009), a utilização de madeira de plástico se faz até em obras de ferrovias, substituindo os dormentes tradicionalmente feitos de madeira, que tem a vida útil reduzida devido a ação constante do calor, sol e água.



O engenheiro Nelson Parente Júnior da Empresa Brasileira de Reciclagem (EBR) desenvolveu o plástico reciclado, a fim de substituir a madeira, para fazer tábuas, pontaletes e sarrafos, que podem ser usados para confeccionar tapumes, andaimes, formas para concreto e cavaletes de sinalização. Explica Nelson (2002, p. 5):

Com o desenvolvimento técnico dos perfis nos serviços de fôrmas para concreto armado aumentou a viabilidade de utilização em outros serviços na construção civil utilizando-se a resina correta para as mais diversas aplicações tais como, tapumes, gabaritos de obras, alojamentos, guarda-corpos e cavaletes de sinalização de trânsito, conferindo ao projeto uma grande relevância ambiental e social, pois o potencial de utilização dos resíduos termoplásticos em substituição a madeira via reciclagem possibilita a geração de renda e empregos para população de baixa capacitação técnica. Concluímos assim que é possível desenvolver tecnologias limpas sustentáveis sem causar desemprego. O setor da construção civil pode absorver e reutilizar os resíduos termoplásticos através do beneficiamento e reciclagem tecnicamente controlada por sistemas de qualidade e a metodologia de fabricação de perfis vazados substituem satisfatoriamente a madeira na execução de fôrmas contribuindo para a redução do desmatamento, aumento do ciclo de vida dos aterros sanitários, economia de energia, redução de custo na execução das fôrmas para concreto e aumento na oferta de empregos demonstrando ser um processo totalmente de recuperação ambiental com ganhos sociais ou simplesmente chamado de “DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL”.

4.3.3 Pontos de Coleta Seletiva de RSU

A reciclagem é o ponto principal para uma economia sustentável, ajuda na conservação de recursos naturais, diminuindo a necessidade de extração de novas matérias primas e a remanufatura dos materiais já processados. Além disso, a reciclagem não requer tanta energia como o processamento de matérias primas virgens, como Costa Oliveira (2010 apud DONATO et al., 2015) cita:

Reutilizar significa fazer com que um material ou um objeto tenha o maior tempo de vida útil possível, retardando ao máximo sua ida para um aterro ou sua reciclagem. Reciclar significa reinserir o produto no processo produtivo, utilizando sua matéria prima em substituição a matérias primas virgens.

A coleta seletiva é um método que otimiza os processos de destinação dos resíduos e dos rejeitos, diminui os impactos ambientais e faz com que os vários tipos de resíduos,

recicláveis, orgânicos, úmidos e secos, sigam seus caminhos para reciclagem, reaproveitamento, ou para os aterros sanitários, segundo Szigethy et al. (2020).

Portanto, seria interessante para o empreendimento instalar pontos de coleta seletiva de RSU em seus tapumes, com o intuito de colaborar com a sustentabilidade local, trazendo opções para o descarte apropriado dos resíduos.

Os materiais selecionados poderiam ser tampas de garrafas pet, pilhas, baterias, caixas de leite e dependendo do porte da obra e do tamanho do tapume, poderia abranger mais materiais, como metal, papel, vidro e plástico. Nas Figuras 4.7 e 4.8 abaixo, podem ser observados alguns exemplos de pontos de coleta seletiva em tapumes de obra.



Figura 4.7 - Tapumes Sustentáveis
Fonte: Portfólio/Tapumes. GRUPO NEW COM.



Figura 4.8 - Tapumes Sustentáveis
Fonte: Portfólio/Tapumes. GRUPO NEW COM.



5 ESTRATÉGIAS PASSIVAS NA CONSTRUÇÃO

As técnicas de estratégias passivas levam em consideração as condições climáticas do local para garantir os níveis de eficiência energética e conforto térmico. Segundo Lima et al. (2017), as estratégias passivas não demandam energia elétrica para o seu funcionamento.

De acordo com Cunha et al. (2006 apud LIMA et al., 2017), o arquiteto conceitua o sistema de climatização passiva, os sistemas naturais e artificiais, como os ventos dominantes, sombreamento e permeabilidade, além do sistema de climatização artificial para resfriamento e aquecimento. Portanto, um projeto de arquitetura que se adequa às variáveis ambientais é uma importante estratégia para a adequabilidade das edificações, reduzindo custos com climatização e iluminação.

Sendo assim, as estratégias chamadas de passivas, que nada mais, são que mecanismos naturais de condicionamento, buscam o equilíbrio entre a natureza e a construção e levam em conta as peculiaridades de cada inserção, como os recursos naturais e o microclima.

É imprescindível o uso de iluminação, ventilação natural, e o uso dos materiais que auxiliam na inércia térmica e elementos compositivos pontuais como vegetação interna, espelhos d'água, ventilação natural, ventilação cruzada, exaustão por flutuação térmica (efeito chaminé), entre outros (LIMA et al., 2017).

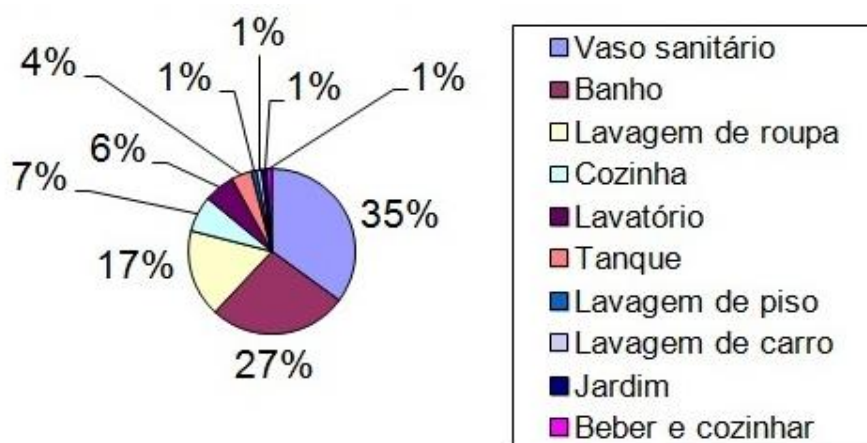
5.1 Reaproveitamento de Água

Segundo Pinto (2008 apud ARRUDA et al., 2012) a média de consumo de água por dia no Brasil é de 200 litros de água por dia por habitante, mas com a captação da água da chuva é possível utilizar 15 litros de água por dia, por pessoa, o que diminui o uso da



água tratada pelas concessionárias (LEGAN, 2007 apud ARRUDA et al., 2012). O Gráfico 5.1 a seguir, demonstra a distribuição dos usos da água.

Gráfico 5.1 - Distribuição dos diversos usos de água



Fonte: Modificado de PRIANTE, 2012 apud ARRUDA et al., 2012.

O reaproveitamento da água torna-se imprescindível para a sustentabilidade, pois a falta de água tem se tornado cada vez mais uma realidade. Este reaproveitamento pode se dar pela captação da água da chuva, seguindo as diretrizes da norma ABNT NBR 15527: 2007, que trata de sistemas de reaproveitamento de água da chuva, além das diretrizes de projeto, dimensionamentos e apresenta os requisitos para o aproveitamento para fins não potáveis dessa água coletada de coberturas em áreas urbanas ou pelo reuso das águas cinzas.

A água não potável, segundo a Câmara Brasileira da Indústria da Construção – CBIC (2019, p. 16) é a “água cujas características não estão de acordo com padrão de potabilidade estabelecido em legislação vigente”. Os usos não potáveis em edificações das águas da chuva, abrangidos pela NBR 15527 são:

1. Descarga de bacias sanitárias e mictórios;
2. Lavagem de veículos;



3. Lavagem de pisos, calçadas, ruas etc.;
4. Usos industriais;
5. Uso ornamental (fontes, chafarizes e lagos);
6. Irrigação para fins paisagísticos.

A norma ABNT NBR 13969/97 é a principal norma referente ao uso de água. Tem como objetivo “oferecer alternativas de procedimentos técnicos para o projeto, construção e operação de unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos de tanque séptico (...) para o tratamento local de esgotos”.

Há cidades que estão com projetos de leis para incentivam o uso da água da chuva e o reuso de água como forma de abastecer a concessionária, esses projetos de leis contam com incentivo municipal dando descontos no IPTU para quem montar esse sistema. A adoção do IPTU Verde concede descontos nas cotas de IPTU para os proprietários que constroem de forma sustentável, com o uso de estratégias passivas, de acordo com o CRECI-RJ (2014).

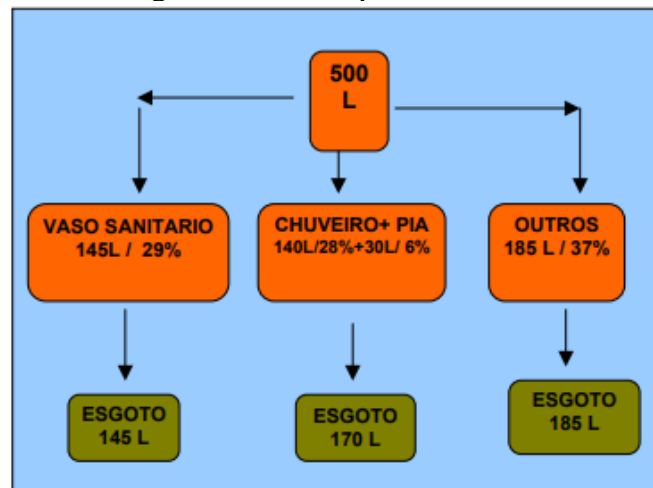
As águas cinzas, em contrapartida, são provenientes dos chuveiros, lavatórios de banheiros, máquinas de lavar roupa e tanques. De acordo com Rapoport (2004, p. 8), 28% da água consumida pelas residências é destinada à utilização em chuveiros e 29% para bacias sanitárias. Sendo assim, as águas provenientes de pias e chuveiros conseguiriam suprir quase 100% do consumo das bacias sanitárias.

Rapoport (2004, p. 9) afirma também que:

Vem ainda incentivar a alternativa de reuso das águas cinzas o fato de que o sistema típico de tarifação do consumo de água nas grandes cidades brasileiras é o que foi consumido multiplicado na maioria das vezes por dois, uma vez que o esgoto é tarifado na mesma conta. Desta forma, ao se reaproveitar um litro de água, além de estarmos reduzindo o consumo, estaremos economizando tarifa equivalente a dois litros na conta e preservando a água de qualidade para fins nobres.

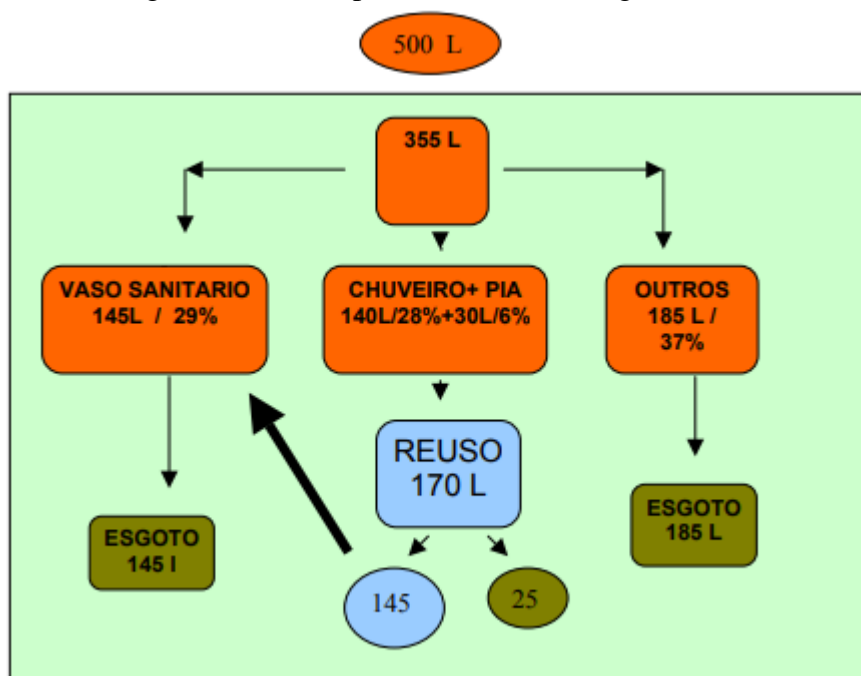
Nas Figuras 5.1 e 5.2 abaixo, pode-se observar a economia gerada se realizado o reuso de águas cinzas.

Figura 5.1 - Exemplo sem o reuso



Fonte: RAPOPORT, 2004.

Figura 5.2 - Exemplo com o reuso de água cinzas



Fonte RAPOPORTE 2004.

A Lei nº 7463, de 18/10/2016, que foi publicada no Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro, regulamenta os procedimentos para armazenamento de águas pluviais e águas cinzas para reaproveitamento e retardo da descarga na rede pública.

Por outro lado, a Lei Federal 9433:97 de 8/01/1997, destaca o seguinte:



TÍTULO I
DA POLÍTICA NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS
CAPÍTULO I

DOS FUNDAMENTOS

Art. 1º A Política Nacional de Recursos Hídricos baseia-se nos seguintes fundamentos:

- I - a água é um bem de domínio público;
- II - a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico;
- III - em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais;
- IV - a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas;
- V - a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;
- VI - a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades.

CAPÍTULO II

DOS OBJETIVOS

Art. 2º São objetivos da Política Nacional de Recursos Hídricos:

- I - assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos;
- II - a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável;
- III - a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais.
- IV - incentivar e promover a captação, a preservação e o aproveitamento de águas pluviais. (Incluído pela Lei nº 13.501, de 2017)

CAPÍTULO III

DAS DIRETRIZES GERAIS DE AÇÃO

Art. 3º Constituem diretrizes gerais de ação para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos:

- I - a gestão sistemática dos recursos hídricos, sem dissociação dos aspectos de quantidade e qualidade;
- II - a adequação da gestão de recursos hídricos às diversidades físicas, bióticas, demográficas, econômicas, sociais e culturais das diversas regiões do País;
- III - a integração da gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental;
- IV - a articulação do planejamento de recursos hídricos com o dos setores usuários e com os planejamentos regional, estadual e nacional;
- V - a articulação da gestão de recursos hídricos com a do uso do solo;
- VI - a integração da gestão das bacias hidrográficas com a dos sistemas estuarinos e zonas costeiras.

Art. 4º A União articular-se-á com os Estados tendo em vista o gerenciamento dos recursos hídricos de interesse comum.

CAPÍTULO IV

DOS INSTRUMENTOS

Art. 5º São instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos:

- I - os Planos de Recursos Hídricos;
- II - o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água;
- III - a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos;
- IV - a cobrança pelo uso de recursos hídricos;
- V - a compensação a municípios;
- VI - o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos.



Já a Lei 13501 de 13/10/2017, “altera o art. 2º da Lei 9433 de 08/01/1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, para incluir o aproveitamento de águas pluviais como um de seus objetivos”.

5.2 Energia Solar

As edificações no Brasil são responsáveis por 46,7% do consumo de energia, segundo o Balanço Energético Nacional (2017 apud LIMA et al.). De acordo com os dados da Agência Nacional de Energia Elétrica (2017 apud LIMA et al.), entre 2005 e 2015, o consumo no setor comercial cresceu 60%, já o número de unidades consumidoras aumentou 30%. De acordo com Lima et al. (2018):

Os sistemas de climatização, seguidos pela iluminação artificial são os maiores consumidores de energia elétrica nos edifícios comerciais, consumindo cerca de 70% desta energia conforme dados do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL, 2013). Romero e Reis (2012) complementam dizendo que setor comercial apresenta a maior relação entre consumo de energia e a arquitetura, pois a iluminação artificial e o condicionamento ambiental são abastecidos majoritariamente por energia elétrica.

Para Wassouf (2004 apud LIMA et al.), a radiação solar é uma fonte de aquecimento passivo que no verão se torna inconveniente, com isso, o uso de elementos de proteção solar horizontal (*brise soleil*) quando o sol possuir uma inclinação alta e uma proteção na vertical quando o sol possuir inclinações baixas, se torna fundamental. Os elementos de proteção solar horizontais, podem ter proporções que permitem a entrada dos raios solares no inverno e bloqueia-os no verão.

A energia solar é um grande ponto para o desenvolvimento de energia limpa, sendo um dos pilares do selo verde e da sustentabilidade e, assim, os recursos podem ser usados de forma abundante e renovável, sem prejudicar o meio ambiente. Ao contrário dos combustíveis fósseis, a energia solar não emite gases poluentes, como os óxidos de

nitrogênio, dióxido de carbono e dióxido de enxofre, que são prejudiciais à saúde e ao meio ambiente.

Desde 2012 a energia solar fotovoltaica, vem ganhando espaço na matriz energética brasileira. De acordo com o site GetPower Energia Solar, há mais de 240.000 sistemas de energia solar instalados no país e essa taxa de adesão cresce de uma forma exponencial, como pode ser observado no gráfico 5.2 a seguir.

Gráfico 5.2 - Sistemas instalados no Brasil



Fonte: GETPOWER ENERGIA SOLAR.

Conforme o engenheiro Bezerra (2021, p. 3) cita em seu artigo:

Este cenário de aumento expressivo na expansão da geração solar tende a se manter nos próximos anos, face ao apelo para a produção de energia a partir de fontes renováveis, às perspectivas de redução do custo de geração e ao aumento da eficiência da tecnologia fotovoltaica.

Pode ser considerado um tipo de investimento, visto que a economia gerada é superior ao valor investido. Com a energia solar, pode haver uma taxa interna de retorno (TIR) que varia entre 20% e 25% e isso corresponde a 8 vezes mais que o retorno da poupança, como pode ser observado no gráfico 5.3 abaixo.

Gráfico 5.3 - Gráfico de rendimento anual



Fonte: GETPOWER ENERGIA SOLAR.

Há inúmeras vantagens no uso de energia solar além das mencionadas anteriormente, como a sustentabilidade, a valorização do imóvel e o aumento na qualidade de vida, porém, há também uma desvantagem, o valor residual, que é um valor que deverá ser pago mesmo com a instalação de um gerador solar fotovoltaico.

As formas de geração de energia solar fotovoltaica, segundo Gomes Neto (“s.d.”), são:

1. Conectada à rede (*on grid*), são os mais populares e têm conexão com a rede elétrica diretamente, ou seja, qualquer excedente de energia gerado é enviado para a fornecedora e o cliente ganha desconto em sua conta. Mas se a geração de energia solar não for suficiente, a concessionária fornece o restante;
2. Autônoma (*off grid*), é um sistema autônomo, sem ligação com a rede elétrica, usado em locais onde não há a cobertura do sistema de energia elétrica. A energia excedente é armazenada em baterias, garantindo a alimentação em dias nublados;

3. Sistema fotovoltaico híbrido, são sistemas ligados a rede de energia, mas que também armazenam o excedente da produção gerada pelas placas fotovoltaicas em baterias. Esse sistema acarreta uma economia de 30% na conta de energia elétrica, levando em conta para o cálculo uma família de 4 pessoas, de acordo com Oliveira et al. (2017).

A seguir, na figura 5.4, pode-se observar um esquema do sistema de geração e armazenamento de energia.

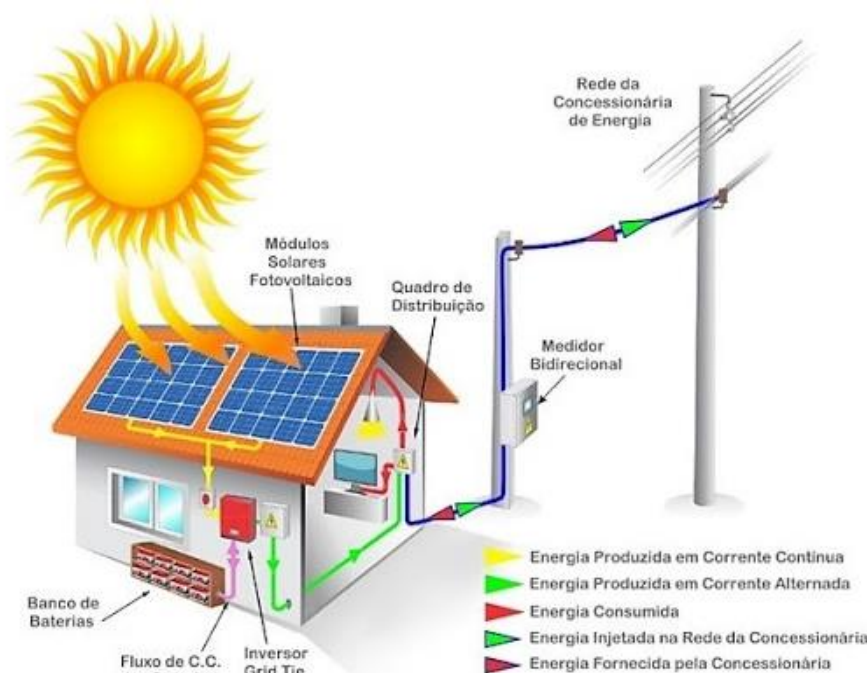


Figura 5.3 - Esquema do sistema de geração e armazenamento de energia

Fonte OCA SOLAR ENERGIA, 2021.

Ou seja, o sistema híbrido é conectado à rede elétrica (*on grid*) integrado com um sistema de armazenamento de energia (*off grid*), assim, supre as falhas na rede de energia e seu uso pode ser feito até mesmo à noite. Então, além da independência energética, o uso do sistema híbrido permite o uso da eletricidade de forma ininterrupta (OCA SOLAR ENERGIA, 2021).

O funcionamento do sistema fotovoltaico híbrido se dá da seguinte forma:

1. Os painéis solares captam a luz solar e geram a energia elétrica;



2. O inversor solar recebe essa energia e altera a corrente elétrica de contínua para alternada, para ser compatível com a corrente da residência;
3. Se a quantidade de energia gerada for maior que a energia consumida, essa energia extra vai para a rede da distribuidora, gerando um crédito de energia que são regulamentados pela ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica);

Ele opera a partir da conexão com a rede, mas também está conectado diretamente às baterias. Assim, ambos os inversores são alimentados pelo banco de armazenamento e atuam isoladamente enquanto um dos tipos de geração de energia (on grid e off grid) estiver desconectado. Ou seja, se houver queda de tensão na rede elétrica, o sistema off grid atuará na alimentação das cargas, a fim de manter o funcionamento de energia no imóvel.

5.2.1 Estudo de Caso

Em um estudo de caso, de um empreendimento residencial localizado na Barra da Tijuca, Rio de Janeiro, o cliente solicitou a instalação de placas solares em sua cobertura. Ele tem um consumo mensal de 1200 kWh e analisando a projeção energética da Geração x Consumo, tem-se o Gráfico 5.4 abaixo. A empresa contratada ECOSOL (2021), estimou que a produção de energia solar necessária será de 915 kWh.

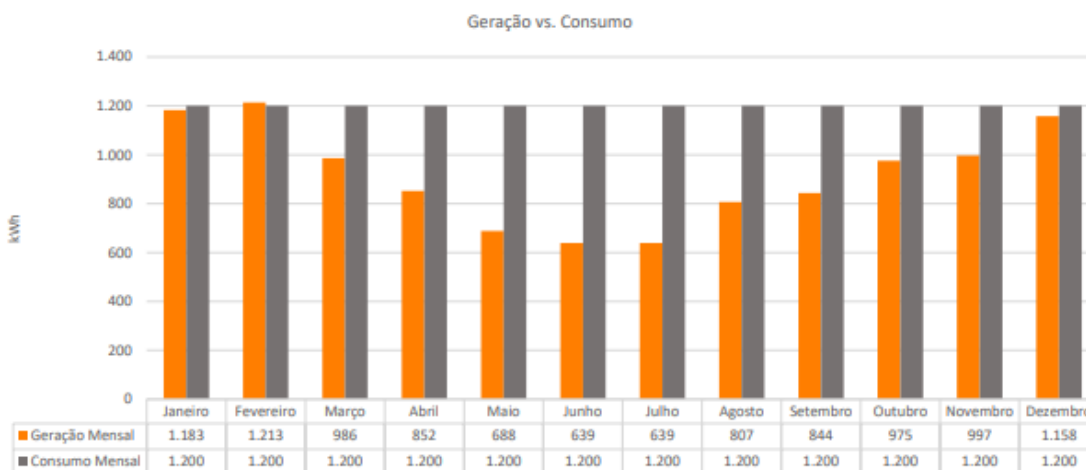
Considerando que uma placa (módulo) tem 530 Wp de potência e que a potência total do sistema é de 9,54 kWp, serão necessárias 18 placas e uma área de implantação de 53 m².

Além das placas, neste caso, a empresa contratada, indicou que será necessário o uso de um inversor, com uma potência de 9000 W. O tempo estimado do retorno do



investimento é de 3 anos e 8 meses, a economia projetada é de R\$12.078,57 por ano e o custo total do investimento é de R\$ 49.906,00.

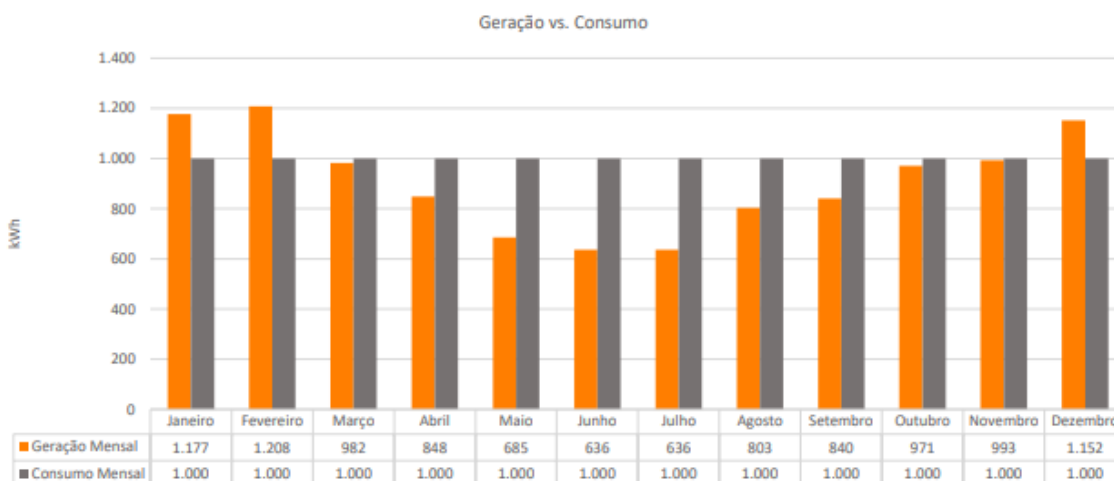
Gráfico 5.4 - Projeção energética da Geração vs. Consumo



Fonte: Elaborado pela autora, 2021. Orçamento ECOSOL, 2021.

Em outra unidade, onde há menos sombreamento, o cliente tem um consumo mensal de 1000 kWh, com uma produção estimada de energia solar é de 911 kWh, conforme demonstrado no Gráfico 5.5 abaixo. A potência total do sistema é de 8,48 kWp, com isso, serão necessárias 16 placas e uma área de cobertura de 45 m². Além das placas será necessário o uso de um inversor, com uma potência de 6000 W. O tempo estimado do retorno do investimento é de 3 anos, a economia projetada é de R\$12.025,84 por ano e o custo total do investimento é de R\$ 40.537,00.

Gráfico 5.5 - Projeção energética da Geração vs. Consumo



Fonte: Elaborado pela autora, 2021/ Orçamento ECOSOL, 2021.

Após a escolha do tipo de sistema e da contratação, seguem as etapas de implementação demonstradas na figura a seguir:



Figura 5.4 - Etapas do processo

Fonte: ECOSOL GERAÇÃO, 2021.

5.3 Uso de agregados reciclados em concreto

De acordo com o Conselho de Arquitetura e Urbanismo de Alagoas (CAU/AL), o uso do agregado reciclado vem se tornando cada vez mais comum nas construções, já que



reduz o impacto da construção no meio ambiente, poupando pedreiras e portos de areia, além do fato ter um menor custo.

Com a Política Nacional de Resíduos Sólidos nº 12305, de 02 de agosto de 2010, que foi um marco na gestão de resíduos sólidos no Brasil e sua última regulamentação, por meio de Decreto Presidencial nº7404 de 23 de dezembro de 2010, a ABRECON se torna representante do setor de reciclagem de entulho no país, sendo responsável por aperfeiçoar projetos, leis e programas com o objetivo de reutilizar e reciclar o resíduo gerado.

E o presidente do Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Tocantins (CAU/TO), Silenio Camargo (2020), também afirma que a utilização de agregado reciclado é uma forma de estimular a sustentabilidade nas obras públicas.

Sabemos que o descarte incorreto de resíduos é uma prática criminosa que prejudica todo o sistema urbano e ambiental de qualquer cidade. O uso de material reciclado, além de mais barato, ainda contribui com a adoção de matérias primas sustentáveis. São práticas assim que nos cabe incentivar (CAMARGO, 2020).

A fim de orientar as construtoras em relação aos tipos de agregados e sua aplicação, a ABRECON desenvolveu em parceria com a Universidade Federal da Bahia (UFBA) o Manual de Aplicação do Agregado Reciclado (MARE).

Os agregados reciclados são os resíduos da construção civil classificados de acordo com a Conama 307 como Classe A, são eles:

1. Resíduos de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;
2. Resíduos de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: materiais cerâmicos (tijolo, azulejo, blocos, telhas, placas de revestimento etc.) argamassa e concreto;

3. Resíduos de processo e fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidos nos canteiros de obras.

Na figura 5.6 a seguir, pode-se observar o aspecto geral dos agregados produzidos com Resíduos da Construção e Demolição (RCD) após o beneficiamento.



Figura 5.5 - Aspecto geral dos agregados produzidos com RCD após o beneficiamento
Fonte: USP, Slides de aula. Disciplina PCC 3556.

Os processos mais importantes para reciclagem de RCD são:

Triar, trata-se da separação dos contaminantes do RCD Classe A, como a madeira, papel, plástico, gesso etc.), essa separação pode ser feita de forma manual ou mecanizada;

Escalpar, trata-se da remoção das frações finas presentes no RCD, como o solo de escavação. Estes não devem ser considerados como agregados reciclados;

Britar, trata-se da redução do tamanho das partículas, podendo envolver inúmeros estágios de britagem, além disso, neste processo adequa-se o tamanho do agregado, o que pode influenciar na qualidade;

Concentrar/Limpar, trata-se da separação magnética para retirada do aço, pneumática para retirada do plástico, madeira e pequenos fragmentos, além da separação por cor ou densidade, gesso e cerâmica vermelha. Neste processo, visa-se melhorar a qualidade do agregado reciclado;

Peneirar/Classificar, neste processo, definem-se faixas de tamanhos de agregados reciclados, podendo remover os excessos de agregados finos (USP, Slides de aula. Disciplina PCC 3556).

Contudo, de acordo com um estudo comparativo realizado por Zangeski et al. (2017), entre a resistência à compressão do concreto com agregado convencional calcário e com



agregado reciclável, a resistência de compressão do corpo de prova de concreto com agregado reciclado foi menor que o com agregado convencional, pois como mostra a Tabela 5.1, a resistência foi de 14,24 MPa, em 28 dias, enquanto o com agregado convencional foi de 25,02 MPa.

Tabela 5.1 - Resultado da ruptura do concreto à compressão com concreto convencional e reciclado para os 3º, 7º, 14º e 28º dias

Corpo de prova	Resistencia à compressão							
	3º dia (MPa)		7º dia (MPa)		14º dia (MPa)		28º dia (MPa)	
	Conv.	Rec.	Conv.	Rec.	Conv.	Rec.	Conv.	Rec.
1º	16,55	7,23	20,05	7,61	22,79	9,36	24,52	15,27
2º	17,02	8,39	20,49	8,47	23,02	10,81	25,52	14,02
3º	17,03	8,47	21,8	9,51	25,06	12,45	25,02	13,43
Média	16,87	8,03	20,78	8,53	23,62	10,87	25,02	14,24

Fonte: ZANGESKI, 2017.

A baixa resistência pode se dar pela composição do RCD, que depende da procedência e dos materiais que o compõem, podendo haver impurezas ou contaminantes que podem provocar efeitos negativos, tanto nas propriedades mecânicas do concreto reciclado, quanto a sua durabilidade (LEITE, 2001 apud ZANGESKI et al., 2017, p. 67).

Segundo Hansen (1992 apud ZANGESKI et al., 2017, p. 67), os materiais como solos argilosos, resíduos de pavimentos betuminosos, plásticos, madeira, gesso, refratários vidros e metais, são considerados impurezas e podem prejudicar a construção quando incorporados aos agregados reciclados.

Sendo assim, pode-se dizer que pelos resultados obtidos no estudo de Leite e Molin (2002 apud ZANGESKI et al., 2017, p. 67), o material cerâmico possui certa atividade pozolânica, podendo ter contribuído com o incremento da resistência do concreto.

Entretanto, para Silva et al. (2015 apud ZANGESKI et al., 2017, p. 67), a presença de areia do RCD proveniente de particular cimentícias, no concreto, tornou a resistência



deste, semelhante à do concreto convencional a partir dos sete dias. Porém, a resistência do concreto confeccionado com RCD que possui resíduos cerâmicos e cimentícios, foi 30% inferior.

Por fim, Bazuco (1999 apud MAIA et al., 2021), a fim de avaliar o desempenho de diferentes traços de concreto utilizando agregado graúdo reciclado em substituição ao agregado graúdo convencional, convencionou em seus experimentos os seguintes teores de substituição: 0%, 25%, 50%, 75% e 100%. Foi possível observar que à medida que os agregados reciclados substituíam os agregados convencionais, a trabalhabilidade do concreto diminuiu, assim como a sua coesão, sendo assim, foi necessário aumentar a taxa de argamassa na mistura. Na figura 5.7 pode ser observada análise realizada por Bazuco (1999), da evolução da resistência à compressão conforme substituição do agregado convencional pelo agregado reciclado.

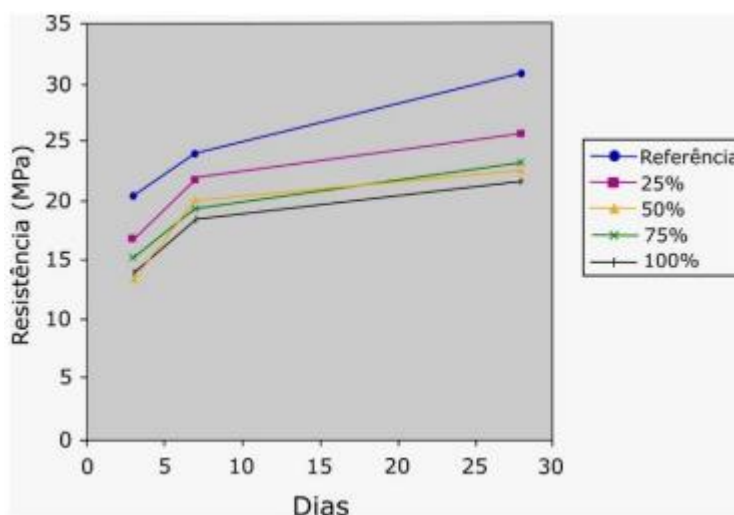


Figura 5.6 - Resistência à compressão do concreto para diferentes percentuais de substituição do agregado natural pelo reciclado

Fonte: Adaptado de BAZUCO, 1999.

Os resultados de seu estudo foram citados no artigo de Maia et al. (2021):

Os resultados do estudo apontam que quanto maior a incorporação de agregados reciclados na mistura, maior a perda de abatimento, da ordem de 15% a 30% após uma hora de mistura, e em relação aos concretos referências as perdas foram em média 15% a 25% maiores. Além das características do agregado reciclado, o autor ressalta que dentre outros fatores que também



contribuem para perda de abatimento, uma possível explicação para os resultados é a diferença nos valores de umidade do ar. Os menores resultados de abatimento foram obtidos nos ensaios realizados quando os níveis de umidade do ar estavam mais baixos, o que pode ter causado maior perda de umidade para o ambiente.

Em contrapartida, Tenório et al. (2012 apud ZANGESKI et al., 2017, p. 68), demonstraram em seus estudos que os concretos com agregados reciclados obedecem a Lei de Abrams, sendo assim, conforme aumenta-se a relação água/cimento, a força de compressão diminui. Além disso, foi constatado neste estudo, que o concreto reciclado é mais poroso e permeado, com isso, tendem a ser menos duráveis que os convencionais.

“Em termos de propriedades mecânicas, os concretos reciclados apresentaram resistências à compressão inferiores às dos concretos convencionais em vários casos, sendo uma exceção os concretos com relação a/c igual a 0,67”, confirma Costa e Silva et al. (2014, p. 14).

De acordo com Tenório (2007 apud COSTA E SILVA et al., 2014, p. 14), durante seu estudo, os resultados encontrados afirmam que é possível usar o concreto com agregado reciclado em aplicações estruturais, desde que suas particularidades, tais como, sua maior deformabilidade, sua menor resistência e maior permeabilidade, sejam levadas em consideração. Por outro lado, tais fatores em alguns casos, podem restringir o uso deste concreto para fins não estruturais.

Por fim, Levy (2010 apud ZANGESKI et al., 2017, p. 68) afirmou que o acréscimo de resíduos de concreto e alvenaria até um teor de 20% não interfere no comportamento do concreto em relação à resistência e à durabilidade.



6 CONCLUSÃO

A construção civil faz uso de uma quantidade imensurável de matéria prima virgem que poderia ser substituída por materiais reciclados, contribuindo assim com o não esgotamento dos recursos naturais e reduzindo os impactos gerados pelos Resíduos da Construção Civil na natureza, além da redução do custo de construção. Como por exemplo, a substituição dos agregados naturais pelos agregados reciclados na concretagem para fins não estruturais.

Este trabalho teve como objetivo apresentar algumas das medidas que as empresas do setor de construção civil poderiam facilmente implementar para reduzir seus custos e, principalmente, diminuir as agressões ao meio ambiente.

Milhares de toneladas de RCC são descartados, desprezados e despejados anualmente nos oceanos, rios e lixões a céu aberto inadequadamente. O desmatamento cego e crescente das florestas por tanto tempo, indicam que não há mais alternativa senão aderir ao movimento sustentável.

Em relação aos resíduos da construção civil, a Resolução CONAMA 307 dá as diretrizes para um gerenciamento eficiente, demonstrando as etapas de acondicionamento, transporte, tratamento e destino adequado para eles, a fim de que o meio ambiente e a saúde pública não sofram consequências em relação ao descarte incorreto destes resíduos.

A conscientização ambiental, principalmente nos canteiros de obra, aliada ao uso adequado das normas, é de suma importância para se obter um ambiente de trabalho limpo, organizado e principalmente sustentável, já que com uma gestão apropriada, evita-se o desperdício de inúmeros materiais que podem ser reciclados e reaproveitados, diminuindo a quantidade de resíduos que chegam aos aterros sanitários.



Por outro lado, o desperdício gerado pela má gestão dos projetos, especialmente na falta de eficiência na compatibilização, impacta negativamente na gestão e eficiência da construção, para isso veio o ambiente integrado BIM que tem como modelo de contrato o IPD. Este modelo de contrato é uma revolução na área de projetos, integra pessoas, sistemas, objetivos e informações, otimizando os processos, evitando o desperdício e diminuindo a geração de resíduos.

Os selos de sustentabilidade são importantes pois comprovam que o empreendimento foi desenvolvido com metodologias e processos sustentáveis. Há vários tipos de selos verdes e cada um possui um objetivo e um tipo de validação.

Por fim, atitudes como substituir tapumes tradicionais por tapumes ecológicos feitos a partir da reciclagem de outros materiais, substituir copos descartáveis por copos biodegradáveis ou copos reutilizáveis de silicone, substituir as madeiras das formas de concreto por madeiras plásticas proveniente da reciclagem. Além do emprego de estratégias passivas para diminuir o consumo de água e energia elétrica, como o reaproveitamento da água da chuva e das águas cinzas, o uso da energia solar, o emprego de técnicas para aumentar o conforto térmico, como técnicas de análise de sombreamento do edifício, fachadas ventiladas, ventilação cruzada e a exaustão por flutuação térmica, entre outras inúmeras iniciativas, contribuem para a sustentabilidade e para a preservação do meio ambiente.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A ONU e o meio ambiente. **Nações Unidas Brasil**, 2020. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/91223-onu-e-o-meio-ambiente>. Acesso em: 01 dez. 2021.

ABAURRE, Mariana Wyse. **Modelos de contrato colaborativo e projeto integrado para modelagem da informação da construção**. 2014. 186 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil, São Paulo, 2014. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-14122014-112835/publico/Dissertacao_Mariana_Wyse.pdf. Acesso em: 30 nov. 2021.

ABAURRE, Mariana Wyse. **Modelos de contrato colaborativo e projeto integrado para modelagem da informação da construção**. 2014. 186 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil, São Paulo, 2014. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-14122014-112835/publico/Dissertacao_Mariana_Wyse.pdf. Acesso em: 30 nov. 2021.

AGUSTONI, Douglas Cristiano. Geração de resíduos e desperdícios na construção civil. **Revista Semana Acadêmica**. Disponível em: https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/artigo_geracao_de_residuos_e_desperdicios_na_construcao_civil.pdf. Acesso em: 15 out. 2021.

ALAGOAS. CAU/AL. A Importância de usar os agregados reciclados em obras. **Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil**, 2020. Disponível em: <https://www.cau.al.gov.br/?p=15679>. Acesso em: 16 nov. 2021.

ALAGOAS. CAU/AL. Abrecon lança Manual de Aplicação do Agregado Reciclado – MARE; CAU/TO incentiva o uso em obras do Estado. **Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil**, 2020. Disponível em: <https://www.cauto.gov.br/?p=11622>. Acesso em: 16 nov. 2021.

AQUA-HQE. **Fundação Vanzolini**. Disponível em: <https://vanzolini.org.br/produto/aqua-hqe/>. Acesso em: 29 set. 2021.

ARRUDA, A. B. B. et al. Reutilização e aproveitamento da água. 52º Congresso Brasileiro de Química. **Associação Brasileira de Química**, 2012. Disponível em: <http://www.abq.org.br/cbq/2012/trabalhos/14/437-13886.html>. Acesso em: 23 nov. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10004**: Resíduos sólidos – Classificação. ABNT, 2004. Disponível em: <https://analiticaqmresiduos.paginas.ufsc.br/files/2014/07/Nbr-10004-2004-Classificacao-De-Residuos-Solidos.pdf>. Acesso em: 21 nov. 2021.



ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13230**: Embalagens e acondicionamento plásticos recicláveis. PE-166.02. no. 1/10. jun. 2017. ABNT, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13969**: Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação. ABNT, 1997. Disponível em: https://www.acquasana.com.br/legislacao/nbr_13969.pdf. Acesso em: 20 nov. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15527**: Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – requisitos. ABNT, 2007. Disponível em: <http://licenciadorambiental.com.br/wp-content/uploads/2015/01/NBR-15.527-Aproveitamento-%C3%A1gua-da-chuva.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2021.

BAPTISTA Jr., J. V. **Uma proposta para logística de reciclagem do resíduo da construção civil na cidade do Rio de Janeiro**. 2011. Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia Urbana e Ambiental) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

BAPTISTA Jr., J. V.; ROMANEL, Celso. Sustentabilidade na indústria da construção: uma logística para reciclagem dos resíduos de pequenas obras. Rio de Janeiro. **SciELO**, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/urbe/a/cFjz9PTv7B8ppczGpNyTqPf/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 30 nov. 2021.

BAPTISTA JR., Joel Vieira. **Produzir informação ou conhecimento**. [Texto extraído de lista de discussão joelvieira@puc-rio.br em 26 de novembro de 2021 ou Comunicação pessoal, em 26 de novembro de 2021, recebida por correio eletrônico]. Disponível em: http://www.biblioteca.fsp.usp.br/~biblioteca/guia/i_cap_03.htm. Acesso em: 26 nov. 2021.

BARBOSA, Helcio Barros et al. Diagnóstico da geração de resíduos de construção civil: um estudo de caso de canteiros na cidade de Pau dos Ferros/RN, 2016. **REMOA**, v. 15, no. 1, jan./abr., 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/remoa/article/view/19996>. Acesso em: 20 out. 2021.

BARBOSA, Helcio Barros et al. Diagnóstico da geração de resíduos de construção civil: um estudo de caso de canteiros na cidade de Pau dos Ferros/RN. Revista Monografias Ambientais-REMOA, v. 15, n. 1, jan./abr. 2016, p. 416-427. **UFSM**. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/remoa/article/view/19996/pdf>. Acesso em: 28 nov. 2021.

BAZUCO, R. S. **Utilização de agregados reciclados de concreto para produção de novos concreto**. 1999. 100 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.



BENJAMIN, Heather. Primeiro edifício LEED Zero Água usa diversas estratégias para chegar no Zero. **GBC Brasil**, 2019. Disponível em: <https://www.gbcbrazil.org.br/primeiro-edificio-leed-zero-agua-usa-diversas-estrategias-para-chegar-no-zero/>. Acesso em: 1 dez. 2021.

BEZERRA, Francisco Diniz. Energia Solar. Caderno Setorial ETENE, a. 6, no. 174, jul. 2021. **Banco do Nordeste**. Disponível em: https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/834/1/2021_CDS_174.pdf. Acesso em: 22 nov. 2021.

BIM 4D – Planejamento e cronograma. **Portobello Engenharia**. Disponível em: https://www.portobelloengenharia.com.br/bim-4d_planejamento/. Acesso em: 19 nov. 2021.

BRASIL. Câmara dos Deputados. Comissão de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. Projeto de Lei no. 4.423, de 2016. **Câmara dos Deputados**. Disponível em: https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=1823459#:~:text=O%20tempo%20de%20decomposi%C3%A7%C3%A3o%20de,2. Acesso em: 17 nov. 2021.

BRASIL. Câmara dos Deputados. Projeto proíbe o uso de plástico descartável a partir de 2022. **Agência Câmara de Notícias**, 2020. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/noticias/686665-projeto-proibe-o-uso-de-plastico-descartavel-a-partir-de-2022/>. Acesso em: 16 nov. 2021.

BRASIL. CAU/BR. Guia para Arquitetos na aplicação da Norma de Desempenho. ABNT NBR 15.575. **Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil**. Disponível em: https://www.caubr.gov.br/wp-content/uploads/2015/09/2_guia_normas_final.pdf. Acesso em: 28 nov. 2021.

BRASIL. Diário Oficial da União. Seção 1, no. 106, quinta-feira, 5 de junho de 2014, p. 102. **Pesquisa Avançada**. Disponível em: https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=05%2F06%2F2014&jornal=1&pagina=102&totalArquivos=164&utm_medium=website&utm_source=archdaily.com.br. Acesso em: 20 nov. 2021.

BRASIL. Imprensa Nacional. Decreto no. 10.306, de 2 de abril de 2020. **Governo Federal**, 2020. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/decreto-n-10.306-de-2-de-abril-de-2020-251068946>. Acesso em: 19 nov. 2021.

BRASIL. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Diagnóstico dos Resíduos Sólidos da Construção Civil. Relatório de Pesquisa. **IPEA**, 2012. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/120911_relatorio_construcao_civil.pdf. Acesso em: 20 nov. 2021.



BRASIL. Lei Federal 9433:97 de 8/01/1997. **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm. Acesso em: 24 nov. 2021.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 24 nov. 2021.

BRASIL. Lei no. 13.501, de 30 de outubro de 2017. **Altera o art. 2º da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, para incluir o aproveitamento de águas pluviais como um de seus objetivos.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2017/Lei/L13501.htm#art1. Acesso em: 26 nov. 2021.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Previdência. Norma Regulamentadora No. 18 (NR-18). **Governo Federal**, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/norma-regulamentadora-no-18-nr-18>. Acesso em: 14 nov. 2021.

COMPREENDA o LEED. **GBC Brasil**, 2021. Disponível em: <https://www.gbcbrazil.org.br/wp-content/uploads/2017/09/Compreenda-o-LEED-1.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2021.

CONHEÇA os tipos de plásticos existentes. **eCycle**. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/tipos-de-plasticos/>. Acesso em: 16 nov. 2021.

DANTAS, Petterson Michel et al. Compreensão dos elementos de relevância da certificação LEED na sua tipologia novas construções. encontro nacional de engenharia de produção. São Carlos, SP, Brasil, 12 a 15 de outubro de 2010. **ABEPRO**. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010_TN_STP_121_787_17453.pdf. Acesso em: 26 nov. 2021.

DIAGNÓSTICO dos Resíduos Sólidos da Construção Civil. Relatório de Pesquisa. **IPEA**, 2012. Disponível em: http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/7669/1/RP_Diagn%C3%B3stico_2012.pdf. Acesso em: 20 nov. 2021.

DONATO, Laryssa de Almeida et al. Reciclagem: o caminho para o desenvolvimento sustentável. E-publicações, v. 15, n. 2. 2015. **UERJ**. Disponível em:



<https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/polemica/article/view/17838/13286>.
Acesso em: 17 nov. 2021.

EASTMAN, Chuck et al. **Manual de BIM**. Um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores. 1. ed. Bockman, 2013.

EM 2050, oceanos podem ter mesma quantidade de peixes e plástico. **Nações Unidas**, 2017. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2017/02/1577611-em-2050-oceanos-podem-ter-mesma-quantidade-de-peixes-e-plastico>. Acesso em: 13 nov. 2021.

GOMES NETO, Leonardo et al. Estudo do sistema fotovoltaico on-grid e off-grid on-grid and off-grid photovoltaic system study. **Revista Semana Acadêmica**, “s.d.”. Disponível em:
https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/leonardo_gomes_neto_-_estudo_do_sistema_fotovoltaico_on-grid_e_off-grid_0.pdf. Acesso em: 21 nov. 2021.

JÁ parou para pensar em quantos COPOS DESCARTÁVEIS utilizamos por DIA? Por MÊS? E por ANO?. **Green Cups**. Disponível em:
<https://www.greencups.com.br/pagina/calculo-de-consumo.html>. Acesso em: 17 nov. 2021.

LAMBERTS. R.; DUTRA. L.; PEREIRA. F. **Eficiência Energética na Arquitetura**. São Paulo: PW Editores, 2014.

LEI nº 7463 de 18 de outubro de 2016. do Rio de Janeiro. **JusBrasil**, 2016. Disponível em: <https://gov-rj.jusbrasil.com.br/legislacao/397152384/lei-7463-16-rio-de-janeiro-rj>. Acesso em: 21 nov. 2021.

LIMA, Carina. Triple Bottom Line: Sustentabilidade e eficiência energética. **Viridis Energy**, 2017. Disponível em:
<https://viridis.energy/pt/blog/triple-bottom-line-sustentabilidade-e-eficiencia-energetica>. Acesso em: 23 nov. 2021.

LIMA, Marcos Vinícius de et al. Estratégias passivas visando maior eficiência energética no projeto de edifício de escritórios. **XII Mostra de Iniciação Científica e Extensão Comunitária e XI Mostra de Pesquisa de Pós-Graduação IMED**, 2018. Disponível em: <https://soac.imed.edu.br/index.php/mic/xiimic/paper/viewFile/1138/335>. Acesso em: 24 nov. 2021

LOMBARDI FILHO, Pedro. **Modelo de destinação de resíduos da construção civil baseado na análise da infraestrutura e legislação do município de São Paulo**. 2017. 133 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, 2017. Disponível em:



<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6139/tde-19072017-105506/publico/PedroLombardiFilhoREVISADA.pdf>. Acesso em: 18 out. 2021.

MAIA, Poliana Souza et al. Resistência à compressão de concretos com agregados reciclados provenientes de construção e demolição: revisão de literatura. **Revista Engenharia de Interesse Social**, 2020. Disponível em: <https://revista.uemg.br/index.php/reis/article/view/5292/3549>. Acesso em: 18 nov. 2021.

MARQUES NETO, José da Costa. **Estudo da gestão municipal dos resíduos de construção e demolição na bacia hidrográfica do Turvo Grande (UGRHI-15)**. 2009. 629 p. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18139/tde-22042010-135307/publico/teseJosedaCostaMarquesNeto.pdf>. Acesso em: 30 out. 2021.

NBR 15527:2019. Aproveitamento de Água de Chuva de Coberturas para Fins Não Potáveis. **Asis Engenharia**, 18 out. 2019. Disponível em: <https://asisengenharia.com.br/index.php/2019/10/18/nbr-155272019-aproveitamento-de-agua-de-chuva-de-coberturas-para-fins-nao-potaveis/>. Acesso em: 20 nov. 2021.

NORMAS técnicas para construções sustentáveis. **SEBRAE**. Disponível em: <https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/bis/normas-tecnicas-para-construcoes-sustentaveis,bf5de761e395b410VgnVCM1000003b74010aRCRD>. Acesso em: 8 nov. 2021.

OLIVEIRA, Sandra Tatiane Martins et al. **Anais do VI SINGEP**, São Paulo, 13 e 14 nov. 2017. Disponível em: <http://www.singep.org.br/6singep/resultado/156.pdf>. Acesso em: 21 nov. 2021.

ONDE atuamos. **Plastivida**. Disponível em: <http://www.plastivida.org.br/index.php/plastivida/onde-atuamos?lang=pt>. Acesso em: 13 out. 2021.

PANORAMA dos Resíduos Sólidos no Brasil 2017. **ABRELPE**, 2017. Disponível em: https://abrelpe.org.br/pdfs/panorama/panorama_abrelpe_2017.pdf. Acesso em: 25 nov. 2021.

PARENTE JR., Nelson. Fôrmas plásticas recicláveis para concreto armado. **COPEC**, 2002. Disponível em: <http://copec.eu/congresses/cbpa2002/proc/2001/T01M16.pdf>. Acesso em: 14 nov. 2021.

PASCHOALIN FILHO, João Alexandre; DUARTE, Eric Brum de Lima; FARIA, Ana Cristina de. Geração e manejo dos resíduos de construção civil nas obras de edifício comercial na cidade de São Paulo. **Espacios**, v. 37, no. 06, a. 2016. Disponível em: <https://www.revistaespacios.com/a16v37n06/16370630.html>. Acesso em: 25 out. 2021.



PIMENTEL, Gabriel Meliga; FAÍSCA, Renata; MOTTA, Ana Seroa da. Comparação entre a certificação LEED-NC e o Selo Azul da Caixa. **Inovarse**. Disponível em: https://www.inovarse.org/artigos-por-edicoes/XI-CNEG-2015/T_15_448.pdf. Acesso em: 1 dez. 2021.

PLANO Estadual de Resíduos Sólidos do Rio de Janeiro. Relatório Síntese. **Observatório da Política Nacional de Resíduos Sólidos**, 2013. Disponível em: <https://observatoriopnrs.files.wordpress.com/2014/11/rio-de-janeiro-plano-estadual-de-resc3adduos-sc3b3lidos.pdf>. Acesso em: 13 nov. 2021.

PLANO Estadual de Resíduos Sólidos tem como meta erradicar lixões até 2018. **Quero discutir o meu estado**, 2017. Disponível em: <https://www.querodiscutiromeuestado.rj.gov.br/noticias/4851-plano-nacional-de-residuos-solidos-tem-com-meta-erradicar-lixoes-ate-2018>. Acesso em: 13 nov. 2021.

PORTFÓLIO/Tapumes. **Grupo New Com**. Disponível em: <http://www.newcom1.com.br/tapume/>. Acesso em: 28 nov. 2021.

RAPOPORT, Beatriz. “Águas cinzas: caracterização, avaliação financeira e tratamento para reuso domiciliar e condominial”. **Fiocruz**, 2004. Disponível em: <https://teses.icict.fiocruz.br/pdf/rapoportbm.pdf>. Acesso em: 21 nov. 2021.

RESÍDUOS da construção civil – RCC. **Instituto Itajaí Sustentável**. Disponível em: <https://inis.itajai.sc.gov.br/c/rcc#.YaBKq9DMLIU>. Acesso em: 25 nov. 2021.

RIO DE JANEIRO. Decreto nº 45.957 de 22 de março de 2017. Plano Estadual de Resíduos Sólidos. **JusBrasil**. Disponível em: <https://www.jusbrasil.com.br/diarios/141102152/doerj-poder-executivo-24-03-2017>. Acesso em: 29 out. 2021.

RIO DE JANEIRO. IPTU verde 2014. **CRECI-RJ**. Disponível em: <https://creci-rj.gov.br/iptu-verde/>. Acesso em: 21 nov. 2021.

RIO DE JANEIRO. Sustentabilidade no mercado imobiliário. **CRECI-RJ**, 2015. Disponível em: <https://creci-rj.gov.br/sustentabilidade-no-mercado-imobiliario/>. Acesso em: 20 set. 2021.

RIVERS of plastic: Photographs reveal UK river wildlife habitats invaded by plastic pollution. **GREENPEACE UK**, 2019. Disponível em: <https://www.greenpeace.org.uk/news/rivers-plastic-photographs-reveal-uk-river-wildlife-habitats-invaded-plastic-pollution/>. Acesso em: 25 nov. 2021.

RODRIGUES, Rubens de Aguiar. **Análise da percepção sobre sustentabilidade por parte de stakeholders internos de uma instituição financeira**: um estudo sobre um banco de desenvolvimento. 2013. 102 f. Monografia (Graduação em Administração) -



Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade, Curso de Administração, Fortaleza, 2013. Disponível em: http://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/29590/1/2013_tcc_rarodrigues.pdf. Acesso em: 25 nov. 2021.

SALLES, Ana Claudia Nioac de. **Emissões de gases do efeito estufa dos dormentes de ferrovia de madeira natural e de madeira plástica no Brasil e na Alemanha com base nos seus ciclos de vida**. 2009. 201 p. Tese (Doutorado em Planejamento Energético) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: http://www.ppe.ufrj.br/images/publica%C3%A7%C3%B5es/doutorado/Ana_Claudia_Nioac_de_Salles.pdf. Acesso em: 28 nov. 2021.

SANTANA, Valquiria Melo de. Utilização de concreto reciclado na aplicação de elementos estruturais. **XV Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e XI Encontro Latino Americano de Pós-Graduação – Universidade do Vale do Paraíba**. Disponível em: http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2011/anais/arquivos/0246_0254_01.pdf. Acesso em: 17 nov. 2021.

SANTOS, Amanda Souza. Resíduos da construção civil: conceitos, histórico e gerenciamento. *Rev. Eletrôn. Organizações e Sociedade*, v. 8, n. 10, 2019. **Portal de Periódicos Fama**. Disponível em: <https://revista.facfama.edu.br/index.php/ROS/article/view/466/398>. Acesso em: 29 nov. 2021.

SÃO PAULO. Resolução CONAMA no. 307, de 5 de julho de 2002. **Companhia Ambiental do Estado de São Paulo**. Disponível em: https://cetesb.sp.gov.br/licenciamento/documentos/2002_Res_CONAMA_307.pdf. Acesso em: 26 nov. 2021.

SELO Procel Edificações. **Procel Info**. Disponível em: <http://www.procelinfo.com.br/main.asp?View={8E03DCDE-FAE6-470C-90CB-922E4DD0542C}>. Acesso em: 12 nov. 2021.

SILVA, Carolina do Prado. **A plataforma BIM aplicada no planejamento de obras**. 2017. 57 p. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, Brasília, 2017. Disponível em: https://bdm.unb.br/bitstream/10483/20466/1/2017_CarolinaDoPradoSilva_tcc.pdf. Acesso em: 30 nov. 2021.

SILVA, Leonardo Costa e et al. **Influência dos agregados reciclados de resíduos de construção nas propriedades mecânicas do concreto**. 2014. 42 p. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Goiás, Escola de Engenharia Civil, Curso de Graduação em Engenharia Civil, Goiânia, 2014. Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/140/o/INFLU%C3%8ANCIA_DOS_AGREGADOS_RECICLADOS_DE_RES%C3%8DDUOS_DE_CONSTRU%C3%87%C3%83O_



NAS_PROPRIEDADES_MEC%C3%82NICAS_DO_CONCRETO.pdf. Acesso em: 25 nov. 2021.

SILVA, R. B. et al. Concretos secos produzidos com agregados reciclados de RCD separados por densidade. **Ambiente Construído**, v. 15, no. 4, p. 335-349, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212015000400054>. Acesso em: 29 nov. 2021.

SISTEMA Fotovoltaico Híbrido: Entenda o Que é e Suas Aplicações. **OCA SOLAR ENERGIA**, 28 abr. 2021. Disponível em: <https://www.ocaenergia.com/blog/energia-solar/sistema-fotovoltaico-hibrido-entenda-o-que-e/>. Acesso em: 25 nov. 2021.

SODRÉ, Virgínia Dias de Azevedo; FUKASAWA, Bruno Nogueira; OLIVEIRA, Marina Roque. Guia orientativo das normas de conservação de água, fontes alternativas não potáveis e aproveitamento de água de chuva em edificações. **CBIC**, 2019. Disponível em: https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2019/11/Guia_Orientativo_Normas_de_Conservacao_de_Agua.pdf. Acesso em: 20 nov. 2021.

SOMOS a ABRECON. **ABRECON**, 2013. Disponível em: <https://abrecon.org.br/quem-somos/>. Acesso em: 16 nov. 2021.

SUSTENTABILIDADE na Construção. **Conselho Brasileiro de Construção Sustentável**, 2007. Disponível em: <http://www.cbcs.org.br/website/noticia/show.asp?npgCode=DBC0153A-072A-4A43-BB0C-2BA2E88BEBAB>. Acesso em: 8 out. 2021.

SZIGETHY, Leonardo; ANTENOR, Samuel. Resíduos sólidos urbanos no Brasil: desafios tecnológicos, políticos e econômicos. **IPEA**, 2020. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/cts/pt/central-de-conteudo/artigos/artigos/217-residuos-solidos-urbanos-no-brasil-desafios-tecnologicos-politicos-e-economicos>. Acesso em: 17 nov. 2021.

TOBERGE, Ana Carolina; JUNQUEIRA, Larro Ribeiro. **Diretrizes para avaliação da qualidade ambiental de edifícios (QAE)**. 2011. 102 p. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Goiás, Escola de Engenharia Civil, Curso de Graduação em Engenharia Civil, Goiânia, 2011. Disponível em: [https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/140/o/DIRETRIZES_PARA_AVALIA%C3%87%C3%83O_DA_QUALIDADE_AMBIENTAL_DE_EDIF%C3%8DCIOS_\(QAE\).pdf](https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/140/o/DIRETRIZES_PARA_AVALIA%C3%87%C3%83O_DA_QUALIDADE_AMBIENTAL_DE_EDIF%C3%8DCIOS_(QAE).pdf). Acesso em: 26 nov. 2021.

TORRES, Levi. Qual é a importância em usar o agregado reciclado nas obras?. **ABRECON**, 2021. Disponível em: <https://abrecon.org.br/qual-e-a-importancia-em-usar-o-agregado-reciclado-nas-obras/>. Acesso em: 16 nov. 2021.



UTILIZAÇÃO de concreto reciclado na aplicação de elementos estruturais. USP. Slides da aula da disciplina PCC 3556 - Processos e tecnologias de reciclagem fundamentos. Politécnica Engenharia de Construção Civil. **USP**. Disponível em:

https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4993358/mod_resource/content/0/processos%20e%20tecnologias%20de%20reciclagem%202019.pdf. Acesso em: 29 nov. 2021.

VANTAGENS e desvantagens energia solar. **Get Power Solar**. Disponível em: <https://getpowersolar.com.br/blog/vantagens-e-desvantagens-energia-solar/>. Acesso em: 22 nov. 2021.

VERONEZI, Ana Beatriz Poli et al. Sistema de classificação de edifícios de escritórios no Brasil. **V Seminário Internacional da LARES**, 2005. Disponível em:

http://www.mrcl.com.br/trabalhos/Betriz_Veronezi.pdf. Acesso em: 10 nov. 2021.

ZANGESKI, Dahiane dos Santos Oliveira et al. Estudo Comparativo Entre a Resistência à Compressão do Concreto com Agregado Convencional Calcário e com Agregados Recicláveis. *Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde*, v. 21, no. 2, 2017, p. 64-69. Kroton Educacional S. A. Campo Grande, Brasil. **Sistema de Informação Científica Redalyc**. Disponível em:

<https://www.redalyc.org/pdf/260/26053412002.pdf>. Acesso em: 26 nov. 2021.