



**Vagner Viana Silva**

**Formulação de indicador e métrica para avaliação do grau de comprometimento de grandes consumidores de energia elétrica com as diretrizes internacionalmente consensadas de sustentabilidade e mudanças climáticas**

**Dissertação de Mestrado**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Metrologia (Área de concentração: Metrologia para Qualidade e Inovação) da PUC-Rio.

Orientador: Prof. Fabricio Casarejos Lopes Luiz  
Co-orientador: Prof. Maurício Nogueira Frota

Rio de Janeiro  
Dezembro de 2013



**Vagner Viana Silva**

**Formulação de indicador e métrica para avaliação do grau de comprometimento de grandes consumidores de energia elétrica com as diretrizes internacionalmente consensadas de sustentabilidade e mudanças climáticas**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Metrologia (Área de concentração: Metrologia para Qualidade e Inovação) da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

**Prof. Dr. Fabricio Casarejos Lopes Luiz**

Orientador  
Programa de Pós-Graduação em Metrologia (PUC-Rio)

**Prof. Dr. Maurício Nogueira Frota**

Co-orientador  
Programa de Pós-Graduação em Metrologia (PUC-Rio)

**Prof. Dr. Luiz Felipe Guanaes Rego**

Núcleo Interdisciplinar de Meio Ambiente (NIMA /PUC-Rio)

**Prof. Dr. Filipe Duarte Santos**

Universidade de Lisboa (UL-PT).

**Prof. Dr. Gil Pessanha Penha-Lopes**

Universidade de Lisboa (UL-PT).

**Prof. Dr. José Eugenio Leal**

Coordenador Setorial de Pós-Graduação do  
Centro Técnico Científico – CTC/PUC-Rio

Rio de Janeiro, 12 de dezembro de 2013

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

### **Vagner Viana Silva**

Licenciado em Ciências Agrícolas pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (2010). Bolsista do CNPQ no Programa de Pós-graduação em Metrologia. Área de Concentração: Metrologia para Qualidade e Inovação (PósMQI/PUC-Rio).

#### Ficha Catalográfica

Silva, Vagner Viana.

Formulação de indicador e métrica para avaliação do grau de comprometimento de grandes consumidores de energia elétrica com as diretrizes internacionalmente consensadas de sustentabilidade e mudanças climáticas / Vagner Viana Silva; orientadores: Casarejos, Fabricio Lopes Luiz. Frota, Maurício Nogueira. 2013.

73 f.: il. (color.); 30 cm

Dissertação (mestrado)—Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Centro Técnico Científico, 2013.

Inclui referências bibliográficas.

1. Metrologia – Teses. 2. Sustentabilidade. 3. Mudanças Climáticas. 4. Estratégia Corporativa de Carbono. 5. Gases de efeito estufa. 6. Desenvolvimento Sustentável. 7. Eficiência Energética. I. Luiz, Fabrício Casarejos Lopes. II. Frota, Maurício Nogueira III. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Programa de Pós-Graduação em Metrologia para a Qualidade e Inovação. IV. Título.

CDD: 389.1

Dedico esta dissertação ao meu pai Geraldo Gomes e minha mãe Zilma de Almeida, por todo incentivo e apoio em todas as minhas escolhas e decisões. O carinho e a compreensão de vocês foram fundamentais para chegar aonde cheguei e conquistar mais uma vitória. Amo vocês!

## Agradecimentos

Preliminarmente, agradeço a Deus pelo dom da vida.

Ao CNPQ, pela bolsa de estudo e à PUC-Rio, pelo acesso ao Programa de Pós-Graduação em Metrologia que permitiu a conclusão do Mestrado.

Ao meu orientador, Professor Doutor Fabricio Casarejos, pela oportunidade de ser seu orientando, pela confiança depositada em todos os momentos da pesquisa, e pela preciosa orientação que contemplou na realização deste trabalho.

Ao meu co-orientador, Professor Doutor Maurício Frota, meu muito obrigado pela paciência e dedicação.

Aos meus pais, por acreditar nesse meu sonho e por me ensinar que com fé e oração podemos realizar nossos sonhos. Obrigado por ter me conduzido nos caminhos do Senhor Deus.

À “Concessionária de Energia Elétrica do Estado do Rio de Janeiro” (Light Serviços de Eletricidade S/A), pelo seu comprometimento com a agenda da

sustentabilidade, assim disponibilizando acesso aos dados cadastrais de seus grandes clientes.

Ao Programa Regulado de Pesquisa e Desenvolvimento Light/Aneel-Brasil, pela oportunidade de colaborar com o Projeto P&D Light/Aneel 80/2011.

Ao Programa Ciência sem Fronteiras do governo brasileiro, pela parceria construída a Fundação da Ciência e Tecnologia da Universidade de Lisboa (SFRH/BPD/65977/2009), o que contribuiu para o desenvolvimento da pesquisa.

Ao Sétimo Programa Quadro da União Europeia pelo financiamento do Projeto “Bottom-up Climate Adaptation Strategies towards a Sustainable Europe (BASE)”, Grant Agreement 308337), provendo a metodologia utilizada.

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Metrologia (PósMQI).

Ao meu amigo do mestrado José Daniel, pelo auxílio no tratamento estatístico.

A minha irmã, pela admiração e carinho, e pelo amor incondicional em todos os momentos de nossas vidas.

A minha querida tia Vera Lúcia, por sempre acreditar nesse sonho e por me incentivar a continuar.

Aos membros da banca, pela disponibilidade e sugestões construtivas que certamente enriquecem o trabalho.

À equipe técnica e administrativa do Programa de Pos-Graduação PósMQI, Márcia Ribeiro e Paula Guimarães pelo apoio técnico e administrativo.

Aos meus amigos do mestrado, especialmente a Cícera, Livia, Lisbeth, Khrissy, Danilo, Paulo, Gisele, Vanessa, Walquiria, Thiago, pelo companheirismo; nossos momentos de estudo e de descontração estarão sempre presentes na memória.

Aos meus leais amigos, Viviane, Guilherme, George, Christiane, Rosilane, Juliano, Wellington, Washington, Juliana e Giuliana, que nunca estiveram ausentes. Agradeço pela amizade e o carinho que sempre me disponibilizaram.

Aos meus tios Nilton e Ana Lúcia, pelo carinho e acolhimento em sua casa por um período do mestrado.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

## Resumo

Silva, Vagner Viana; Luiz, Fabricio Casarejos Lopes; Frota, Mauricio Nogueira. **Formulação de indicador e métrica para avaliação do grau de comprometimento de grandes consumidores de energia elétrica com as diretrizes internacionalmente consensadas de sustentabilidade e mudanças climáticas.** Rio de Janeiro, 2013. 73p. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Metrologia (Área de concentração: Metrologia para Qualidade e inovação), Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

A dissertação tem por objetivo avaliar o grau de comprometimento de grandes consumidores de energia elétrica com preceitos da sustentabilidade e do preocupante fenômeno das mudanças climáticas. No contexto do comprometimento da política brasileira com o desenvolvimento sustentável, o trabalho revê os principais acordos e recomendações internacionais que visam a mitigação e adaptação às mudanças climáticas e sustentabilidade como subsídios metodológicos à construção de um questionário estruturado. O questionário foi aplicado junto aos grandes clientes da concessionária de energia elétrica do Rio de Janeiro, que atende 4,1 milhões de consumidores na média e alta tensão (68% da população e 66% do PIB do segundo estado economicamente mais desenvolvido do país). A pesquisa de campo realizada permitiu identificar, na visão das organizações participantes, as ações de sustentabilidade e as medidas empresariais de adaptação e mitigação do fenômeno estudado. À luz das melhores práticas e diretrizes internacionais, foi proposto um indicador e uma métrica para avaliar o grau de comprometimento à essas práticas e tendências. Os resultados da pesquisa, estratificados por classes de consumidores, permitem avaliar, com base nos consumos de energia, o preocupante nível de emissões de gases efeito estufa (tCO<sub>2</sub>eq) que resultam da geração da energia elétrica consumida pelos clientes da concessionária. Não obstante mais de 90% das organizações terem considerado a sustentabilidade como oportunidade de negócios e diferencial competitivo para viabilizar nichos de mercado, os resultados da pesquisa indicam que, na média, é preocupante o baixo grau de comprometimento dos grandes usuários de energia elétrica com as medidas desejáveis de restrição às emissões.

### Palavras-chave

Metrologia; Sustentabilidade; Mudanças Climáticas; Estratégia Corporativa de Carbono; Gases de efeito estufa; Desenvolvimento sustentável; Eficiência Energética.

## Abstract

Silva, Vagner Viana; Luiz, Fabricio Casarejos Lopes (Advisor); Frota, Mauricio Nogueira (Co-advisor). **Indicator and metric for assessing the degree of commitment of large consumers of electricity according to internationally agreed recommendations towards sustainability and mitigations and adaptation of climate change.** Rio de Janeiro, 2013. 73p. MSc. Dissertation. Programa de Pós-Graduação em Metrologia (Área de concentração: Metrologia para Qualidade e inovação), Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

In the context of global concerns related to climate change due to the alarming and unprecedented growth of greenhouse gas (GHG) emissions, the present study evaluates the commitment to emissions restrictions among large users of electricity produced by a utility company that serves 4.1 million consumers (68% of the population and 66% of the gross internal product for the second most economically developed Brazilian state), based on the proposed metrics and indicator. The present work reviews the primary international agreements and recommendations that aim to mitigate and adapt to climate change and sustainability, in light of the Brazilian commitment to the policy of sustainable development. A survey was developed for the participating organisations, which were classified by economic sector, to expose them to 18 issues that reflect worldwide guidelines on emission constraints. Based on their total energy consumption, the survey discusses the worrying level of GHG emissions (tonnes of equivalent carbon dioxide, tCO<sub>2eq</sub>) associated with the generation of the electricity consumed by the largest utility company customers. Although over 90% of the organisations considered sustainability to be both a business opportunity and a competitive differential that enables niche markets, the results of the present study indicated a low degree of commitment to the desired emission restrictions from the larger electricity consumers, on average.

## Keywords

Metrology; Sustainability; Climate Change; Corporate Carbon Strategy; Greenhouse gases; Sustainable Development; Energy Efficiency.

## Siglas e Abreviações

AR5	Quinto Relatório de Avaliação
BM&F	Bolsa de Mercado Futuro (Bovespa)
BOVESPA	Bolsa de Valores do Estado de São Paulo
CCIAM	Centre for Climate Change Impacts Adaptation & Modelling
CDP	Carbon Disclosure Project
CFC	Clorofluorcarbonetos
CH4	Gás Metano
CEO	Chief Executive Officer
CO <sub>2</sub>	Dióxido de Carbono
COP-15	15ª Conferência das Partes
CO <sub>2eq</sub>	Dióxido de Carbono Equivalente
CQNUMC	Convenção Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima
ECO 92	Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento
ECC	Estratégia Corporativa de Carbono
FC-UL	Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa
GCS	Global Corporate Sustainability Report
GEE	Gases de Efeito Estufa
GHG/Protocol	Greenhouse Gas Protocol
GRI	Global Reporting Initiative
GHG	Greenhouse Gas
Gt	Giga Toneladas
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas
INC/FCCC	Comitê Intergovernamental de Negociação para a Convenção Quadro sobre Mudança do Clima
IPCC	Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design
LULUCF1	Land Use and Land Use Change and Forest

Light	Concessionária de Energia Elétrica
MC	Fenômeno Global da Mudança do Clima
MCT	Ministério da Ciência e Tecnologia
MCT&I	Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
N <sub>2</sub> O	Óxido nitroso
NCDC	National Climatic Data Center
NASA	National Aeronautics and Space Administration
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
MDL	Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MME	Ministério de Minas e Energia
MtCO <sub>2</sub> eq	Mega Tonelada de Carbono Equivalente
MWh	Megawatt-hora
NEA	Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República
NPCC	National Policy on Climate Change
OMM	Organização Meteorológica Mundial
ONU	Organização das Nações Unidas
PNMC	Política Nacional sobre Mudança do Clima
RCE	Registro de Certificação de Emissão
CIMGC	Comissão Interministerial sobre Mudança Global do Clima
TWh	Terawatts-hora
UL	Universidade de Lisboa
UNFCCC	Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima
UNEP	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
WBCSD	World Business Council for Sustainable Development
WRI	World Resources Institute
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
tCO <sub>2</sub> eq	Toneladas de Dióxido de Carbono Equivalente

# Sumário

<b>1 Introdução</b>	13
1.1. Definição do problema de pesquisa	15
1.2. Objetivos geral e específicos	19
1.3. Materiais e métodos	20
1.4. Estrutura da dissertação	24
<b>2 O Fenômeno global da mudança do clima</b>	25
2.1. Protocolo de Quioto e o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo	30
2.2. Política Nacional de Mudanças Climáticas e emissões de GEE	32
2.3. Mitigação e adaptação às mudanças climáticas	35
<b>3 Fundamentação teórica: ações/estratégias em mudança climática</b>	36
3.1. Ações críticas relacionadas à sustentabilidade e às mudanças climáticas	38
3.2. Objetivo da pesquisa de opinião	39
3.3. Metodologia da pesquisa de opinião	39
<b>4 Resultados e discussão do estudo de caso</b>	41
4.1. Análise das respostas questão-a-questão	43
4.2. Análise setorial e grau de comprometimento	51
4.2.1 Indicador e métrica	52
4.2.2 Tratamento estatístico dos dados	53
4.2.3 Avaliação do nível de emissões de dióxido de carbono	55
<b>5 Conclusões e recomendações</b>	58
<b>Referências bibliográficas</b>	60
<b>Anexo A: Sensibilização pela pesquisa</b>	66
<b>Anexo B: Cálculo do total de emissões (tCO<sub>2eq</sub>)</b>	68
<b>Anexo C: Tratamento estatístico dos dados</b>	71

## Lista de figuras

Figura 1: Emissões de GEE (2005) por setores	17
Figura 2: Emissões de GEE (2010) por setores	17
Figura 3: Mecanismo do efeito estufa	26
Figura 4: Níveis globais de emissões antropogênicas	27
Figura 5: Elevação do níveis de GEE pela concentração de GEE	28
Figura 6: Anomalias anuais de temperatura global do ar na cota do solo	29
Figura 7: Estrutura e lógica de encadeamento do questionário da pesquisa	41
Figura 8: Estatístico para enquadramento por grau de comprometimento ( <i>IC</i> )	54
Figura 9: Avaliação do teste qui-quadrado	73

## Lista de tabelas

Tabela 1: Tabulação das respostas do questionário e desdobramentos	42
Tabela 2: Tabulação das respostas do questionário (múltiplas opções)	43
Tabela 3: Comprometimento por setor e total de emissões de GEE (t CO <sub>2</sub> eq)	55
Tabela 4: Estratificação do setor indústria	68
Tabela 5: Estratificação do setor comércio	69
Tabela 6: Estratificação do setor serviço público	69
Tabela 7: Estratificação do setor ensino e pesquisa	70
Tabela 8: Estratificação do setor entretenimento e cultura	70
Tabela 9: Intervalos para aplicação do teste qui-quadrado	72
Tabela 10: Cálculo da estatística Q do teste qui-quadrado	72

# 1 Introdução

A busca por modelos de desenvolvimento em bases sustentáveis e por estratégias de adaptação e mitigação às mudanças climáticas têm se apresentado como um dos maiores desafios para as sociedades (Meadows et al., 2004; IPCC, 2007; Michaelowa e Michaelowa, 2011). Na década de 1980, evidências científicas que relacionavam as emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) provenientes das atividades antrópicas ao fenômeno Global da Mudança do Clima (MC) começaram a despertar preocupação pública (UNEP, 1972). No ano de 1988, com a criação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) o tema ganhou exposição internacional efetiva e começou a ser tratado como uma ameaça real (IPCC, 2013). No contexto de se discutir os temas de desenvolvimento, sustentabilidade e MC, uma agenda de conferências internacionais e um conjunto de ações foram propostas pela Organização das Nações Unidas, ONU (UNFCCC, 2013; UNCSD/RIO+20, 2012).

O IPCC foi estabelecido conjuntamente em 1988, pela Organização Meteorológica Mundial (OMM) e pelo Programa das Nações Unidas para Meio Ambiente (UNEP), com a missão de organizar e divulgar conhecimentos científicos associados à MC e avaliar seus potenciais riscos e impactos socioeconômicos (IPCC, 2007).

Em 1990, a Assembleia Geral das Nações Unidas respondeu positivamente a diversas iniciativas de países e organizações com a criação do Comitê Intergovernamental de Negociação para a Convenção-Quadro sobre Mudança do Clima (INC/FCCC). O INC/FCCC preparou a redação da Convenção e adotou-a em 9 de maio de 1992 na sede das Nações Unidas em Nova York. A Convenção foi aberta em junho de 1992 na Cúpula da Terra no Rio de Janeiro e assinada por Chefes de Estado e outras autoridades de 154 países, entrando em vigor em 21 de março de 1994 (UNFCCC, 2013; MCT&I, 2012).

De acordo com o IPCC, a MC refere-se a uma mudança no estado de equilíbrio do sistema climático do planeta Terra (IPCC, 2007). Tal mudança pode

ser identificada através das médias de variabilidade das propriedades intrínsecas do sistema climático durante longos períodos —décadas, milhares e milhões de anos. Neste contexto, refere-se a qualquer mudança no estado de equilíbrio do sistema climático ao longo do tempo, seja devido à variabilidade proveniente de ciclos naturais ou atividades antrópicas (Meadows et al., 2004; IPCC, 2007).

O estado da arte dos estudos sobre a MC foi publicado no quarto relatório do IPCC —“4<sup>th</sup> Assessment Report”— em 2007. Dentre suas conclusões, o Relatório destaca o fato de que os efeitos das atividades antrópicas, desde 1750, resultaram em +1,6 [+0,6 a +2,4] Wm<sup>-2</sup>, indicando um aumento de temperatura de 0,2 °C por década, nos últimos anos (IPCC, 2007). Tais dados foram o fundamento maior para embasar o alerta de que, por razões antrópicas, o planeta está inextrincavelmente submetido a um processo ameaçador difundido com o uso do termo “aquecimento global” (Meadows, 2004; IPCC, 2007; IPCC, 2013).

Uma das principais causas apontadas para a MC foi a alta concentração de GEE na atmosfera. Os níveis de emissões globais têm variado em 2005 de 280 ppm para 379 ppm, atingindo o valor de 391 ppm em 2011 (IPCC, 2007; IPCC, 2013). Os níveis de emissões de GEE eram significativamente menores ao longo de todo o período denominado de pré-revolução industrial.

Por outro lado, os cenários socioeconômicos apresentados pelo IPCC esclarecem que a MC constitui-se, no longo prazo, como uma ameaça em potencial para todas as nações do planeta (IPCC, 2007). No entanto, cabe salientar que as consequências e os impactos oriundos da MC sobre cada nação e/ou região dependem, peremptoriamente, de cada nível de resiliência e vulnerabilidade em particular (Santos e Miranda, 2006; UNFCCC, 2013).

A resiliência de um sistema pode ser compreendida como a sua capacidade de se manter e/ou retornar ao seu estado de equilíbrio. A vulnerabilidade de uma dada nação e/ou região pode ser compreendida a partir de diagnósticos sobre os impactos locais da MC, condições sócio-econômicas-ambientais-culturais e estratégias de adaptação às mudanças climáticas. Neste contexto, em uma primeira abordagem, pode-se dizer que os países em desenvolvimento podem ser caracterizados como sistemas de baixa resiliência, portanto mais vulneráveis aos impactos da MC (IPCC, 2007; UNFCCC, 2013).

Não obstante a complexidade dos processos envolvidos na MC, alguns impactos (e.g.: perda de biodiversidade; savanização de florestas tropicais;

intensificação de secas e enchentes; redução no rendimento das safras; danos aos recifes de coral; ocorrências de furacões e ciclones; degelo de calotas polares; esgotamento dos mananciais, aumento de temperaturas médias atmosféricas e oceânicas globais, e do nível do mar; propagação de doenças contagiosas; prejuízos à economia) podem ser simulados em grandes plataformas de processamento computacional (UNFCCC, 2013). Cenários modelados indicam que tais mudanças se intensificarão nos próximos anos, causando transformações estruturais nos diversos setores da economia e modos de vida das sociedades (Meadows, 2004; IPCC, 2007; Santos, 2012).

Atualmente, fatos científicos e questões associadas a MC, mais especificamente ao aquecimento global, tornam-se cada vez mais relevantes nas agendas governamentais, estratégias empresariais, ações da sociedade civil, estudos da comunidade científica internacional e modos de comportamentos e relacionamentos (Cleveland et al., 2005; Dahrl, 2010; First e Khetriwal, 2010; Junquera et al., 2012).

As principais estratégias adotadas em resposta às mudanças climáticas (MC) envolvem duas perspectivas (i) a de **mitigação** (que possui um objetivo global) e visa a redução efetiva das interferências antrópicas em um planejamento de médio e longo prazo (Santos, 2012; UNFCCC, 2013) e (ii) a de **adaptação** (que possui um objetivo local), que busca compreender como diferentes setores da sociedade e economia, a partir de iniciativas públicas e privadas, podem se adequar às novas realidades (e.g.: aquelas resultantes dos desastres naturais, tal qual descrito por Santos, 2012; UNFCCC, 2013; IPCC, 2013).

O caminho para solucionar o problema é longo, requer esforço conjunto e cooperação internacional articulada. Os riscos impostos pelas mudanças climáticas apresentam uma oportunidade única para as sociedades remodelarem suas estratégias de crescimento e redefinirem seus atuais conceitos de desenvolvimento.

## 1.1.

### **Definição do problema de pesquisa**

No ano de 2009, durante a 15ª Conferência das Partes (COP-15), realizada em Copenhague, Dinamarca, foi iniciada uma nova fase de discussões e negociações internacionais sobre MC (UNFCCC, 2013). No ano de 2010, durante

a COP-16, realizada em Cancun, no México, o Brasil integrou-se ao acordo de Copenhague comprometendo-se voluntariamente a reduzir suas emissões de GEE (UNFCCC, 2013).

Nesse contexto, o Brasil instituiu a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), por meio da Lei nº 12.187/2009. Com a introdução dessa Lei assumiu o compromisso (nacional voluntário) de adoção de ações de mitigação com vistas a reduzir os níveis de emissões de GEE (entre 36,1% e 38,9%) para atender os níveis de emissões acordados em âmbito internacional projetadas para 2020 (Art. 12 da Lei nº 12.187/2009 (PNMC, 2013).

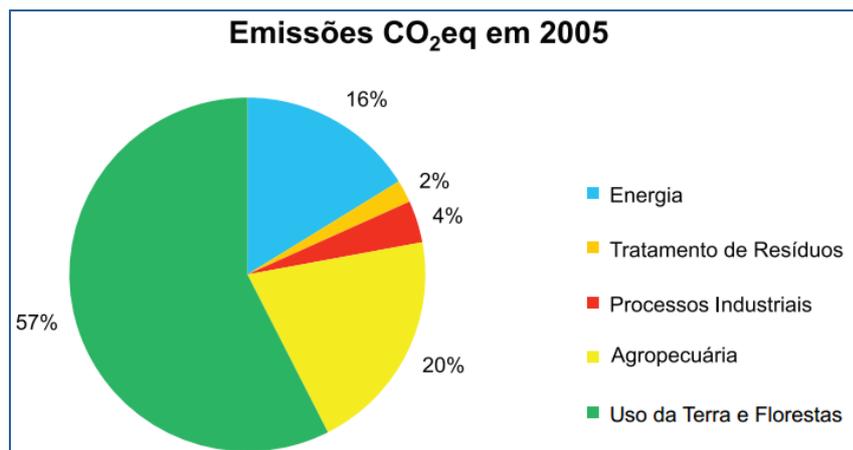
Segundo o Decreto nº 7.390/2010, que regulamenta a PNMC, a projeção de emissões de GEE para 2020 foi estimada em 3.236 giga toneladas (Gt) de CO<sub>2eq</sub>. Neste sentido, a redução correspondente aos percentuais estabelecidos pela PNMC encontra-se entre 1.168 (redução de 36,1%) e 1.259 (redução de 38,9%) Gt CO<sub>2eq</sub> para o ano de 2020 (MCT&I, 2012; PNMC, 2013).

Com a finalidade de monitorar a eficácia dos planos setoriais de redução de emissões de GEE estabelecidos pelo governo brasileiro, até o ano de 2020, foi lançado o Decreto no 7.390/2010, cujo Art. 11 institui, a partir do ano de 2012, a publicação de relatórios anuais de emissões de GEE. Tais relatórios devem ser elaborados de acordo com critérios e princípios internacionais vigentes (CDP, 2013; GRI, 2013; GHG, 2013), permitindo assim o entendimento entre os segmentos interessados da sociedade.

No âmbito dos acordos internacionais voltados à redução de emissões de GEE o Brasil tem se posicionado com um histórico de comprometimento e responsabilidade evidentes. Desde 1992, quando foi sede da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (ECO 92), o comprometimento do Brasil em relação ao fenômeno das mudanças climáticas (MC) vem se consolidando (UNFCCC, 2013). Cabe salientar que o Brasil está entre os cinco países que cumprem as metas estipuladas pelo Protocolo de Montreal. Os esforços nacionais desenvolvidos desde os anos 1980 resultaram em um corte de 95,4% no uso de CFCs no país, tendo uma redução de 10.525 toneladas, média dos anos de 1995 e 1997, para 478 toneladas, ano de 2006 (MMA, 2013).

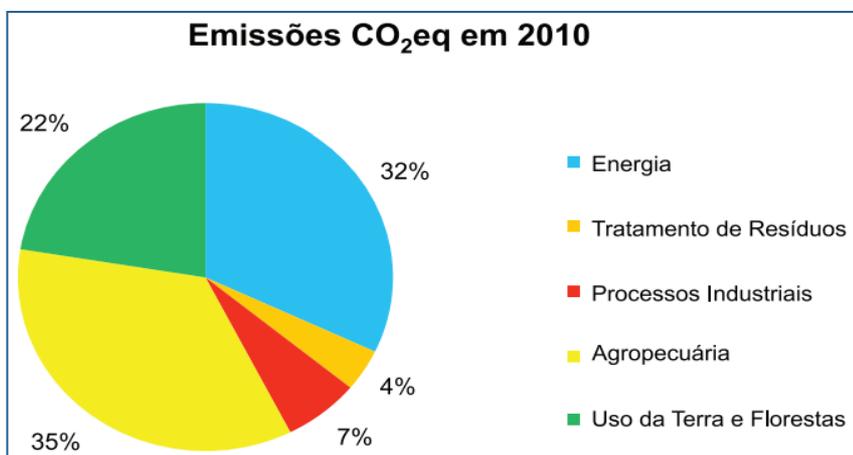
O Brasil possuiu mais de 60% de sua matriz energética composta por fontes renováveis, em especial, por energia hidroelétrica. Contudo, o país tem

apresentado um crescimento contínuo nas emissões de GEE do setor energético (Relatório de emissões de GEE Brasil, 2013; MCT&I, 2013). O setor energético é responsável por 16% das emissões totais de GEE em 2005, passando para 32% em 2010. Por outro lado, o país tem apresentado um crescimento contínuo nas emissões de GEE do setor industrial. É atribuído ao setor industrial a parcela de 4% das emissões totais de GEE em 2005, que cresceu para 7% em 2010 (Relatório de emissões de GEE Brasil, 2013; MCT&I, 2013).



**Figura 1:** Emissões de GEE (2005) por setores

Fonte: Relatório de emissões de GEE Brasil, 2013.



**Figura 2:** Emissões de GEE (2010) por setores

Fonte: Relatório de emissões de GEE Brasil, 2013

Neste contexto, tanto o setor de energia, quanto o setor da indústria tiveram suas emissões de GEE dobradas entre os anos de 2005 e 2010, sendo responsáveis diretamente por 20% e 39% das emissões totais de GEE do país, respectivamente. Por outro lado, apesar do aumento local de emissões de GEE atribuídos aos setores de energia e indústria, em seu último relatório de emissões de GEE, o

Brasil registrou diminuição de 1% do volume total emitido entre os anos de 2010 (112,8 bilhões de toneladas de CO<sub>2eq</sub>) e 2011 (111,6 bilhões de toneladas de CO<sub>2eq</sub>), conforme consta do Relatório de emissões (GEE Brasil, 2013). Tal diminuição deve-se, principalmente, às políticas de mitigação de GEE estabelecidas pelo governo brasileiro no setor de uso da terra e florestas.

Recentemente, o estudo realizado pela “*Global 500 Climate Change*” colheu a opinião e intenção de 400 das 500 maiores empresas do mundo sobre este preocupante tema. Os resultados do estudo indicaram que 78% das empresas estão preocupadas com os riscos associados ao fenômeno global das mudanças climáticas (MC) em seu ambiente de negócios (CDP Global, 2013). Contudo, o estudo também indicou que das 78% das empresas que mostraram-se preocupados com o tema, apenas 31% declararam ter implementado ações efetivas de redução de GEE (CDP Global, 2013).

A MC têm emergido como uma externalidade de grande risco para as economias e ciclo dos negócios (Brundtland, 1987; Jacobs, 1993; Shardul and Fankhauser, 2008). Por outro lado, o desenvolvimento de marcos regulatório, o engajamento da opinião pública nas questões da sustentabilidade, o consumo ético e consciente, o conhecimento das técnicas em gestão sustentável e os incentivos financeiros têm pressionado as organizações a incorporarem as mudanças climáticas em sua visão estratégica (Dyllick e Hockerts, 2002; Hoffmann e Woody, 2008; Weinhofer e Hoffmann, 2010). Isso ocorre à medida que o mundo, ao sinalizar a transição para um modelo de desenvolvimento baseado em uma economia de baixo carbono, vem buscando soluções e mecanismos para reduzir as emissões de GEE que sejam técnica e financeiramente viáveis e cuja implementação contribua para o desenvolvimento sustentável (Jacobs, 1993; Hoffmann e Woody, 2008; Davies e Mullin, 2011).

A partir da implementação do Protocolo de Quioto em 1997 (que entrou em vigência em 2005), muitas organizações passaram a incorporar em suas estratégias corporativas um conjunto atividades específicas voltadas à redução de GEE (Hoffmann e Woody, 2008; MCT&I, 2012). Tal conjunto de atividades, denominado de Estratégia Corporativa de Carbono (ECC), incorporam ações de sensibilização sobre a problemática da MC na compatibilização da sua agenda da sustentabilidade com as estratégias de geração de novos negócios e novos canais de comunicação com os stakeholders (Hoffmann e Woody, 2008; Mills, 2009;

Weinhofer e Hoffmann, 2010; Lee, 2012). O Brasil tem se mostrado atuante na elaboração de sua ECC e na sua participação no mercado de carbono global. No entanto, nota-se a necessidade de potencializar o desenvolvimento de novos mercados e modos de competitividade empresarial no País, de modo que a sua ECC possa atuar como estratégias efetivas de adaptação e mitigação do fenômeno global das mudanças climáticas, (MC) (BM&F Bovespa, 2013).

O fortalecimento de ECC, e das instituições a elas relacionadas, perpassa pela construção de uma base sólida de informações, calcada em dados confiáveis que envolve, dentre outros aspectos, as oportunidades de projetos de redução de emissões de GEE; o potencial de redução de emissões de GEE dos projetos e os custos e riscos envolvidos na implantação de projetos de baixo carbono (BM&F Bovespa, 2013; MCT&I, 2013). O sucesso desse processo requer o aprendizado da experiência dos atores locais e de outros países, notadamente no que diz respeito à estrutura e regulamentação dos mercados de ativos ambientais em outras partes do mundo.

No contexto das preocupações acima discutidas, esta dissertação responde a questão central: “Qual o grau de comprometimento de grandes usuários de energia elétrica com as diretrizes da sustentabilidade e mudanças climáticas?”. Para responder a essas questões as seguintes questões específicas foram formuladas:

- Quais as atividades-chave e diferentes tipologias de Estratégias Corporativas de Carbono?
- Qual a situação atual da gestão de emissões de GEE por grandes clientes corporativos de uma concessionária de energia elétrica no Brasil?
- Como referir-se (indicadores) e medir (métrica) o grau de comprometimento com as emissões de gases efeito estufa que resultam da geração e uso da energia elétrica consumida em grande escala?
- Quais são as recomendações que emanam do estudo de medidas empresariais em nível global e em nível local voltadas aos processos de adaptação e mitigação das mudanças climáticas?
- Como fazer uso de métrica e indicador de ecoeficiência em ECC visando contribuir para uma gestão ambiental efetiva de emissões de GEE?

## **1.2.**

### **Objetivos geral e específicos**

O objetivo geral da dissertação é propor um indicador e uma métrica para quantificá-lo que sejam capazes de avaliar o grau de comprometimento de grandes consumidores de energia elétrica com base em diretrizes da sustentabilidade e

mudanças climáticas. Como estratégia de consolidar esse objetivo maior, os seguintes objetivos específicos foram definidos:

1. Identificar as principais medidas empresariais em nível global e em nível local (Brasil e Rio de Janeiro) voltadas aos processos de adaptação e mitigação do indesejável fenômeno Global da Mudança do Clima (MC);
2. Definir indicadores para medir o grau de comprometimento a que se refere o objetivo central e propor e validar métrica para viabilizar a sua medição.
3. Identificar as atividades-chave e diferentes tipologias de ECC;
4. Realizar diagnóstico da situação atual da gestão de carbono por grandes clientes corporativos de uma concessionária de energia elétrica no Brasil;
5. Propor métrica e indicador de eco-eficiência em ECC que seja capaz de contribuir para uma gestão ambiental efetiva das emissões de GEE.

### 1.3.

#### **Materiais e métodos**

O presente estudo foi realizado em um contexto institucional de cooperação e colaboração científica envolvendo gestores da “*Concessionária Light de Energia Elétrica do Estado do Rio de Janeiro*” (Light), pesquisadores do “*Programa de Pós-graduação em Metrologia (Área de Concentração: Metrologia para Qualidade e Inovação)*” da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro” (PósMQI/PUC-Rio) e pesquisadores do grupo de pesquisa da União Européia “*Centre for Climate Change Impacts Adaptation & Modelling*”, sediados na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (CCIAM/FC-UL), Portugal (Convênio PUC-Rio/UL, 2012).

Nesse sentido, o presente estudo foi conduzido de modo a contribuir para interesses comuns entre os projetos de P&D apoiados pelo Programa regulado de pesquisa Light/Aneel, pelo PósMQI/PUC-Rio e pela grupo de pesquisa CCIAM/FC-UL. São eles:

- Projeto de pesquisa de Pós-doutorado (do Orientador) PNPd/CAPES – PósMQI/PUC-Rio (Ref.: 2303.80.419/2007-77), intitulado “*Sustentabilidade, normalização empresarial e distritos tecnológicos na geração de inovações tecnológicas no Brasil: estudo multicaseos*”.
- Projeto de Pesquisa e Desenvolvimento, P&D PUC-Rio/Light-ANEEL (Ref.: 80-2011), intitulado de “*Desenvolvimento tecnológico e inovação na utilização de tecnologia fotovoltaica e sua integração inteligente com a rede de distribuição: uma ação voltada a Grandes Clientes da Light*”.
- Projeto de Pesquisa Internacional do “*Climate Change – Seventh Framework Programme*” que se desenvolve com o apoio da União

Européia (Ref.: ENV.2012.6.1-3), intitulado “*Bottom-up Climate Adaptation Strategies towards a Sustainable Europe*” (BASE).

A metodologia de pesquisa foi dividida em duas etapas. A primeira, (“Etapa de formulação e enquadramento da pesquisa em sustentabilidade e MC”) foi realizada no período de janeiro de 2012 a julho de 2013, englobando um conjunto de reuniões de trabalho entre pesquisadores da gestora Light-Energia, dos pesquisadores do projeto de P&D PUC-Rio/Light-ANEEL, do PósMQI/PUC-Rio e da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa<sup>1</sup>.

No contexto da primeira etapa do trabalho foi definido um conjunto de interesses comuns entre as partes interessadas, os objetivos desta dissertação de mestrado e identificados, dentre o cadastro de grandes clientes da Light Serviços de Eletricidade S/A, um grupo seletivo de clientes com potencial interesse em participar do estudo de caso que fundamentou o desenvolvimento da pesquisa de mestrado. Dentre os possíveis instrumentos de coleta de dados optou-se pelo questionário estruturado (Anexo A), concebido e validado para permitir a avaliação e diagnóstico em sustentabilidade e MC. A pesquisa bibliográfica realizada sobre o tema nas bases de dados da *Web of Science*, *Proquest* e *Scopus*, foram decisivas na identificação da bibliografia especializada utilizada (documentada em capítulo próprio do trabalho).

Os objetivos, geral e específicos, da dissertação foram formulados em alinhamento com os objetivos comuns e interesses complementares dos projetos referenciados, que prestaram suporte ao desenvolvimento da dissertação. Nesse contexto, a dissertação busca contribuir para a implementação de melhorias efetivas no âmbito da gestão estratégica das emissões de GEE no ambiente corporativo dos grandes clientes da concessionária de energia elétrica do Rio de Janeiro (Light). Busca, também, aplicar conceitos relacionados à metrologia em novos domínios de conhecimentos frente às demandas desafiadoras da sustentabilidade e MC (PósMQI/PUC-Rio), assim fortalecendo as ações do Programa de Metrologia na consolidação do seu pilar da sustentabilidade. Dentre outros benefícios do trabalho, destaca-se a sua capacidade de articular a cooperação com pesquisadores da União Européia (CCIAM/FC-UL) na

---

<sup>1</sup> Pela Light-Rio: Fernanda Particelli; pelo PósMQI/PUC-Rio: Prof. Dr. Maurício N. Frota, Prof. Dr. Reinaldo C. Souza, Prof. Dr. Fabrício Casarejos e o Mestrando Vagner Viana Silva e, pela CCIAM, FC-Universidade de Lisboa: Prof. Filipe Duarte Santos e Prof. Dr. Gil-Penha Lopes.

formulação e condução de bases de dados e de temas para pesquisa cooperativa. Os resultados obtidos e as discussões estabelecidas congregam, de maneira multidisciplinar, conhecimentos de instituições acadêmicas e não acadêmicas, nacionais e internacionais.

A pesquisa de mestrado envolve um estudo de caso desenvolvido a partir de uma amostra de 4.674 empresas de distintos setores econômicos definidos com base na classificação proposta pela concessionária e pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE). Empresas essas selecionadas a partir do cadastro de Grandes Clientes disponibilizados pela concessionária de energia Light, com base nos seguintes três critérios de elegibilidade:

- i) Estar enquadrado na categoria de Grandes Clientes da concessionária, com contratos de ligação na média e alta tensão.<sup>2</sup>
- ii) dispor de cadastro atualizado na gerência de grandes clientes da concessionária que aceitou participar da pesquisa (Light);
- iii) participar ativamente das rodadas de negócio organizadas pela concessionária, em cuja agenda temas críticos da sustentabilidade e das mudanças climáticas são discutidos;
- iv) quanto à abrangência e diversidade; foram selecionadas as empresas e organizações que atuam no mercado com objetos sociais diferentes daqueles utilizados pela média das empresas selecionadas para a amostra do presente estudo de caso.
- v) aceitar participar da pesquisa, portanto designando para os gestores da pesquisa um profissional com conhecimento sobre as ações da empresa em sustentabilidade e mudanças climáticas para atuar como respondente do questionário estruturado (ferramenta digital de internet: Aplicativo do Google Drive), assim atribuindo confiabilidade e efetividade no preenchimento do questionário.

O questionário da pesquisa foi desenvolvido com base em princípios e critérios internacionais de sustentabilidade empresarial e em questões-chave que refletem o consenso mundial sobre o tema, elencados a partir dos referenciais teóricos adotados (documentados nas Referências Bibliográficas).

---

<sup>2</sup> No Brasil, a denominação Grandes Clientes de uma concessionária de energia é atribuída pelo organismo regulador. O Artigo 57 da Resolução Aneel-414:2010 enquadra as unidades consumidoras segundo três categorias: (i) modalidade tarifária horária azul, aquelas com tensão de fornecimento igual ou superior a 69 kV; (ii) na modalidade tarifária horária azul ou verde, de acordo com a opção do consumidor, aquelas com tensão de fornecimento inferior a 69 kV e demanda contratada igual ou superior a 300 kW; e (iii) na modalidade tarifária convencional binômia, ou horária azul ou verde, de acordo com a opção do consumidor, aquelas com tensão de fornecimento inferior a 69 kV e demanda contratada inferior a 300 kW.

Os temas-chave utilizados para a pesquisa bibliográfica foram: sustentabilidade; desenvolvimento sustentável; economia verde; mudanças climáticas; aquecimento global; políticas de adaptação e mitigação às mudanças climáticas, impactos socioeconômicos, negócios verdes; consumo consciente; selos (marcas de conformidade) e certificações em sustentabilidade e mudanças climáticas; inventário de emissões de gases de efeito estufa; pegada de carbono; eficiência energética; relatórios em sustentabilidade; gestão sustentável; mercado de carbono, estratégia corporativa de carbono; pacto global; energias renováveis.

O questionário da pesquisa (intitulada “*Pesquisa em sustentabilidade: ações e percepções dos grandes clientes de uma concessionária de energia*”) incluiu 11 questões centrais, com desdobramentos, devidamente caracterizadas no capítulo 4 da dissertação.

**A segunda etapa**, denominada de “aplicação do questionário (Pesquisa em sustentabilidade: ações e percepções) e análise de dados (conjunto de respostas obtidas)” foi realizada no período de julho de 2013 a outubro de 2013. Reuniões e discussões sobre os dados obtidos foram realizadas com a gerência de Grandes Clientes da Light e com pesquisadores do PósMQI e do CCIAM da Universidade de Lisboa.

No âmbito de um amplo debate, foram discutidos os resultados da pesquisa, o detalhamento, mapeamento e organização das principais estratégias corporativas de carbono realizadas pelas empresas que aceitaram participar da pesquisa. A amostra do estudo, fragmentada para diferenciar os diferentes perfis em gestão de carbono, foi validada estatisticamente antes de os dados serem processados e tabulados. Cumprindo o compromisso de compartilhar os resultados da pesquisa com as instituições que aceitaram participar, seus principais resultados foram publicados no artigo intitulado “*Sustainability and climate change: commitment from large customers of a power utility company in Brazil*”, produzido em co-autoria com os orientadores e pesquisadores que colaboraram para desenvolvimento da pesquisa, artigo esse já submetido para publicação no periódico internacional especializado “*Energy Policy*”.

#### **1.4. Estrutura da dissertação**

O **capítulo 2** discute os fundamentos básicos e os principais referenciais teóricos (nacionais e internacionais) sobre MC na perspectiva do desenvolvimento sustentável. O **capítulo 3** descreve a Estratégia Corporativa de Carbono (ECC) no âmbito das estratégias empresariais de adaptação e mitigação à MC. O **capítulo 4** apresenta (i) o questionário da pesquisa “Sustentabilidade: ações e percepções” concebido e validado para fundamentar o desenvolvimento da dissertação de mestrado; (ii) os fundamentos que nortearam a sua elaboração e (iii) os resultados e as discussões da pesquisa. Ao término do capítulo, um índice de sustentabilidade e um indicador de ecoeficiência em ECC foi proposto com base na análise dos dados obtidos, permitindo avaliar o grau de comprometimento dos grandes clientes estudados com as diretrizes e recomendações relacionadas à sustentabilidade e às estratégias de adaptação e mitigação das mudanças climáticas que emanam de organismos internacionais que tratam do tema. Por fim, o **capítulo 5** apresenta as conclusões e encaminha propostas para desdobramentos futuros da pesquisa.

## 2

### O Fenômeno global da mudança do clima

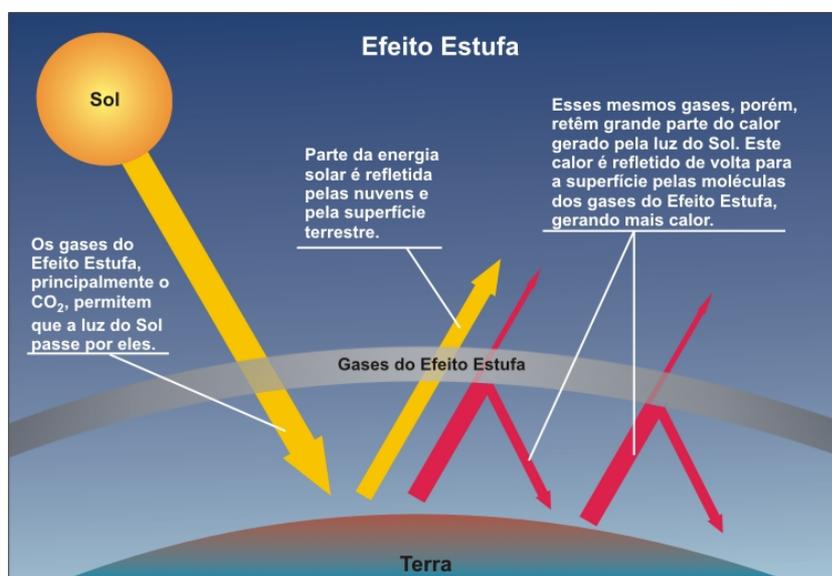
O clima, num sentido restrito, pode ser considerado como o "tempo médio", ou de uma forma mais cientificamente correta, pode ser definido como a descrição estatística em termos de média e variabilidade das quantidades relevantes ao longo de um período de tempo. O "Clima" é geralmente descrito em termos da média e variação da temperatura, precipitação, vento ao longo de um período de tempo, parâmetros esses referenciados num período que pode variar de meses a milhões de anos (o período clássico é de 30 anos) (OMM, 2013, INMET, 2013, IPCC, 2007).

O efeito estufa é um fenômeno natural, que mantém a temperatura média da Terra. O aquecimento natural do planeta mantém uma temperatura ideal para o desenvolvimento da vida. Na ausência desse aquecimento global, o planeta seria coberto de gelo e estaria sujeito a variações bruscas de temperatura (Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República –NAE, 2005). No entanto, a intensificação das atividades antropogênicas com as emissões de gases de efeito estufa no século passado proporcionou um acúmulo na atmosfera impedindo grande parte da reflexão solar (IPCC, 2007). A esse fenômeno atribuiu-se o nome Aquecimento Global.

A maior contribuição para o aquecimento global é a queima de combustíveis fósseis, o que liberta gás de dióxido de carbono para a atmosfera. Foi na era industrial, com o aumento da demanda de energia, que as concentrações de CO<sub>2</sub> na atmosfera elevaram-se exponencialmente. O impacto humano sobre o clima durante este período era muito superior às mudanças conhecidas em processos naturais, tais como alterações solares e erupções vulcânicas (IPCC, 2007).

Dados oficiais do IPCC evidenciam que a concentração de CO<sub>2</sub> cresceu de 280 ppm para 379 ppm em 2005 e para 391 ppm em 2011 (IPCC, 2007; IPCC, 2013). As previsões do IPPC apontam que se nenhuma ação efetiva em prol do clima for tomada as emissões atingirão o preocupante patamar de 77 Gt de emissões por ano até 2100. Ao longo do século XXI, o nível de emissões poderá

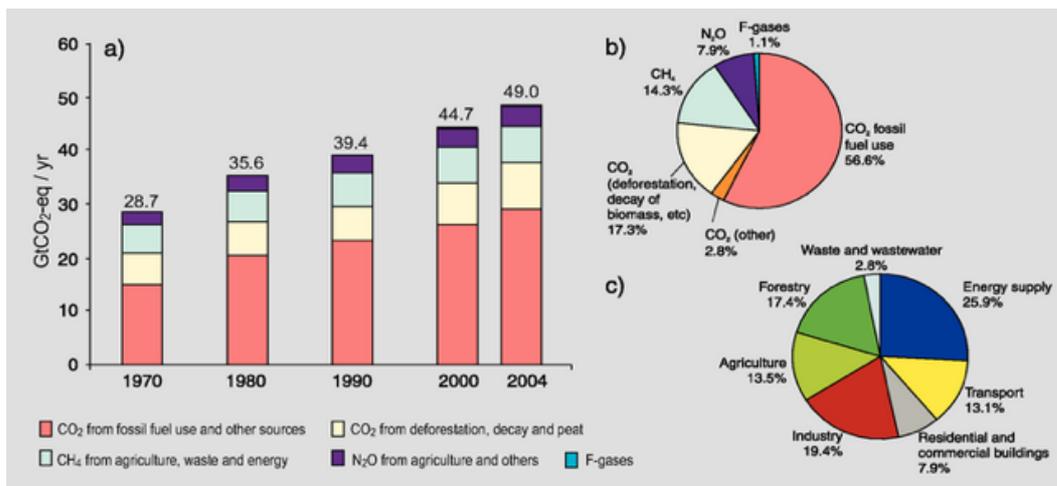
totalizar 9.000 Gt de emissões de GEE, o que irá aumentar de 391 ppm para 750 ppm em 2100 (Dooley, 2006; NOAA, 2013; IPCC, 2007; IPCC, 2013). A Figura 3 ilustra o mecanismo de funcionamento do efeito estufa.



**Figura 3:** Mecanismo do efeito estufa

Fonte: [http://site.noticiaproibida.org/fotos/Image/atuais/esquema\\_do\\_efeito\\_estufa\\_reduzido.jpg](http://site.noticiaproibida.org/fotos/Image/atuais/esquema_do_efeito_estufa_reduzido.jpg)

As atividades humanas resultam em emissões de quatro gases de efeito estufa: dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) e hidrocarbonetos halogenados (um grupo de gases que contêm flúor, cloro e bromo). Estes gases se acumulam na atmosfera, causando concentrações cujas taxas aumentam com o tempo. Aumentos significativos em todos estes gases têm ocorrido na era industrial. Todos esses aumentos são atribuídos às atividades humanas (IPCC, 2007). A Figura 4 ilustra Emissões Globais Antropogênicas de GEE.



(a) Emissões globais anuais de GEE de origem antropogênica, de 1970 a 2004. (b) Percentagem de diferentes GEE de origem antropogênica no total de emissões em 2004 em termos de CO<sub>2</sub>eq. (c) Participação dos diferentes setores para o total de emissões de GEE de origem antropogênica em 2004 em termos de CO<sub>2</sub>eq (inclui a deflorestação).

**Figura 4:** Níveis globais de emissões antropogênicas

Fonte: The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) Report

Segundo o Quarto Relatório do IPCC de 2007, as taxas de emissões de:

- dióxido de carbono aumentaram com o uso de combustíveis fósseis no setor energético, transporte, construção de aquecimento e refrigeração e na fabricação de cimento e outros bens. O desmatamento libera CO<sub>2</sub> e reduz a sua absorção pelas plantas.
- metano têm aumentado como resultado de atividades humanas relacionadas à agricultura, distribuição de gás natural e aterros sanitários
- óxido nitroso, também emitido como resultado de atividades humanas, tem crescido com o uso de fertilizantes e com a queima de combustíveis fósseis. Processos naturais em solos e nos oceanos também liberam N<sub>2</sub>O.

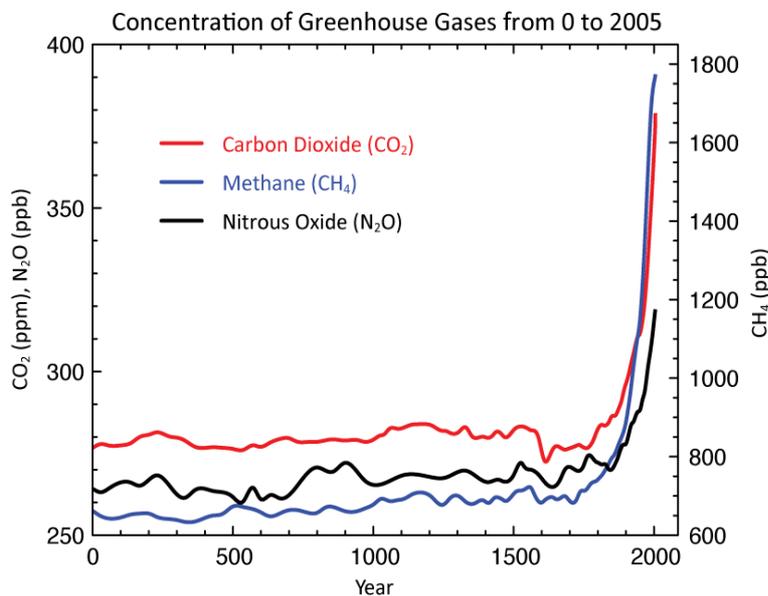
Concentrações de gases halogenados têm aumentado principalmente devido às atividades humanas. Os processos naturais também contribuem, embora não seja a principal fonte. Os Halocarbonetos constituem-se nas principais fontes já que incluem os clorofluorcarbonetos (por exemplo: CFC -11 e CFC-12). Foram extensivamente utilizados como agentes de refrigeração, participando, também, de outros processos industriais (mesmo antes quando sua presença na atmosfera já eram responsabilizada pela destruição do ozônio estratosférico).

A abundância de gases clorofluorcarbono na atmosfera tem sido reduzida principalmente por recomendação de legislação fundamentada em normas internacionais destinadas a proteger a camada de ozônio. O ozônio é um gás de efeito estufa que é continuamente produzido e destruído na atmosfera por reações químicas. Na troposfera, as atividades humanas têm contribuído para o aumento

de ozônio devido a liberação de gases nocivos ao meio ambiente (monóxido de carbono, hidrocarbonetos e óxido de nitrogênio), que reagem quimicamente para produzir ozônio. Como mencionado acima, halocarbonos destroem o ozônio na estratosfera e causam o chamado “buraco de ozônio” sobre a Antártida.

O vapor de água é o gás mais abundante e importante na atmosfera. No entanto, as atividades humanas têm apenas uma pequena influência direta sobre a quantidade de vapor de água atmosférico. Indiretamente, os seres humanos têm o potencial de afetar substancialmente o vapor de água, alterando o clima. Por exemplo, uma atmosfera quente contém mais vapor de água. As atividades humanas influenciam também o vapor de água por meio de  $\text{CH}_4$ , que sofre destruição química na estratosfera produzindo uma pequena quantidade de vapor de água.

Os aerossóis são pequenas partículas presentes na atmosfera, com dimensões diversas, concentração e composição química. Alguns aerossóis são emitidos diretamente para a atmosfera, enquanto outros são formados a partir de compostos emitidos. A Figura 5 ilustra a Elevação do níveis de GEE pela concentração de GEE.

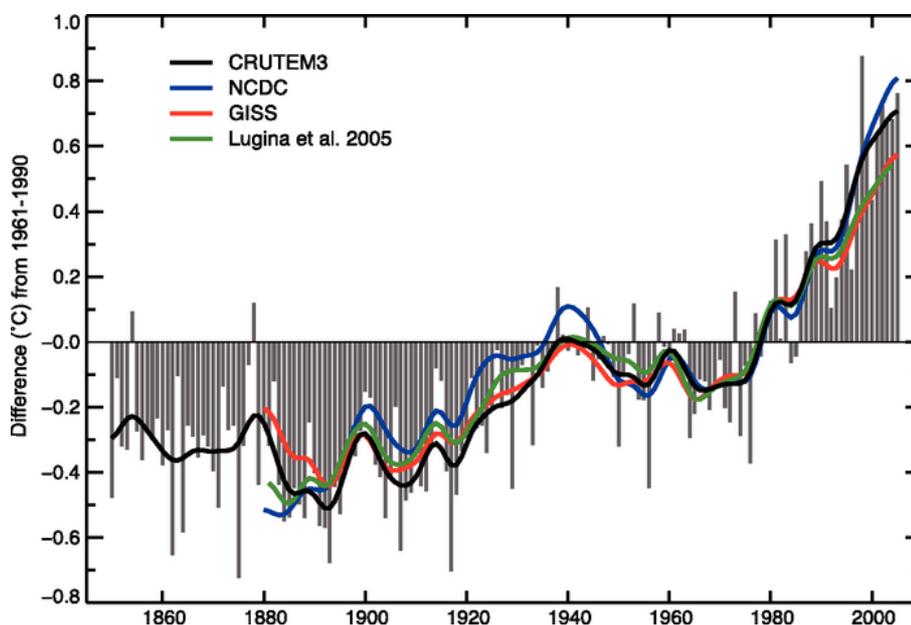


**Figura 5:** Elevação do níveis de GEE pela concentração de GEE

Fonte 1: IPCC, 2007

Durante os 4.600 milhões de anos de existência da Terra ocorreram diversos episódios climáticos de arrefecimento e aquecimento. A título de ilustração, a Figura 6 ilustra anomalias anuais de temperatura global do ar à superfície do solo

(°C) no período compreendido entre 1850 e 2005. A figura 6 ilustra as Anomalias anuais de temperatura global do ar na cota do solo.



**Figura 6:** Anomalias anuais de temperatura global do ar na cota do solo

Fonte 2: IPCC, 2007

O Quarto Relatório do IPCC (2007) aponta temperaturas globais anuais da superfície da terra do ar, em relação ao período 1961-1990. Variações de longo prazo estão de acordo com dados da literatura, notadamente da versão operacional do histórico da Rede Climatologia (GHCN); dos dados globais da *National Climatic Data Center* (NCDC); da *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) e do Instituto Goddard para Estudos Espaciais.

Sabe-se hoje que as temperaturas superficiais médias globais do meio ambiente aumentaram  $0,74 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,18 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , quando estimada por uma tendência linear ao longo dos últimos 100 anos (1906-2005). No entanto, nos primeiros 50 anos de registro instrumental (1850-1899) para os últimos cinco anos (2001-2005), o aumento documentado foi de  $0,76 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,19 \text{ }^{\circ}\text{C}$  (IPCC, 2007).

Apesar das incertezas relacionadas aos impactos futuros da mudança do clima, as projeções climáticas do IPCC apontam um aumento da temperatura média global na faixa de 1,4 a 5,8 °C, até 2100 (IPCC, 2007; NEA, 2005).

O Quinto Relatório de Avaliação (AR5) do IPCC aponta um aumento de 40% nos níveis de GEE e cerca de 30% de emissão de dióxido de carbono antropogênico, que vem sendo absorvido pelos oceanos e causando a sua

acidificação (IPCC, 2013). De acordo com os dados do IPCC, os próximos cinquenta anos serão de dias e noites frias, com geadas menos frequentes sobre a maioria das áreas de terra, com dias e noites quentes cada vez mais frequentes.

Com o aumento da temperatura global acima de 2°C, as mudanças climáticas irão proporcionar uma maior frequência das ondas de calor, alta pluviosidade em algumas áreas, enchentes mais frequentes, disponibilidade de água reduzida, perturbações florestais (devido a incêndios e pragas), extinção de animais e plantas, desaparecimento de recifes de corais, baixa produtividade na agricultura, diminuição de alimentos pesqueiros e aspectos da saúde humana (mortalidade e aumento de vetores de doenças infectocontagiosa) (IPCC, 2007, Marengo, 2006; Webster et al., 2005; Allison et al., 2005). Os efeitos físicos terão impactos diferentes em cada região do mundo.

## 2.1.

### **Protocolo de Quioto e o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo**

O Protocolo de Quioto celebrado em 1997 estabelece metas de redução de GEE de acordo com as linhas de base de cada país. As metas de redução são diferenciadas entre as Partes, em consonância com o “princípio das responsabilidades comuns, porém diferenciadas”. Adotado pela CQNUMC deverão ser atingidas no período compreendido entre 2008 e 2012 em pelo menos 5,2%, frente aos níveis apresentados em 1990. (BRASIL. SENADO FEDERAL, 2004, p. 12; IPEA, 2011).

Neste sentido, para auxiliar os países desenvolvidos a atingirem as suas metas foram elaborados mecanismos de flexibilização. Um desses mecanismos é o MDL, que consiste na possibilidade de um país do Anexo I do documento deste acordo alcançar parte desta redução por meio da aquisição de Redução Certificada de Emissão. Esse é o RCE (Certificado que representa um crédito de carbono) objeto de projetos de países em desenvolvimento que se comprometem a reduzir suas emissões de GEE com relação à situação de não implementação do projeto em particular (IPEA, 2011). A Redução Certificada de Emissão (RCE) equivale a uma tonelada métrica de dióxido de carbono equivalente, calculada com base no potencial de aquecimento global dos gases de efeito estufa, tal qual definido pela decisão 2/COP3 ou pela revisão apresentada no Artigo 5 do Protocolo de Quioto (Instituto carbono Brasil, 2013).

O mecanismo consiste na implantação de projetos pautados na sustentabilidade, possibilitando a implantação de projetos que envolvam medidas de mitigação das emissões de GEE mediante investimentos em tecnologias mais eficientes, substituição de fontes de energia fósseis por renováveis, racionalização do uso da energia, florestamento e reflorestamento, entre outros (Henriques Jr., 2010, Lopes, 2002). A participação brasileira no mercado de carbono tem se limitado ao segmento de oferta de projetos via MDL, ocupando o terceiro lugar em número de projetos (13%), sendo que China e Índia respondem, respectivamente, por 31% e 21% do total de projetos em 2008 (MCT, 2008). Neste sentido o MDL configura-se como uma grande oportunidade para que o Brasil promova o desenvolvimento sustentável e, ao mesmo tempo, melhore sua capacidade tecnológica e financeira, atraindo recursos para a realização de projetos “limpos” (Brasil. Presidência da República, 2005a, p. 118). Relacionam-se, a seguir, as Resoluções da Comissão Interministerial sobre Mudança Global do Clima (CIMGC) em relação ao MDL (MMA, 2013):

- Resolução 01/2003 - Estabelece os procedimentos para a aprovação das atividades de projeto no âmbito do MDL.
- Resolução 02/2005 - Altera a Resolução 01 e aprova os procedimentos para as atividades de projeto de florestamento e reflorestamento no âmbito do MDL.
- Resolução 03/2006 - Estabelece os procedimentos para a aprovação das atividades de projeto de pequena escala no âmbito do MDL.
- Resolução 04/2006 - Altera as Resoluções 01 e 03.
- Resolução 05/2007 - Revisa as definições das atividades de projeto de pequena escala no âmbito do MDL.
- Resolução 06/2007 - Altera a Resolução 02 em relação à versão do documento de concepção de projeto do Conselho Executivo do MDL.
- Resolução 07/2008 - Altera as Resoluções 01, 02, 03 e 04 desta mesma Comissão em relação aos convites de comentários enviados pelos proponentes do projeto aos agentes envolvidos, interessados e/ou afetados pelas atividades de projeto no âmbito do MDL.
- Resolução 08/2008 - Adota, para fins de atividade de projeto de MDL, um único sistema como definição de sistema elétrico do projeto no Sistema Interligado Nacional.
- Resolução 09/2009 - Dispõe sobre o Programa de Atividades no âmbito do MDL.

## **2.2. Política Nacional de Mudanças Climáticas e emissões de GEE**

O Plano Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) incentiva o desenvolvimento de ações colaborativas no Brasil fazendo eco ao esforço mundial de combate às causas desse preocupante, assim criando condições internas para o enfrentamento de suas consequências (PNMC,2008). A PNMC e as ações dela decorrentes são de responsabilidade de todos os cidadãos, recomendando as seguintes medidas:

- i. todos os cidadãos têm o dever de atuar, em benefício das presentes e futuras gerações, para a redução dos impactos decorrentes das interferências antrópicas sobre o sistema climático;
- ii. serão tomadas medidas para prever, evitar ou minimizar as causas identificadas da mudança climática com origem antrópica;
- iii. o desenvolvimento sustentável é a condição para enfrentar as alterações climáticas e conciliar o atendimento às necessidades comuns e particulares das populações que vivem no território nacional;
- iv. as ações de âmbito nacional, atuais, presentes e futuras, devem considerar e integrar as ações promovidas no âmbito estadual e municipal por entidades públicas e privadas;
- v. serão considerados os diferentes contextos socioeconômicos de sua aplicação, a distribuição dos ônus decorrentes entre os setores econômicos e as populações interessadas de modo equitativo e equilibrado,
- vi. serão ponderadas as responsabilidades individuais quanto à origem das fontes emissoras e de seus efeitos climáticos.

A PNMC, em consonância com a os Planos setoriais de mitigação e adaptação às mudanças climáticas, visa à consolidação de uma economia de baixo consumo de carbono com vistas em atender metas gradativas de redução de emissões antrópicas quantificáveis e verificáveis.

Dentre os principais objetivos da PNMC destacam-se:

- i. compatibilizar o desenvolvimento socioeconômico
- ii. proteger o sistema climático;
- iii. fortalecer as remoções antrópicas por sumidouros de GEE;
- iv. promover a adaptação à mudança do clima com a participação e a colaboração dos agentes econômicos e sociais interessados ou beneficiários;
- v. preservar, conservar e recuperar os recursos ambientais, com particular atenção aos grandes biomas naturais tidos como patrimônio nacional;

- vi. consolidar e expandir as áreas legalmente protegidas e os incentivos aos reflorestamentos e à recomposição da cobertura vegetal em áreas degradadas.

Contudo, uma implementação efetiva da PNMC somente poderá ser realizada com base na análise de indicadores específicos de emissões diretas e indiretas de GEE associados aos diversos setores produtivos (Bossel, 1999). Assim, uma tarefa para a criação de uma ECC surge na construção de um conjunto de métricas e indicadores coligados ao metabolismo das atividades desempenhadas. Tais métricas e indicadores têm por finalidade contribuir para a elaboração de um inventário de emissões de GEE, que, por sua vez, orientará as ações de redução de GEE a partir do controle de parâmetros associados aos processos, produtos e rede de relacionamentos.

No entanto, do ponto de vista do marco regulatório de mudanças climáticas, o poder público é o único ator capaz de estabelecer regras para que os esforços de adaptação e mitigação sejam promovidos, não apenas pelos próprios governos, mas também pelos entes privados.

No contexto do seu comprometimento com o desenvolvimento sustentável, o Brasil tem desempenhado um importante papel na elaboração de mecanismos e acordos internacionais destinados a fazer frente aos desafios impostos pelas mudanças climáticas. Dentre as principais ações e experiências que demarcam o posicionamento brasileiro no cenário político mundial, destacam-se:

- atuou como país sede de duas das quatro conferências da UN sobre os temas de sustentabilidade, desenvolvimento sustentável e mudanças climáticas (ECO 92 e Rio +20) (ECO-92, 1992; RIO +20, 2012);
- alcançou posicionamento de liderança na redução das emissões de GEE associadas ao desmatamento e uso da terra, conhecidas como emissões LULUCF1 (WB, 2010; MME, 2013);
- acumulou experiência inédita no setor energético na área de geração hidroelétrica e de biocombustíveis tendo idealizado e o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) do Protocolo de Quioto<sup>3</sup> (Kyoto Protocol, 1998);
- promulgou, em dezembro de 2009, sua *National Policy on Climate Change* (NPCC), instituída por força da Lei nº 12.187/2009<sup>4</sup>;

---

<sup>3</sup> Único mecanismo adicional de implementação que permite a participação de países (partes) não pertencentes ao Anexo I, tais como o Brasil.

<sup>4</sup> Para maiores informações: <http://www.mma.gov.br/clima/politica-nacional-sobre-mudanca-do-clima>.

- comprometeu-se, voluntariamente, a reduzir seus níveis de emissões de GEE entre 36,1% e 38,9%, de modo a atender os níveis de emissões de GEE acordados em âmbito internacional (COP-16/Cancun) projetadas para 2020 (Art. 12 da Lei nº 12.187/2009);
- lançou o Decreto no 7.390/2010, cujo Art. 11 instituiu, a partir de 2012, a obrigatoriedade pela publicação anual de relatórios governamentais de emissões de gases de efeito estufa em formato apropriado para facilitar o entendimento por parte dos segmentos interessados da sociedade.

Conforme documentado no último relatório do Balanço Energético Nacional do Ministério de Minas e Energia (MME, 2013), 42,4% da matriz energética brasileira, cuja geração totaliza 592,8 TWh (hidráulica: 76,9%; biomassa: 6,8%; gás natural: 7,9%; nuclear 2,7%; derivados do petróleo: 3,3%; carvão e derivados: 1,6%; eólica: 0,9%). Associado à essa matriz energética, resulta um total de emissões de GEE de 430 MtCO<sub>2</sub>eq, das quais 48,8% (210 MtCO<sub>2</sub>eq) provem do setor de transportes.

Segundo dados oficiais do governo brasileiro (IPEA, 2011; MME, 2013), as emissões per capita de GEE no Brasil são de 2 tCO<sub>2</sub>eq, valor este significativamente inferior às emissões per capita dos Estados Unidos (17 tCO<sub>2</sub>eq), países da União Européia (7 tCO<sub>2</sub>eq) e China (5 tCO<sub>2</sub>eq). A intensidade de carbono da economia brasileira no ano de 2011 foi aproximadamente de 0,2 kg CO<sub>2</sub>eq/US\$, indicando que, em média, a economia brasileira é menos intensa em carbono que outras economias: 2 vezes menos que a economia americana; 1,4 vezes menos que a européia e 2,8 vezes menos que a economia chinesa. Para cada 1 MWh produzido no ano de 2012, o setor elétrico brasileiro emitiu em média 82 kg CO<sub>2</sub>eq (WB, 2010; MME, 2013).

Apesar de o Brasil ter conseguido reduzir em 1% suas emissões de GEE como resultado de um programa induzido de redução do desmatamento e de concientização pelo uso da Terra e das florestas —de 112,8 Gt CO<sub>2</sub>eq, (2010) para 111,6 Gt CO<sub>2</sub>eq (2011)—, no passado recente presenciou um expressivo crescimento nas emissões provenientes do setor industrial —de 4% (2005) para 7% (2010)— e do setor de produção e uso de energia elétrica<sup>5</sup> —de 16% (2005) para 32% (2010)—, conforme consta de documentos oficiais do governo

<sup>5</sup> Por força do Decreto 7.390/2010 de 12/09/2010, a projeção das emissões nacionais de gases do efeito estufa para o ano de 2020 de que trata o parágrafo único do art. 12 da Lei nº 12.187, de 2009, é de 3.236 milhões tonCO<sub>2</sub>eq, sendo contabilizado para o setor de energia: 868 milhões de tonCO<sub>2</sub>eq.

brasileiro (MCT&I, 2013). Ou seja, no período 2005-2010, apenas esses dois setores da economia brasileira responderam, respectivamente, por 20% e 39% das emissões totais de GEE.

### **2.3. Mitigação e adaptação às mudanças climáticas**

Segundo o IPCC (2007), a adaptação à mudança climática ocorre por meio de ajustes para reduzir a vulnerabilidade às mudanças observadas (ou esperadas) no clima e aos eventos climáticos extremos associados. Essa adaptação pode ocorrer em sistemas físicos, ecológicos e humanos.

No Brasil, a exemplo do que ocorre na maioria dos países em desenvolvimento, os impactos da alteração climática já foram percebidos; as regiões de produção agrícola terão que se adaptar a novas culturas e os estados de zonas costeiras se preocupar com a elevação do nível do mar (ANDI, 2013). Dentre os mecanismos de mitigação de emissões de GEE em nível global destaca-se a flexibilização proposta pelo Protocolo de Quito, em 1997, em particular o MDL, cujo objetivo é estimular trocas comerciais de emissões de carbono auxiliando os países listados no seu Anexo I a cumprirem as metas de redução estabelecidas pela linha de base a partir das emissões de 1990.

Contudo, uma grande variedade de instrumentos e políticas nacionais estão disponíveis para os governos com o intuito de criar incentivos à implementação de medidas de mitigação. Dentre os instrumentos que proporcionam resultados de desempenho destacam-se: a integração abrangente das políticas climáticas; o desenvolvimento de regulamentos e normas de interesse para o setor; a apropriação de impostos e encargos; a concessão de licenças negociáveis e de incentivos financeiros (subsídios e créditos tributários); e a implantação de acordos voluntários entre indústria, governos e instrumentos de informação (IPCC, 2007).

### 3

## Fundamentação teórica: ações/estratégias em mudança climática

Os impactos e consequências que resultam das mudanças climáticas impõem desafios para gestores, líderes governamentais e organizações podendo ameaçar o seu ambiente de negócios, alterar os modos de vida, valores e práticas sociais e gerar conflitos ambientais de difícil superação diante das novas realidades (Michaelowa e Michaelowa, 2011; IPEA, 2011; CDP, 2012a). Dentre as muitas causas indutoras da mudança climática, destacam-se o estilo consumista de vida urbano, a fragmentação dos recursos e serviços ecossistêmicos, o uso intensivo de energia e a alta emissão de GEE (Santos, 2012; IPCC, 2013).

Caberá aos líderes governamentais e não governamentais ter a perspicácia de compreender com cientificidade a complexidade desses processos e superar esses desafios, evitando danos colaterais de medidas remediadoras emergenciais (Hoffmann and Woody, 2008; EEA, 2013; IPCC, 2013). Se adequadamente tratados, a superação desses desafios, nem sempre previsíveis, poderão gerar benefícios para as organizações ao induzir à adoção de novas estratégias de adaptação e mitigação voltadas ao crescimento e desenvolvimento.

Dentre elas, a manutenção e o crescimento da organização com redução de emissões de GEE; a reavaliação de valores, políticas e modelos de gestão; o desenvolvimento de novos produtos, serviços e mercados; a adoção de novos modos de produtividade, competitividade e relacionamentos; o diagnóstico de riscos e oportunidades emergentes; a formulação de normas e políticas mais conscientes; a antecipação e adaptação a novas realidades em tempo hábil, permitindo medidas de prevenção e controle sobre os cenários futuros (Hoffmann et al., 2006; Shardul, 2008; Mills, 2009; CDP, 2012a; 2012b; EEA, 2013).

No que concerne a formulação de estratégias efetivas da gestão de GEE e da sustentabilidade, o desafio que se impõe é compreender o estado atual das ações e intenções existentes nas organizações. Cada qual constitui um universo único, com suas próprias especificidades sociais, econômicas, ambientais e institucionais

(Hoffmann et al., 2006). O desenvolvimento de políticas e estratégias específicas para as organizações requer um acervo de conhecimentos calcados em conceitos científicos e dados confiáveis.

A análise e o tirocínio das lições apreendidas requer diagnósticos detalhados das atividades desempenhadas e entendimento das especificidades. A partir da implementação do Protocolo de Quioto em 1997 (Kyoto Protocol, 1998), muitas organizações passaram a considerar as estratégias voltadas à sustentabilidade e mudança climática como estratégias de negócio (Dyllick e Hockerts, 2002; Hoffmann e Woody, 2008; Lee, 2012; CDP, 2012a, 2012b).

Dentre os principais estudos de caráter científico sobre estratégias corporativas relacionadas à mudança climática e à sustentabilidade, destacam-se:

- “*Corporate environmentalism*” (Hoffmann, 1997)
- “*Climate change strategy*” (Hoffmann, 2004)
- “*Climate strategy*” (Kolk and Pinkse, 2005)
- “*Corporate strategies*” (Hoffmann et al., 2006)
- “*Carbon strategies*” (Hoffman, 2007)
- “*The business response to climate change*” (Jeswani et al., 2008)
- “*The corporate CO<sub>2</sub> strategy*” (Weinhofer and Hoffmann, 2010)
- “*Corporate carbon strategy*” (Lee, 2012).

Tais estudos sinalizam uma vantagem competitiva para as organizações que forem capaz de incorporar a mudança climática em seu planejamento estratégico assegurando-lhes melhores condições para explorar as oportunidades emergentes de um ambiente de negócios em mutação.

Para tal, salientam que as estratégias que preconizam as mudanças climáticas não podem simplesmente constituir-se em *add-on*, como de costume, mas integradas como estratégias prioritárias da organização. As estratégias de negócios em mudança climática e sustentabilidade expressas por metas e planos de execução destinam-se a reduzir emissões de GEE, assim beneficiando a sociedade como um todo.

Conforme comprovam estudos e relatórios discutidos em âmbito internacional (UNEP, 1972; Brundtland, 1987; ECO-92, 1992; Agenda 21, 1992; IPEA, 2011; WBGU, 2011; RIO+20, 2012; WB, 2012; EEA, 2013; IPCC, 2012, 2013), entidades governamentais têm realizado esforços no sentido de estabelecer

considerações e preceitos em estratégias de mitigação e adaptação frente aos desafios impostos pelas mudanças climáticas e sustentabilidade.

Isso ocorre à medida em que a sociedade, ao sinalizar a necessidade de uma transição para uma economia de baixo carbono, busca soluções pragmáticas para reduzir as emissões de GEE, desde que sejam técnica e financeiramente viáveis e cuja implementação seja capaz de contribuir para o desenvolvimento sustentável (GCS, 2013; CDP, 2012a).

### **3.1. Ações críticas relacionadas à sustentabilidade e às mudanças climáticas**

Com vistas a orientar o desenvolvimento deste estudo, um conjunto seletivo de **14 ações críticas** em estratégias corporativas relacionadas à mudança climática e à sustentabilidade foi priorizado. Tais ações foram formuladas com base nos estudos e documentos de referência discutidos neste trabalho. São elas:

1. implantar setor ou departamento específico e/ou especializado para o desenvolvimento de projetos, programas e modelos de gestão;
2. fomentar a discussão desses temas no Conselho de Administração da organização;
3. comprometer a alta administração da organização com ações que visam reduzir e compensar as emissões de GEE;
4. realizar inventários de emissões de GEE;
5. fomentar a publicação de relatórios de inventários de emissões de GEE;
6. promover o desenvolvimento e a utilização de mecanismos financeiros destinados à iniciativas em mudanças climáticas e sustentabilidade;
7. desenvolver projetos de desenvolvimento limpo (MDL) e atuar no mercado nacional e internacional de carbono.
8. realizar análise de riscos e oportunidades no curto, médio e longo prazos no âmbito da agenda de mudanças climáticas e sustentabilidade;
9. adequar-se às normas e políticas emergentes no âmbito da agenda de mudanças climáticas e sustentabilidade;
10. promover o desenvolvimento de novos negócios e estratégias de competitividade;
11. estabelecer atividades que reflitam boas práticas no ambiente de negócios;
12. promover o desenvolvimento de processos eficientes e produtos “verdes”;
13. assegurar o engajamento de *stakeholders* nas questões relacionadas à mudança climática e sustentabilidade;
14. assegurar o relacionamento participativo, comunicativo e transparente com os *stakeholders* e *shareholders*.

Essas **ações críticas** em estratégias corporativas relacionadas à mudança climática e à sustentabilidade fundamentam, na essência, a construção do instrumento de coleta de dados utilizado para consubstanciar o estudo de caso objeto deste trabalho.

### 3.2. Objetivo da pesquisa de opinião

Identificar e analisar as ações e o grau de comprometimento de grandes clientes de uma concessionária de energia elétrica no Brasil face aos desafios impostos pela sustentabilidade e mudanças climáticas.

### 3.3. Metodologia da pesquisa de opinião

A metodologia da pesquisa de opinião intitulada “Pesquisa em sustentabilidade: ações e comprometimento dos grandes clientes de uma concessionária de energia elétrica” compreendeu as seguintes quatro fases:

- **Definição do escopo** – (i) diagnosticar ações e o grau de comprometimento de grandes clientes de uma concessionária de energia elétrica no Brasil com base em diretrizes condensadas em âmbito mundial, sintetizadas nas 14 ações críticas identificadas acima.
- **Definição do universo e amostra da pesquisa** – a partir de um cadastro de 4.674 Grandes Clientes da “Concessionária Light Serviços de Eletricidade S/A”, 162, que efetivamente participam das rodadas estratégicas de negócio promovidas pela concessionária, aceitaram participar da pesquisa. A seleção das organizações considerou os critérios: (i) consumo de energia na média e alta tensão (Aneel, 2012), (ii) disponibilidade de cadastro atualizado, (iii) indicação de um gestor respondente com conhecimentos na área de mudanças climáticas e sustentabilidade e (iv) interesse (voluntário) em participar da pesquisa. Destes 162 clientes, 86 (53%) responderam ao instrumento de coleta de dados, assim constituindo a amostra da pesquisa, que foi estruturada por setores de atuação com base na classificação utilizada pela própria concessionária e pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas. Compõem esta amostra as seguintes classes de unidades consumidoras de energia: 32 empresas do setor **Indústria** (mineradoras, construtoras, fábricas); 28 do **Comércio** (rede de supermercados, centros comerciais, postos de gasolina, prestadoras de serviços); 9 organizações do **Poder Público** (Agências governamentais, bancos, hospitais, ONGs, empresas de transporte); 7 entidades de **Ensino e Pesquisa** (universidades, centros de P&D, centros de capacitação profissional) e 10 do setor de **Turismo**,

**entretenimento e cultura** (grandes centros de lazer, hotéis, redes de rádio e televisão).

- **Concepção do instrumento de coleta de dados** – dado o caráter de pesquisa de opinião, optou-se por um questionário estruturado compreendendo um total de 11 questões centrais (fechadas e não obrigatórias), criteriosamente elaboradas para refletir aderência aos preceitos e recomendações dos estudos e diretrizes internacionais, portanto embasadas nas 14 ações críticas priorizadas na seção 3. A aderência dessas questões às ações críticas e o conteúdo de cada uma dessas encontram-se caracterizados na Tabela 1 que sintetiza, de forma agregada, as respostas recebidas. Essas 11 questões centrais possuem 13 desdobramentos, sendo 8 acessíveis somente para as opções de resposta [SIM] e 5 para as opções de resposta [NÃO]. No total, o questionário apresenta 18 opções de resposta [SIM ou NÃO] e 48 quesitos de múltipla opções de resposta.
- **Aplicação do questionário** – anteriormente ao envio do questionário da pesquisa, uma carta de sensibilização (co-assinada pela universidade responsável pela pesquisa e pela concessionária de energia) foi encaminhada à direção das entidades participantes para explicar o contexto da pesquisa e solicitar indicação de um gestor com conhecimento sobre as ações em mudanças climáticas e sustentabilidade da entidade para atuar como respondente (Anexo A). Somente então o questionário, disponibilizado em ferramenta digital *on-line*, foi encaminhado, assim assegurando familiaridade do respondente ao escopo e abrangência da pesquisa. No curso do período de 60 dias (julho-agosto/2013) o questionário esteve disponível aos interessados e o coordenador da pesquisa interagiu com cada um dos respondentes por telefone e correio eletrônico.

A análise dos resultados da pesquisa fundamentou (i) a proposição do indicador grau de comprometimento dos participantes em aderência às ações críticas priorizadas na seção 3; (ii) a construção de uma métrica para medir o indicador proposto; (iii) o cálculo das emissões de GEE (CO<sub>2</sub>eq) resultantes da geração da energia elétrica consumida pelas unidades consumidoras estudadas e (iv) a avaliação comparativa do grau de comprometimento e emissões de GEE de cada setor da amostra.

## 4

# Resultados e discussão do estudo de caso

**Questão #1**

A organização possui uma Divisão específica para gerenciar atividades (projetos, programas) em SUSTENTABILIDADE (Su) e estratégias de mitigação/adaptação à MUDANÇA CLIMÁTICA (MC)?

1-[SIM] 1-[NÃO]

A empresa pretende criar um setor específico para gerenciar atividades, projetos, programas em Sustentabilidade e estratégias de mitigação e/ou adaptação às Mudanças Climáticas? [SIM] [NÃO]

As mudanças climáticas são discutidas no Conselho de Administração da empresa? [SIM] [NÃO]

---

**Questão #2**

A Organização realiza inventários de suas emissões de GASES EFEITO ESTUFA (GEE)?

2-[SIM] 2-[NÃO]

A empresa realiza projeções anuais de suas emissões de Gases de Efeito Estufa (GHG)? [SIM] [NÃO]

A empresa pretende realizar inventários de emissões de Gases de Efeito Estufa (GHG)? [SIM] [NÃO]

---

**Questão #3**

A Organização conhece os benefícios fiscais/tributários de estímulo à redução de emissões de GASES EFEITO ESTUFA?

3-[SIM] 3-[NÃO]

Indique [x] os benefícios fiscais que conhece.  
 acesso a linhas diferenciadas de financiamento (Fundo Clima, BNDES, Caixa, Banco do Brasil);  redução de impostos (ITBI, ISS, IPTU, IPI, ICMS);  elegibilidade ao mercado verde (mercado de créditos de carbono). [SIM] [NÃO]

A empresa possui interesse em conhecer os benefícios fiscais de estímulo à redução de emissões de Gases de Efeito Estufa (GHG)? [SIM] [NÃO]

---

**Questão #4**

A Organização conhece o MERCADO DE CARBONO? 4-[SIM] 4-[NÃO]

4-[SIM] 4-[NÃO]

Indique com [x] qual estágio a empresa se encontra no mercado de carbono.  possui planos de elaborar um projeto (MDL);  possui projeto de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo MDL em andamento;  já obteve Emissões Certificadas de Carbono (RCEs) para créditos de carbono. [SIM] [NÃO]

A empresa possui interesse em conhecer o mercado de carbono? [SIM] [NÃO]

---

**Questão #5**

A Organização realiza algum tipo de análise periódica de Riscos/Oportunidades em MUDANÇA CLIMÁTICA e SUSTENTABILIDADE? 5-[SIM] 5-[NÃO]

---

**Questão #6**

A Organização percebe a SUSTENTABILIDADE como oportunidade de negócio? 6-[SIM] 6-[NÃO]

---

**Questão #7**

A Organização percebe a SUSTENTABILIDADE como um diferencial competitivo de negócio?

7-[SIM] 7-[NÃO]

A empresa considera que estratégias em sustentabilidade possam contribuir para:  redução de custos fixos;  engajamento dos stakeholders e shareholders;  eficiência estratégica e operacional;  preferência de consumidores, fornecedores e investidores;  desenvolvimento de novos mercados;  pioneirismo e antecipação;  diferenciação da empresa e dos produtos;  melhoria no Branding.

---

**Questão #8**

A Organização desenvolve boas práticas em SUSTENTABILIDADE?

8-[SIM] 8-[NÃO]

Indicar as atividades em Sustentabilidade praticadas pela empresa:  coleta seletiva de lixo;  tratamento de esgoto e efluentes;  geração e/ou utilização de energia renovável;  reciclagem e reaproveitamento de resíduos;  eficiência energética e sistemas otimização de insumos;  educação ambiental;  captação da água da chuva;  logística reversa de seus produtos;  neutralização/compensação de emissão de carbono;  programas de desenvolvimento social;  programas de desenvolvimento cultural;  programas de bem estar profissional;  outros.

---

**Questão #9**

A Organização já participou de algum Programa/Concurso que concede premiação em SUSTENTABILIDADE?

9-[SIM] 9-[NÃO]

A empresa já conquistou alguma premiação em Sustentabilidade? 9-[SIM] 9-[NÃO]

---

**Questão #10**

A ORGANIZAÇÃO conquistou algum SELO ou CERTIFICADO de SUSTENTABILIDADE e EFICIÊNCIA ENERGÉTICA?

10-[SIM] 10-[NÃO]

Quais os selos/certificados nas áreas de Sustentabilidade e Eficiência Energética que a empresa possui?  AQUA (Alta Qualidade Ambiental);  LEED (Leadership in Energy & Environmental Design);  PROCEL Edifica (Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica);  Qualverde: (e) Solar;  FSC (Forest Stewardship Council);  Casa Azul Caixa; (h) ISO14001.

---

**Questão #11**

A Organização divulga suas ações em SUSTENTABILIDADE E MUDANÇAS CLIMÁTICAS?

11-[NÃO] 11-[NÃO]

Quais os canais de comunicação em Sustentabilidade que a empresa utiliza?  relatório de Sustentabilidade;  relatório de "Carbon Disclosure Project" (CDP);  relatório de responsabilidade social empresarial;  relatório anual da empresa;  registro público de emissões de gases de efeito estufa GHG Protocol;  rádio;  televisão;  revistas especializadas;  revistas jornalísticas e comerciais;  internet;  outros.

Figura 7: Estrutura e lógica de encadeamento do questionário da pesquisa

A Figura 7 apresenta o questionário estruturado da pesquisa.

O resultado agregado da “*Pesquisa em sustentabilidade: ações e comprometimento dos grandes clientes de uma concessionária de energia elétrica*” é apresentado nas Tabelas 1 e 2, que resumem em termos absolutos (total de respondentes) e percentual, as respostas dos questionários preenchidos pelas empresas e organizações (grandes clientes da Light) que aceitaram participar da pesquisa. A Figura 7 ilustra a estrutura das 11 questões com seus treze desdobramentos que compõem o questionário da pesquisa.

Tabela 1 apresenta as tabulações das respostas recebidas para as 11 questões centrais, seus 13 desdobramentos com opções de resposta, as ações críticas associadas a cada questão.

**Tabela 1: Tabulação das respostas do questionário e desdobramentos**

Questão #	Referência às Ações Críticas	Questões do Questionário da Pesquisa [“Pesquisa em sustentabilidade: ações e comprometimento dos grandes clientes de uma concessionária de energia”]	Total de Respostas		Respostas Afirmativas [SIM]		Respostas Negativas [NÃO]	
			#	(%)	#	(%)	#	(%)
Questão #1	# 1 e 2	<b>A organização possui uma Divisão específica para gerenciar atividades (projetos, programas) em SUSTENTABILIDADE (Su) e estratégias de mitigação/adaptação à MUDANÇA CLIMÁTICA (MC)?</b>	86	100,0	25	29,0	61	71,0
		1-[NÃO] Pretende criar esta Divisão?	61	100,0	15	24,5	46	75,5
		1-[NÃO] Hoje, esses temas (Su, MC) são discutidos no Conselho de Administração da Organização?	61	100,0	8	13,1	53	86,9
Questão #2	# 3, 4 e 5	<b>A Organização realiza inventários de suas emissões de GASES EFEITO ESTUFA (GEE)?</b>	86	100,0	10	11,6	76	88,4
		2-[SIM] Realiza projeções anuais de suas emissões de GEE?	10	100,0	8	80,0	2	20,0
		2-[NÃO] Pretende realizar inventários de GEE?	74	97,4	20	27,0	54	73,0
Questão #3	# 6	<b>A Organização conhece os benefícios fiscais/tributários de estímulo à redução de emissões de GASES EFEITO ESTUFA?</b>	85	99,0	21	24,7	64	75,3
		3-[SIM] Dentre as opções listadas, indicar os benefício fiscais/tributários que conhece: (ver opções na linha 3-[SIM] da TABELA 2)						
		3-[NÃO] Possui interesse em conhecer esses benefícios fiscais/tributários?	64	100,0	56	87,5	8	12,5
Questão #4	# 7	<b>A Organização conhece o MERCADO DE CARBONO?</b>	32	37,2	13	40,6	19	59,4
		4-[SIM] Dentre as opções listadas indicar aquelas aplicáveis (ver opções na linha 4-[SIM] da TABELA 2)						
		4-[NÃO] Possui interesse em conhecer este Mercado?	19	100,0	13	68,4	6	31,6
Questão #5	# 8, 9 e 10	<b>A Organização realiza algum tipo de análise periódica de Riscos/Oportunidades em MUDANÇA CLIMÁTICA e SUSTENTABILIDADE?</b>	25	29,0	7	28,0	18	72,0
Questão #6	# 10 e 13	A Organização percebe a SUSTENTABILIDADE como oportunidade de negócio?	84	97,7	76	90,5	8	9,5
Questão #7	# 10 e 13	<b>A Organização percebe a SUSTENTABILIDADE como um diferencial competitivo de negócio?</b>	86	100,0	82	95,4	4	4,6
		7-[SIM] Dentre as opções oferecidas, indicar que contribuições resultam da estratégia de Sustentabilidade: (ver opções na linha 7-[SIM] da TABELA 2)						
Questão #8	# 11 e 13	<b>A Organização desenvolve boas práticas em SUSTENTABILIDADE?</b>	86	100	86	100	0	0
		8-[SIM] Dentre as opções oferecidas, indicar aquelas efetivamente praticadas: (ver opções na linha 8-[SIM] da TABELA 2)						
Questão #9	# 12 e 13	<b>A Organização já participou de algum Programa/Concurso que concede premiação em SUSTENTABILIDADE?</b>	25	29,0	4	16,0	21	84,0
		9-[SIM] No contexto desta iniciativa indicar se já conquistou alguma premiação?	4	4,6	4	100,0	0	0
Questão #10	# 9 a 13	<b>A ORGANIZAÇÃO conquistou algum SELO ou CERTIFICADO de SUSTENTABILIDADE e EFICIÊNCIA ENERGÉTICA?</b>	86	100,0	13	15,0	73	85,0
		10-[SIM] Dentre as opções listadas, indicar o Selos e Certificados conquistados:						
Questão #11	# 5 e 14	<b>A Organização divulga suas ações em SUSTENTABILIDADE e MUDANÇAS CLIMÁTICAS?</b>	18	20,9	18	100	0	0
		11-[SIM] Dentre as opções oferecidas, indicar os meios de comunicação utilizados: (ver opções na linha 11-[SIM] da TABELA 2)						

Já a Tabela 2 identifica as ações críticas refletidas nessas questões e resume a tabulação dos 6 desdobramentos de quesitos com múltiplas opções de resposta (totalizando 48 quesitos). Cada um desses resultados é discutido na seção subsequente, à luz dos estudos e diretrizes das organizações regionais e internacionais envolvidas com temas afetos à sustentabilidade e às estratégias de mitigação e adaptação às mudanças climáticas.

**Tabela 2: Tabulação das respostas do questionário (múltiplas opções)**

Desdobramentos das Questões da Pesquisa (opção Múltipla-Escolha)	Total Respostas		Alternativas de Múltipla Opções de Resposta	Total de Respostas	
	#	(%)		#	%
3-[SIM] Dentre as opções listadas, indicar os benefícios fiscais/tributários que possam promover a redução de EMISSÃO DE GASES EFEITO ESTUFA (GEE)?	20	95,2	a. acesso à linhas diferenciadas de financiamento b. redução de impostos c. elegibilidade ao mercado verde – mercado de carbono	13 9 10	65 45 50
4-[SIM] Dentre as opções listadas indicar o estágio em que a companhia se encontra no MERCADO DE CARBONO?	7	53,8	a. possui planos de elaborar um projeto b. possui projeto de MDL em andamento c. já obteve créditos de carbono (RCEs, Emissões Certificadas)	5 2 1	71,4 28,6 14,3
7-[SIM] Dentre as opções oferecidas, indicar que contribuições resultam da estratégia de SUSTENTABILIDADE:	82	100,0	a. redução de custos fixos b. engajamento dos stakeholders e shareholders c. eficiência estratégica e operacional d. preferência de consumidores, fornecedores e investidores e. desenvolvimento de novos mercados f. pioneirismo e antecipação g. diferenciação da empresa e dos produtos h. melhoria no Branding i. outros	64 30 54 54 43 45 57 22 0	78,8 36,6 65,8 65,8 52,4 54,8 69,5 26,8 0
8-[SIM] Dentre as opções oferecidas, indicar quais as atividades em SUSTENTABILIDADE que são efetivamente praticadas pela organização:	86	100	a. coleta seletiva de lixo b. tratamento de esgoto e efluentes c. geração e/ou utilização de energia renovável d. reciclagem e reaproveitamento de resíduos e. eficiência energética e sistemas otimização de insumos f. educação ambiental g. captação da água da chuva h. logística reversa de seus produtos i. neutralização/compensação de emissão de carbono j. programas de desenvolvimento social l. programas de desenvolvimento cultural m. programas de bem estar profissional n. outros	69 56 25 60 36 44 28 17 12 43 31 44 2	80,2 65,1 29,0 69,8 41,8 51,1 32,6 19,8 14,0 50,0 36,0 51,1 2,3
10-[SIM] Dentre as opções listadas, indicar o SELOS e CERTIFICADOS conquistados em SUSTENTABILIDADE e EFICIÊNCIA ENERGÉTICA:	13	15,1	a. AQUA (Alta Qualidade Ambiental) b. LEED (Leadership in Energy & Environmental Design) c. PROCEL Edifica (Programa Nacional Conservação Energia) d. Qualiverde e. Solar f. FSC (Forest Stewardship Council) g. Casa Azul Caixa h. ISO14001 i. outros	0 3 1 1 1 4 0 1 0	0 23,0 7,7 7,7 7,7 30,8 0 7,7 0
11-[SIM] Dentre as opções oferecidas, indicar os meios de comunicação utilizados pela organização para divulgar suas atividades em SUSTENTABILIDADE e MUDANÇAS CLIMÁTICAS:	18	20,9	a. relatório de sustentabilidade b. relatório de “Carbon Disclosure Project” (CDP) c. relatório de responsabilidade social empresarial d. relatório anual da empresa e. registro público de emissões de GHG (GHG Protocol) f. rádio g. televisão h. revistas especializadas i. revistas jornalísticas e comerciais j. internet l. outros	7 0 0 8 1 1 1 4 4 8 2	38,9 0 0 44,4 5,5 5,5 5,5 22,2 22,2 44,5 11,1

#### 4.1. Análise das respostas questão-a-questão

A seguir, cada uma das onze questões centrais que fundamentam o questionário são analisadas vis-à-vis conformidade com as diretrizes das organizações internacionais afetas às questões essências da sustentabilidade e ao

preocupante fenômeno das mudanças climáticas. Ou seja, às quatorze ações críticas elencadas na seção 3.1 deste trabalho.

**Questão #1:** Apenas 29% dos respondentes participantes da pesquisa declararam possuir uma divisão específica em suas organizações para tratar de temas relacionados às mudanças climáticas e sustentabilidade, seguidos de 25% dos respondentes que, embora não disponham deste setor, planejam implementá-lo. Juntos, apenas 47% dos respondentes já implementaram ou possuem a intenção de fazê-lo. Apenas 13% das organizações declaram já ter discutido temas relacionados às mudanças climáticas em seu Conselho de Administração.

Estes resultados reforçam a tese de que os desafios impostos pelas mudanças climáticas e sustentabilidade nos mercados, políticas públicas e mundo físico são de natureza complexa e caráter emergente (Hoffmann et al., 2006; Hoffmann and Woody, 2008; IPEA, 2011; CDP, 2012a, 2013). O desenvolvimento de estratégias de negócios em resposta a esses desafios requer amplo conhecimento multidisciplinar e a necessidade de conscientização e engajamento dos gestores para fazer frente aos desafios impostos para as organizações e os mercados (Kolk and Pinkse, 2005; Weinhofer and Hoffmann, 2010; CDP, 2013).

A experiência das organizações que implementaram um setor específico para desenvolvimento de projetos, programas e modelos de gestão parece mostrar que a iniciativa facilita a integração das ações voltadas às mudanças climáticas e sustentabilidade assim contribuindo para o processo de tomada de decisão (ACGE, 2011). Esta questão #1 reflete as conclusões do recente *Global Corporate Sustainability Report* (GCS, 2013) publicado pelas Nações Unidas que reúne opiniões de 1712 organizações em 113 países.

O relatório mostra que 46% das organizações incorporam a sustentabilidade às suas funções corporativas mais relevantes; 90% discute regularmente a sustentabilidade em suas agendas, enquanto 65% das avaliações de políticas ou estratégias em sustentabilidade são realizadas pelo *Chief Executive Officer* (CEO) da organização.

**Questão #2:** Apenas 12% dos respondentes declararam realizar inventários de suas emissões de GEE e, destes, 80% realizam projeções anuais de emissões de GEE. Dentre a maioria que não realiza inventário de emissões de GEE, apenas 20% pretende realizá-lo. Os inventários de projeções anuais de emissões de GEE

constituem-se em pré-requisitos essenciais na busca da sustentabilidade e no desenvolvimento de estratégias corporativas que visam mitigar e adaptar mudanças climáticas (Hoffmann et al., 2006; CDP, 2012a, 2012b, 2012c, 2013).

Considerando a premência e a urgência da redução de emissões de GEE estabelecida pelas diretrizes internacionais (ECO92, 1992; RIO+20, 2012; WBGU, 2011; WB, 2012; IPCC, 2007, 2012, 2013), considera-se preocupante o baixo comprometimento em ações de quantificação e mitigação de emissões de GEE mostrado pela pesquisa. Mais especificamente quando comparado com estudos similares (CDP 2012a, 2013), que apontam uma forte tendência mundial de incorporar os temas sustentabilidade e mudanças climáticas às estratégias das organizações.

Se por um lado os resultados indicam uma falta de alinhamento e aderência por parte das empresas às recomendações da política brasileira de mudanças climáticas, por outro explica o expressivo crescimento das emissões provenientes da geração para suprir o consumo de energia elétrica no país, que cresceu de 20% (2005) para 39% (2010).

As emissões de GEE podem ser relatadas pela organização em uma variedade de formas. Com vistas a assegurar um posicionamento claro perante o mercado e perante a política brasileira de mudanças climáticas, é necessário que a organização faça uso de métricas e ferramentas de cálculo de confiabilidade com base em padrões reconhecidos internacionalmente. *Guidelines*, categorização das fontes relevantes de emissões e métricas para a quantificação das emissões de GEE encontram-se gratuitamente disponíveis nas páginas web de organizações internacionais afetas ao tema (e.g.: *World Resources Institute*, WRI; *World Business Council for Sustainable Development*, WBCSD e *Greenhouse Gas Protocol*, GHG Protocol).

**Questão #3:** Embora 99% das organizações tenham respondido à questão relacionada aos benefícios fiscais/tributários de incentivo à redução de emissões GEE, apenas 25% declaram conhecê-los. Desta minoria, 65% declaram conhecer as linhas diferenciadas de financiamento disponíveis no Brasil (BNDES, CEF, BB)<sup>6</sup>; 45% os programas de redução de impostos (ITBI, ISS, IPTU, IPI e ICMS)<sup>7</sup>;

---

<sup>6</sup> BNDES: Banco Nacional do Desenvolvimento; CEF: Caixa Econômica Federal; BB: Banco do Brasil.

e 50% os critérios de elegibilidade ao mercado verde (mercado de créditos de carbono).

Da maioria que declarou não conhecer os benefícios fiscais disponíveis, 88% declaram interesse em conhecê-los. Este baixo nível de conhecimento sobre os benefícios fiscais de estímulo à redução de emissões de GEE disponíveis no país é igualmente preocupante dado que se constituem importantes mecanismos para o estabelecimento de soluções que sejam técnica e financeiramente viável e cuja implementação pode contribuir para uma economia de baixo carbono.

Tais mecanismos criam condições financeiras para que as organizações possam responder e se adaptar aos riscos e ameaças impostos pelas mudanças climáticas (Kyoto Protocol, 1998; IPEA, 2011). Orientam, também, sobre alternativas de investimentos em áreas prioritárias, assegurando que a direção e os objetivos das organizações sejam integrados às metas da política brasileira de mudanças climáticas e às diretrizes recomendadas por organismos internacionais (Hoffmann et al., 2006; RIO+20, 2012, WB, 2012; CDP, 2012a, 2012b, 2013).

A baixa atratividade a tais benefícios sugere, entretanto, uma falta de cultura empresarial sobre suas vantagens para a melhoria do branding e posicionamento competitivo da organização no mercado ou ineficiência dos mecanismos de concessão.

**Questão #4:** Apenas 37% das organizações participantes responderam à questão relacionada ao conhecimento do mercado de carbono e, destas, 41% declararam conhecê-lo. Dentre as que conhecem, 71% declaram possuir planos para elaborar um projeto MDL; 27% possuem projeto MDL em andamento e 14% já possuem certificados de créditos de carbono.

Dentre o reduzido nicho de organizações que declararam não conhecer o mercado de carbono, 68% demonstrou interesse em conhecê-lo. O mercado mundial de carbono contribui para a implementação de projetos que objetivam a redução de emissões GEE nos mais diversos setores produtivos (WB, 2010, 2011). Embora louvável a conquista brasileira pela terceira posição em 2011 dos

---

<sup>7</sup> ITBI: Imposto sobre a Transmissão de Bens Imóveis; ISS: Imposto sobre Serviços; IPTU: Imposto Predial e Territorial Urbano; IPI: Imposto sobre Produtos Industrializados; ICMS: Imposto (estadual) sobre Circulação de Mercadoria e Serviço.

países com maior número de projetos MDL (BM&FBovespa, 2011), este resultado ainda reflete uma ação incipiente face às metas internacionais.

O desenvolvimento de projetos de MDL contribui para o estabelecimento de uma economia de baixo carbono, quer pela geração de créditos de carbono quer pela cultura e aprendizado na gestão das emissões de gases de efeito estufa nas organizações (BM&FBovespa, 2011; CDP, 2012a, 2012b, 2012c, 2013; WB, 2012).

**Questão #5:** Um pequeno percentual de 29% de organizações responderam a esta questão que indaga sobre a realização de algum tipo de análise periódica de riscos/oportunidades no âmbito das mudanças climáticas e sustentabilidade. Apenas 28% responderam positivamente. A realização de análises de riscos e oportunidades relacionadas às mudanças climáticas e à sustentabilidade possui, no curto, médio e longo prazos, distintos impactos (IPEA, 2011; CDP, 2013).

Contribui para o planejamento e para a imagem da organização perante o mercado, subsidia o governo sobre a emergência de políticas públicas de incentivo, explicita as vulnerabilidades da organização perante os riscos e ameaças e estimula a elaboração de estratégias de adequação e adaptação às mudanças climáticas (IPEA, 2011; EEA, 2013, CDP, 2013).

Contribui, também, para o aprendizado organizacional já que a compreensão das especificidades locais fortalece a capacidade da organização de se antecipar e minimizar os perigos futuros (Hoffmann et al., 2006; CDP, 2012a, 2013). Sua realização requer, entretanto, um engajamento efetivo dos stakeholders no trato das questões globais e locais de interesse comum e na busca de soluções inovadoras que sejam capaz de incorporar o conhecimento científico, à luz de probabilidades e limiares reativos, contrapondo-se ao uso de dados estatísticos do passado.

Os riscos e oportunidades devem ser identificados a partir da compreensão das emissões de GEE, atual e futura, no contexto de uma sociedade e economia com restrição de carbono atual e futura. A falta de hábito no desenvolvimento de análises de riscos e oportunidades que resultam das ameaças de mudanças climáticas e sustentabilidade sugere que estes temas ainda não foram incorporados à estratégia de negócios das empresas, expondo-as a riscos econômicos, físicos e regulatórias e a vulnerabilidades de imagem.

O estudo realizado pela *Carbon Disclosure Capture* colheu opiniões e intenções de 379 organizações de diversos setores (CDP, 2012a) que representam os interesses 655 investidores cujo patrimônio totaliza US\$ 78 trilhões”. Dentre seus resultados, o estudo indicou que 81% das organizações estão atentas aos riscos físicos associados à mudança climática em seu ambiente de negócios; mais especificamente, 83% aos riscos regulatórios e 63% aos riscos de reputação e comportamento do consumidor.

Outra vertente da pesquisa revelou que 64% dos respondentes declararam estar atentos às oportunidades associadas às consequências físicas da mudança climática, 80% às consequências regulatórias e 68% às consequências de reputação e comportamento do consumidor.

**Questão #6:** Com elevado grau de participação (98%) nesta questão, 91% dos respondentes declaram perceber a sustentabilidade como uma oportunidade de negócio. Embora louvável que a sustentabilidade constitua-se de fato como uma efetiva oportunidade de negócio para a maioria das organizações (e não apenas um custo adicional), este entendimento constitui um apenas primeiro passo na busca de novos valores, produtos, processos, relacionamentos e mercados.

Pensar sustentabilidade no mundo dos negócios é dar início a um longo ciclo de aprendizado em que questionamentos não tradicionais com respostas não triviais estabelecem novos desafios e regras do jogo (Kolk e Pinkse, 2005; Hoffmann et al., 2006; GCS, 2013).

Nessa perspectiva, dentre os questionamentos cabíveis deste longo ciclo de aprendizado, destacam-se: quais produtos serão bem sucedidos em um mercado restrito de emissões de GEE? Como direcionar a pesquisa, desenvolvimento e inovação para solucionar as demandas desafiadoras da sustentabilidade e mudanças climáticas? Como se comunicar de forma clara e transparente com os stakeholders? Que critérios criativos e conscientes devem balizar a escolha de matérias primas de baixo impacto e alternativas renováveis de energia? Como contribuir para a reavaliação do comportamento de consumo da sociedade por meio de produtos e tecnologias verdes?

**Questão #7:** Da totalidade dos respondentes que exprimiram opinião sobre a questão que indaga se a organização percebe a sustentabilidade como um diferencial competitivo, 95% dos respondentes confirmaram a assertiva. No desdobramento desta questão, 79% consideram que as estratégias em

sustentabilidade podem contribuir para a redução de custos fixos; 37% percebem o engajamento dos stakeholders e shareholders; 66% entendem a sustentabilidade como eficiência estratégica e operacional; 66% como uma preferência de consumidores, fornecedores e investidores; 52% como oportunidade para o desenvolvimento de novos mercados; 55% como ação de pioneirismo e antecipação; 70% como estratégia de diferenciação da organização, de seus produtos e serviços e 27% como opção para melhoria no branding.

O entendimento de que a sustentabilidade possa constituir-se em diferencial competitivo induz à adoção do “green branding” e à criação e aproveitamento de oportunidades emergentes (Weinhofer e Hoffmann, 2010; Dahrl, 2010; First e Khatriwal, 2010; Junquera et al., 2012; CDP 2012a, 2012b). Na busca deste diferencial, a organização deve identificar as melhores práticas e soluções voltadas às mudanças climáticas e sustentabilidade, avaliar sua exposição às restrições impostas pelo controle de emissões GEE e compreender como tais fatores podem alterar o seu posicionamento no mercado.

As organizações devem considerar o seu perfil de emissões de GEE em relação a seus pares no mercado, a posição do setor em relação a outros setores, os desenvolvimentos regulatórios futuros potencialmente relevantes, as tendências de custos de insumos e possíveis mudanças nas preferências dos clientes (Hoffmann et al., 2006; IPEA, 2011; Davies e Mullin, 2011).

A percepção expressa pela maioria das empresas de que a sustentabilidade constitui-se de fato em oportunidade de negócio (declarado por 91%) e diferencial competitivo indica que existe consenso sobre a necessidade de priorização de uma agenda de sustentabilidade.

**Questão #8:** A totalidade dos respondentes identificou as boas práticas de sustentabilidade que são realizadas em suas organizações. Para 80% dos respondentes: coleta seletiva de lixo; 65%: tratamento de esgoto e efluentes; 29%: geração e/ou utilização de energia renovável; 70%: reciclagem e reaproveitamento de resíduos; 42%: eficiência energética e sistemas otimização de insumos; 51% educação ambiental; 33%: captação da água da chuva; 20%: logística reversa de seus produtos; 14%: neutralização e/ou compensação de emissão de carbono; 50%: programas de desenvolvimento social; 36%: programas de desenvolvimento cultural; 51%: programas de bem estar profissional e 2%: para outros (opções não listadas no questionário).

Em sintonia com os estudos citados neste trabalho, essa lista de opções de atividades reflete um conjunto de desafios impostos pelas mudanças climáticas e sustentabilidade nas operações básicas da organização, sinaliza as melhores práticas no ambiente de negócios e identifica o grau de comprometimento e a integração destes temas em suas ações cotidianas.

Tais atividades contribuem, também, para a sensibilização, conscientização e engajamento dos *stakeholders* na busca do bem estar da comunidade local, preservação dos recursos e serviços ecossistêmicos e da sustentabilidade da própria organização (Hoffmann et al., 2006; ISO, 2008; EPRA, 2011).

**Questão #9:** Apenas 25 (29%) das 86 entidades participantes da pesquisa responderam à questão que indaga sobre a participação em algum Programa/Concurso que concede premiação em sustentabilidade. Das 4 organizações que responderam positivamente, todas declaram terem sido premiadas. A participação em programas de premiação é considerada uma prática saudável e indutora de motivação.

Estimula o engajamento dos stakeholders nos desafios e conquistas da organização; facilita o acesso a avaliações multidisciplinares de suas atividades, ações, produtos e processos em sustentabilidade e mudanças climáticas; fortalece a exposição da organização ao julgamento e críticas de avaliadores externos de diferentes áreas de formação e atuação; favorece o acesso a benefícios financeiros estratégicos e a conquista de títulos de liderança no mercado.

**Questão #10:** Da totalidade dos respondentes que se manifestaram sobre a questão que averigua sobre a conquista de selos e certificados em sustentabilidade e eficiência energética, apenas 15% declararam possuí-los. Foram os seguintes os selos/certificados conquistados<sup>8</sup>: total de 3 para a certificação LEED; 1 para o selo PROCEL Edifica; 1 para o Selo Qualiverde; 1 para o Selo Solar; 4 para a certificação FSC; 1 para a certificação ISO14001.

A certificação AQUA e o Selo Casa Azul Caixa não foram conquistados por nenhuma das organizações participantes da pesquisa. A conquista de selos e certificados em sustentabilidade e eficiência energética contribui para a credibilidade e posicionamento competitivo da organização no mercado verde

---

<sup>8</sup> LEED: Leadership in Energy & Environmental Design; PROCEL Edifica Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica; FSC: Forest Stewardship Council; AQUA: Alta Qualidade Ambiental.

(Hoffmann et al., 2006; ISO, 2008; EHHI, 2010). Sinaliza para o mercado que, ao obtê-los, a organização encontra-se em conformidade com um conjunto de normas e diretrizes nacionais e internacionais que preconizam a gestão e operação de matérias primas, resíduos, produtos e processos mais eficientes, confiáveis e limpos. Os selos e certificados facilitam as negociações com o mercado e auxiliam na transferência de conhecimentos e tecnologias (ISO, 2008).

**Questão #11:** Apenas 21% dos respondentes declaram divulgar suas ações em sustentabilidade e mudanças climáticas, dentre elas: (7) declaram fazer uso do Relatório de sustentabilidade como meio de comunicação; (8) do Relatório anual da empresa; (1) do GHG Protocol - registro público de emissões de gases de efeito estufa; (1) do Rádio; (1) da Televisão; (4) de Revistas especializadas; (4) de Revistas jornalísticas e comerciais; (8) de Internet e (2) de Outros meios. Nenhum dos respondentes selecionou as opções Relatório “*Carbon Disclosure Project*” e Relatório de responsabilidade social empresarial.

A disseminação de conhecimentos e a publicação de relatórios de sustentabilidade e de emissões de GEE contribuem para o relacionamento participativo, comunicativo e transparente com os *stakeholders* e *shareholders* (GRI, 2013; CDP, 2012a). Os relatórios ajudam as organizações a estabelecerem ações, metas, métricas, indicadores e modelos de gestão em sustentabilidade e mudanças climáticas, atribuindo eficácia às suas operações (CDP, 2012b; 2012c; 2013).

Colaboram para uma melhor compreensão dos efeitos das ações adotadas no desenvolvimento e planejamento estratégico da organização, agrega valor às informações, tornando-as acessíveis e comparáveis, assim subsidiando os stakeholders em sua tomada de decisão (Hoffmann et al., 2006; GRI, 2013). Faz-se portanto necessário divulgar os impactos das ações da organização e suas estratégias de mitigação e adaptação às mudanças climáticas para meio ambiente, economia e sociedade como um todo (GCS, 2013).

#### **4.2.**

#### **Análise setorial e grau de comprometimento**

O grau de comprometimento das organizações participantes da pesquisa com as diretrizes internacionais que preconizam ações de sustentabilidade e de estratégias de mitigação e adaptação às mudanças climáticas (sintetizadas pelas 14

ações críticas elencadas na seção 3) foi avaliado com base em indicador (*IC*) e métrica propostos neste trabalho<sup>9</sup>.

#### 4.2.1. Indicador e métrica

Definido pela Equação (1), o indicador *IC* contabiliza e pondera o total de respostas [SIM] selecionadas pelos respondentes (Tabela 1) e o total de quesitos selecionados (Tabela 2). O indicador de comprometimento *IC* pode ser calculado pela Equação (1):

$$IC (\%) = \frac{1}{2N} \left( \frac{1}{D_Y} \sum_{n=1}^{n=18} Y_n + \frac{1}{D_M} \sum_{m=1}^{m=48} M_m \right) \times 100 \quad (1)$$

Nesta expressão: *N* denota o total de entidades participantes da pesquisa; *D<sub>Y</sub>* o total de opções de resposta [SIM] exigidas para a pontuação máxima; *D<sub>M</sub>* o total de quesitos exigidos para a pontuação máxima; *Y<sub>n</sub>*; a pontuação para cada resposta [SIM]; *M<sub>m</sub>* a pontuação para cada múltipla escolha selecionada e *n* e *m* os índices contadores do operador somatório (os quais contabilizam as respostas [SIM] declaradas nas 18 opções de respostas [SIM] ou [NÃO] e nos 48 quesitos de múltipla escolha disponíveis no questionário).

Em função da lógica adotada na estruturação do Questionário, que redireciona o respondente para as rotas do [SIM] ou do [NÃO] impostas por cada uma das 11 questões principais (Tabela 1), a métrica inclui um contador que totaliza as opções positivas selecionadas. Essa é a pontuação que estabelece a aderência da organização participante da pesquisa às questões críticas que fundamentaram o questionário.

Assim, evitando dupla pontuação, 11 das 18 alternativas [SIM] totalizam a nota máxima atribuída ao respondente. Similarmente, um total de 23, dentre as 48 possíveis respostas múltipla-escolha (ver Tabela 2) totalizam a nota máxima atribuída aos respondentes nesses quesitos, assim flexibilizando as opções de respostas ao perfil de atuação que é próprio de cada setor (e.g.: não parece

<sup>9</sup> Para preservar a confidencialidade individual das organizações participantes, apenas dados agregados são aqui reportados. O resultado do Indicador *IC* para cada uma das organizações não foi portanto divulgado.

razoável questionar se uma empresa com baixo consumo de energia elétrica possui geração de energia renovável quando o custo/benefício desse investimento ainda não é atraente; tampouco parece razoável indagar de uma prestadora de serviços sobre medidas de tratamentos de afluentes e/ou de logística reversa de produtos que não fabrica).

Introduzidas essas restrições de balizamento do indicador no modelo proposto, os parâmetros totalizadores das opções de resposta de questões e quesitos, assumem, respectivamente, os seguintes valores:  $D_Y = 11$  e  $D_M = 23$ .

A Equação (1) pode, então, ser utilizada para calcular o valor do indicador *grau de comprometimento* para as seguintes três situações: (i) grau de comprometimento de cada uma das organizações participantes da pesquisa ( $N=1$ ); (ii) do setor a que se enquadram ( $N$  denota o total de participantes enquadrados no setor) e (iii) da amostra das 86 organizações participantes como um todo ( $N=86$ ).

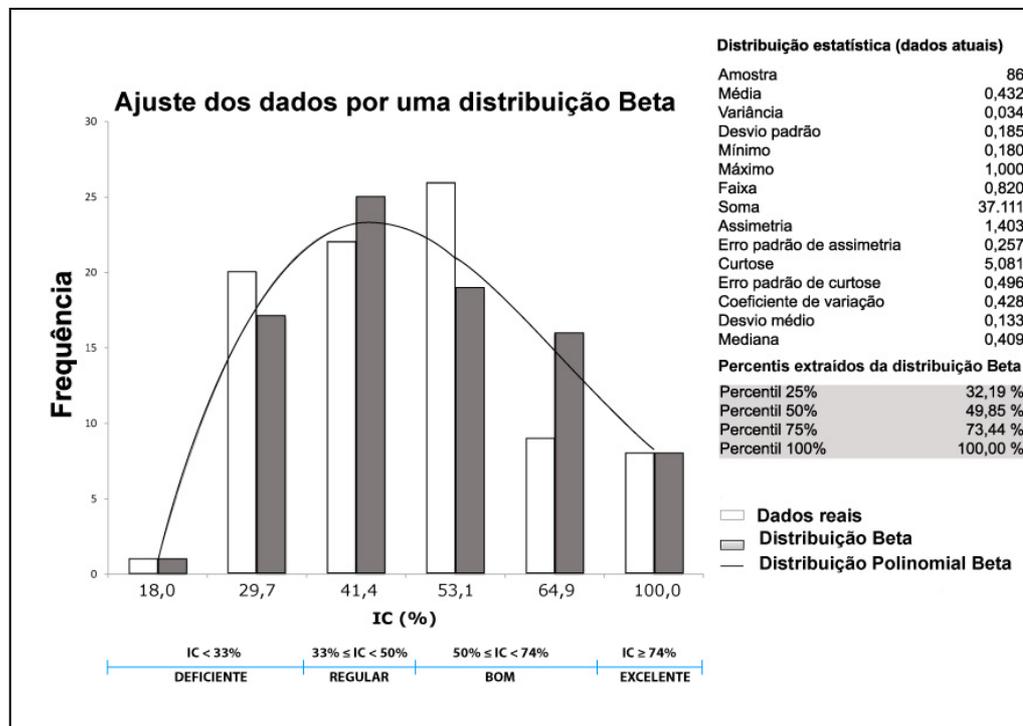
#### 4.2.2. Tratamento estatístico dos dados

A Figura 1 resume a análise estatística dos dados, que encontra-se detalhada no Anexo C deste trabalho. Embora a média amostral (0,432) do *Índice de Comprometimento (IC)* esteja próximo da mediana (0,409) —o que poderia sugerir uma distribuição normal— o teste de hipótese “qui quadrado” ( $\chi^2$ ) realizado para um nível de confiança de 99% (nível de significância de 1%) confirma que os dados reais seguem uma distribuição Beta com parâmetros  $\alpha = 2,67$  e  $\beta = 3,52$ . A partir dessa distribuição foi possível definir as linhas de corte da classificação adotada em função dos percentis referentes a 25%, 50%, 75% e 100% da amostra estudada, ou seja:

- **EXCELENTE:** [ $IC > 74\%$ ], para as organizações que responderam [SIM] no intervalo de assertividade 74-100%;
- **BOM:** [ $50\% \leq IC < 74\%$ ];
- **REGULAR:** [ $33\% \leq IC < 50\%$ ] e
- **DEFICIENTE:** [ $IC < 33\%$ ].

Com base no **valor do** Indicador *IC* calculado para cada uma das empresas participantes ( $N = 1$ ) foi calculado o valor associado de *IC*, assim produzindo

uma base de dados para tratamento estatístico e para enquadramento das empresas e organizações participantes da pesquisa segundo o seu grau de comprometimento com as diretrizes de conceituadas organizações afetas aos temas da sustentabilidade e mudanças climáticas.



**Figura 8:** Estatístico para enquadramento por grau de comprometimento (*IC*)

Tomando essa métrica como referência, o grau de comprometimento *IC* foi também calculado para a amostra como um todo ( $N = 86$ ) com base nos dados das Tabelas 1 e 2, que resumem as opções de respostas dos respondentes, questão-a-questão. No contexto de uma perspectiva setorial, o grau de comprometimento foi recalculado para cada classe da amostra estratificada segundo os cinco setores referenciados neste trabalho; i.e.: **Indústria** ( $N = 32$  empresas); **Comércio** ( $N = 28$  empresas); **Poder Público** ( $N = 9$  organizações); **Ensino & Pesquisa** ( $N = 7$  entidades) e **Turismo, Entretenimento & Cultura** ( $N = 10$  organizações). Aplicando-se a metodologia de cálculo para cada um desses extratos da amostra global, e contabilizando os subtotais de respostas [SIM] (reportados na Tabela 1) e de múltipla opções de resposta (selecionados na Tabela 2), foi possível calcular o grau de comprometimento *IC* de forma estratificada.

Os resultados obtidos são mostrados na parte esquerda da Tabela 3 abaixo, portanto permitindo comparar os setores entre si, cada qual revelando suas especificidades.

**Tabela 3: Comprometimento por setor e total de emissões de GEE (t CO<sub>2</sub>eq)**

Unidades consumidoras por setor econômico	INDICADOR DO GRAU DE COMPROMETIMENTO COM DIRETRIZES INTERNACIONAIS (IC)						Consumo médio anual de energia elétrica		(*) Média anual equivalente de emissão de GEE	
	MÉDIA (%)	TOTAL	EXCELENTE	BOM	REGULAR	DEFICIENTE	por setor (MWh)	por unidade consumidora (MWh)	por setor (tCO <sub>2</sub> eq)	por unidade consumidora (tCO <sub>2</sub> eq)
Educação & Pesquisa	46.9	7	1	1	2	3	102.482	14.64,3	10.453	1.493,3
Indústria	45.2	32	2	7	17	6	167.368	5.230,3	17.071	533,5
Poder Público	43.5	9	1	1	4	3	235.298	26.144,2	24.000	2.666,7
Comércio	43.2	28	1	5	17	5	97.505	3.482,3	9.945	355,2
Entretenimento, Turismo e Cultura	34.6	10	1	0	2	7	25.802	2.580,2	2.632	263,2
Todos os setores	<b>43.2</b>	<b>86</b>	<b>6</b>	<b>14</b>	<b>42</b>	<b>24</b>	<b>628.445</b>	<b>7.307,5</b>	<b>64.101</b>	<b>745,4</b>

(\*) Emissões de volume equivalente de gases de efeito estufa (GEE) resultantes da geração da energia consumida no período de setembro/2012 a agosto/2013, calculada com base no fator de conversão (média anual): 0,102 tCO<sub>2</sub>eq/MWh. O Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação do governo brasileiro disponibiliza mês-a-mês o fator de conversão aplicável. Fonte: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/321144.html#ancora>.

#### 4.2.3.

#### Avaliação do nível de emissões de dióxido de carbono

A pesquisa contabilizou, também, os consumos de energia elétrica (caracterizados no Anexo B) de cada uma das organizações participantes da pesquisa, cujos valores (agregados por setor) podem ser traduzidos por emissão média anual de toneladas de dióxido de Carbono equivalente (tCO<sub>2</sub>eq). Provendo subsídios para a análise, esses dados foram adicionados na Tabela 3 permitindo relacionar o indicador *grau de comprometimento IC* com o consumo médio anual de energia elétrica (MWh) e com o total de emissões de GEE (tCO<sub>2</sub>eq) que resultam da geração da energia elétrica consumida pelos participantes da pesquisa. No contexto de uma análise global dos resultados obtidos, os seguintes aspectos da pesquisa são destacados:

- A estatística descritiva da amostra como um todo ( $N = 86$ ) revela um grau médio de comprometimento  $\overline{IC}_{med} = 0,432$ , portanto enquadrado no quartil Regular [ $33\% \leq IC < 50\%$ ]. Conceito esse igualmente aplicável aos demais setores (exceto pelo setor de Entretenimento, Cultura & Turismo, que exibiu um grau de comprometimento Deficiente [ $IC < 33\%$ ]).
- No que concerne as emissões anuais médias de GEE que resultam da geração da energia consumida pelos participantes da pesquisa, observa-se que, nos extremos, o Poder Público emite 9,1 vezes mais que o setor de Entretenimento, Cultura & Turismo; 2,3 vezes mais que Ensino & Pesquisa; e 1,4 vezes mais que o da Indústria. Pelo fato de a maioria das organizações participantes (88,4%) não fazerem inventários de emissões de GEE e nenhuma relatórios “*Carbon Disclosure Project*” (questo b,

questão #11), não foi possível estabelecer uma análise comparativa entre a “Pegada de Carbono”<sup>10</sup> de cada setor e o seu grau de comprometimento *IC*.

- No, que concerne o uso de energias renováveis como estratégia eficaz de redução das emissões de GEE (quesito *c* da questão #8), o segundo setor que mais consome energia elétrica (Indústria) é o que menos está comprometido com o uso de energias alternativas (16%), seguido do Comércio (29%), Poder Público (44%), Ensino & Pesquisa (43%) e Entretenimento, Cultura & Turismo (50%).
- As ações em eficiência energética (quesito *e* da questão #8) são lideradas pelo setor de Ensino & pesquisa (57%), seguidos do Comércio (43%), Indústria (41%), Entretenimento, Cultura & Turismo (40%) e Poder Público (33%).
- No que concerne as ações que visam a neutralização ou compensação de emissão de carbono (quesito *i* da questão #8), declararam positivamente o Poder Público (22%), seguido do setor da Indústria (19%); Ensino & Pesquisa (14%), Comércio (7%) e Entretenimento, Cultura & Turismo (10%).
- Selos e certificados de sustentabilidade e eficiência energética (questão #10) são perseguidos prioritariamente por empresas do Poder Público (29%), Comércio (28%), Indústria (13%) e Ensino & Pesquisa (11%), não constituindo-se em prioridade para o setor de Entretenimento, Cultura & Turismo, que declarou não possuí-los. A busca pelo sistema internacional de certificação e orientação ambiental para edificações LEED, hoje disputada por organizações de 143 países como estratégia de incentivar a transformação dos projetos, obra e operação das edificações com foco na sustentabilidade foi apenas priorizada por 3% dos respondentes do setor Indústria e por 7% do segmento do Comércio. Igualmente despertando baixo interesse dos respondentes, a certificação que concede o selo PROCEL Edifica foi apenas conquistada por 3% dos participantes do setor da Indústria enquanto o selo Solar por somente 14% do segmento Ensino & Pesquisa e por 7% do setor Comércio.

O resultado da análise revelou que, dentre as organizações participantes, o grau de comprometimento “Excelente” foi alcançado por apenas 6 das 86 organizações que aceitaram participar da pesquisa (1, do setor de Ensino & Pesquisa, cuja atuação de fato se destaca nas atividades de ensino, pesquisa e extensão; 2 fábricas do setor Indústria, com atividades em extração e comercialização de minérios; 1 do Poder Público, no segmento de transporte público urbano e 1 empresa de comércio de madeiras). Já para os demais graus de comprometimento, os seguintes totais foram contabilizados: 14 organizações

---

<sup>10</sup> A “Pegada de Carbono” incorpora em seu cálculo as emissões de GEE diretas e indiretas, fixas e variáveis das atividades desempenhadas pela organização.

enquadradas no grau de comprometimento “Bom”; 42 no “Regular”; 24 no “Deficiente”.

O recente estudo CGS (2013) aponta que são as grandes organizações mundiais que ocupam a posição de liderança no comprometimento com a sustentabilidade. Enfatiza que as principais barreiras ao desenvolvimento de estratégias bem sucedidas em sustentabilidade pelas pequenas e médias organizações resultam dos reduzidos investimentos e da falta de conhecimento especializado sobre esses temas críticos.

A área de concessão da concessionária estudada compreende 31 municípios do Estado do Rio de Janeiro (a cidade do Rio de Janeiro, a Baixada Fluminense e o Vale do Paraíba). Apesar da amostra estudada, convenientemente estratificada por classes de unidades consumidoras, a concessionária, atende em torno 4,1 milhões de consumidores que, hoje, representam 68% da população e 66% do PIB do estado do RJ. Somente em 2012, a concessionária aderiu a uma nova carta de compromissos com o Pacto Global, inserindo a sustentabilidade como uma das frentes de seu Plano Estratégico. Iniciativa que, conforme demonstrado pelo estudo, ainda não foi irradiada para seus clientes.

Não obstante essa expressiva penetração da concessionária em todos os segmentos da sociedade fluminense, ela ainda prescinde de uma política institucional e de mecanismos de apoio governamental que sejam indutoras de uma cultura proativa em seus clientes motivando-os, de forma decisiva, a reduzir as emissões de GEE que resultam do uso da energia que utilizam. Induzindo essa crença, a distribuidora de energia posiciona-se de forma estratégica para imprimir uma ação institucional do repensar das atividades produtivas no contexto da agenda da sustentabilidade e de uma postura mais consciente face aos riscos e ameaças da mudança climática.

## 5 Conclusões e recomendações

A busca pela sustentabilidade e a introdução de ações mitigadoras das ameaças às mudanças climáticas que, de forma intensa e preocupante têm interferido com o equilíbrio e harmonia do planeta, impõem desafios e geram preocupações e responsabilidades para todos os atores da sociedade. Ainda que em nível e escala temporal distintas, incontestavelmente todos, independentemente do seu grau de conscientização, são afetados por esse fenômeno global da mudança do clima. Somente a partir de um esforço em escala global, com a adesão irrestrita de povos e nações, será possível implantar o controle de emissões de GEE ao ponto de modificar as tendências atuais de conformidade a políticas não-poluentes, mercados, modos produtivos e relacionamentos mais conscientes.

Nesse contexto, faz-se necessário um olhar para o futuro, uma atitude pró ativa nas ações presentes e um comprometimento efetivo com as estratégias de mitigação e adaptação às mudanças climáticas e desenvolvimento sustentável, incorporando lições e especificidades apreendidas vivenciadas no dia-a-dia de cada agente ator.

Sem pretender exaurir a discussão desse complexo tema, encaminham-se aqui considerações que afloraram dos resultados desta pesquisa realizada junto a uma amostra representativa dos grandes clientes (estratificados por setores econômicos) de uma concessionária de energia elétrica.

A despeito de casos pontuais fora da curva, na média, o grau de comprometimento ( $\overline{IC_{med}} = 0,432$ ) dessas empresas é apenas Regular (menos de 7% enquadram-se na categoria Excelente), o que evidencia incipiência de ações proativas voltadas às suas estratégias de GEE. As vantagens competitivas das organizações devem ser repensadas de forma global não apenas em alusão a questões ambientais pontuais mas como salvaguardas de mitigação e adaptação às mudança do clima. Trabalhando em sinergia com seus *stakeholders*, e de forma permanente, as organizações devem preocupar-se com cada fonte emissora de

GHG, identificando-as e categorizando-as, como insumo às suas ferramentas e protocolos de mensuração e mitigação e adaptação às mudanças climáticas.

A análise de vulnerabilidades, riscos e ameaças devem instrumentar o diagnóstico de resiliência e oportunidades de cada linha de negócio a ser explorada. Urge a necessidade de um realinhamento com novas formas de pensar e lidar com os riscos, ameaças, incertezas e complexidade introduzidos pelos indesejáveis impactos que resultam da mudança climática. Tal como acontece na esfera internacional, muito embora as empresas declarem incorporar em suas estratégias corporativas ações que priorizam a sustentabilidade e a mitigação e adaptação às mudanças climáticas, estas somente produzem resultados no longo prazo (GCS, 2013). Nesse contexto, a pesquisa parece indicar que as empresas não compreendem a essência das medidas de mitigação e de adaptação; enquanto a mitigação possui um objetivo global (comum a todas as nações) a adaptação é mais específica e refere-se a um objetivo local assumindo formas distintas para cada região. No caso da primeira, é preciso ter em mente que as emissões de gases de efeito estufa que não foram evitadas permanecerão na atmosfera ainda que a o processo de conscientização ocorra num momento subsequente. Mais especificamente, a adaptação requer um esforço cooperativo.

A incisiva proposição de redução das emissões de GEE recentemente preconizada pelo recente Relatório 2013 do IPCC está atrelada a questionamentos contundentes sobre as responsabilidades históricas das nações que lograram grau diferenciado de desenvolvimento à margem de suas responsabilidades com o planeta. A mensagem foi dada, cabendo a cada agente, independentemente do seu porte, crença ou natureza da sua atividade econômica e social, explorar toda e qualquer oportunidade que lhe permita repensar sua estratégia de desenvolvimento e de coparticipação no ambiente global.

Como desdobramentos futuros do trabalho propõe-se: (i) expandir a pesquisa para um maior número de empresas e de setores e (ii) implementar uma pesquisa em profundidade para identificar as oportunidades potenciais e desafios à implementação de estratégias e de ações que visam promover a sustentabilidade empresarial e a mitigação e adaptação aos riscos e ameaças à mudanças climáticas.

## Referências bibliográficas

ACGE. **Responsabilidade climática em Portugal**, Aeronauta, Lisboa, pp. 34-35. 2011.

AGENDA 21. **Document of the United Nations Conference on Environment & Development**, United Nations. New York. 2011.

ALLISON, E. H. Adger, W. N., Badjeck, M. C., Brown, K., Conway, D., Dulvy, N. K., Halls, A., Perry, A., Reynolds, J. D. **Effects of Climate Change on the Sustainability of Capture and Enhancement Fisheries Important to the Poor: Analysis of the Vulnerability and Adaptability of Fisherfolk Living in Poverty**. London, UK: Department for International Development (DfID), 2005.

ANDI, comunicação e direitos. **Mudanças Climáticas: informações e reflexões para um jornalismo contextualizado**. 2011.

ANEEL. **Condições gerais de fornecimento de energia elétrica - RESOLUÇÃO NORMATIVA NO. 414/2010: direitos e deveres do consumidor de energia elétrica** (Versão atualizada até a REN 499/2012), Centro de Documentação CEDOC da Aneel, Agência Nacional de Energia Elétrica, Brasília, DF, pp. 72. 2012.

ANEEL. **Manual do programa de pesquisa e desenvolvimento tecnológico do setor de energia elétrica**, Agência Nacional de Energia Elétrica. CDU: 62:621.3(81)(035). Brasília. DF. 2008.

BM&F BOVESPA. 2013. **Mercado de carbono: potencial e desafio no Brasil**. Disponível em: < <http://www.bmfbovespa.com.br/pt-br/mercados/mercado-de-carbono/mercado-de-carbono.aspx?idioma=pt-br>>. Acesso: 8 ago. 2013.

BM&FBOVESPA. **Levantamento de oportunidades concretas de projetos de baixo carbono no Brasil**, BM&FBovespa, FINEP e World Bank, São Paulo. 2011.

BOSSSEL, H. **Indicators for Sustainable Development: Theory, Method, Applications**. A Report to the Balaton Group. Winnipeg (Canada), International Institute for Sustainable Development, 124 p. 1999.

BRASIL. Presidência da República Núcleo de Assuntos Estratégicos. Negociações internacionais sobre a mudança do clima. In: **Mudança do clima**. Brasília: [s.n.], 2005a, v. 1 (Cadernos NAE, 04). p. 41-147.2005.

BRASIL. Senado Federal. Subsecretaria de Edições Técnicas. **Protocolo de Quioto e legislação correlata**. Brasília: Subsecretaria de Edições Técnicas do Senado Federal, v. 3 (Coleção Ambiental). 88 p. 2004.

BRUNDTLAND G. H. **Report of the World Commission on Environment and Development: Our common future**, Oxford University Press, New York.1987.

BRUNTDLAND G H. **Our common future. The World Commission on Environment and Development.** Oxford University Press, New York. 1987.

CDP Global. 2013. **CDP Global 500 Climate Change Report 2012.** Disponível em: <<https://www.cdproject.net/en-us/pages/global500.aspx>>. Acesso em: 8 de ago. 2013.

CDP, 2012a. **Business resilience in an uncertain, research-constrained world: CDP Global 500 Climate Change Report 2012,** Carbon Disclosure Project, United Kingdom. 2012.

CDP, 2012b. **Brazil Climate Change Report: from disclosure to action, published by Carbon Disclosure Project,** United Kingdom.2012.

CDP, 2012c. **Carbon reductions generate positive ROI - Carbon action report 2012: On behalf of 92 investors with assets of US\$10 trillion,** Carbon Disclosure Project, United Kingdom.2012.

CDP, 2013. **Climate change adaptation: underwriting risks for (re)insurers, published by Carbon Disclosure Project,** United Kingdom.2013.

CDP. 2013. **Driving Sustainable Economies.** Disponível em: <<https://www.cdproject.net/en-US/Pages/HomePage.aspx>>. Acesso: 1 de ago. 2013.

CLEVELAND M, KALAMAS M, LAROCHE M. 2005. **Shades of green: linking environmental locus of control and pro-environmental behaviors.** Journal of Consumer Marketing 22 (4): 198-212. 2005.

CONVÊNIO PUC-RIO/UL, **Acordo de Cooperação entre a Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (Brasil) e a Universidade de Lisboa (Portugal) (Termo Aditivo para estudos de mudança climática e sustentabilidade em preparação),** 2012. Disponível em: <<http://www.ul.pt/pls/portal/docs/1/349133.PDF>>. Acesso em: 10 de set. 2012.

DAHL, R. **Green Washing: Do you know what you're buying?** Environmental Health Perspectives 118 (6): A246-A252. 2010.

DAVIES, A., MULLIN, S. **Greening the economy: interrogate sustainability innovations beyond the mainstream.** Journal of Economic Geography 11: 793-816. 2011.

DECRETO Nº 7.390, de 9 de dezembro de 2010. **Regulamenta os arts. 6º, 11 e 12 da Lei no 12.187,** de 29 de dezembro de 2009, que institui a PNMC, e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2010/Decreto/D7390.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Decreto/D7390.htm)>. Acesso em: 02 de dez. 2013.

DOOLEY, J.J., DAHOWSKI, R.T., DAVIDSON, C.L. **Carbon Dioxide Capture and Geologic Storage.** Batelle Memorial Institute. 2006.

DYLLICK T, HOCKERTS K. **Beyond the business case for corporate sustainability.** Business Strategy and the Environment 11 (2): 130-141. 2002.

EC. **Regions 2020 - The climate change challenge for European regions**, European Commission, Brussels.2009.

ECO92. **Report of the United Nations Conference on Environment and Development**, United Nations, New York.1992.

EEA.**EEA Report: Adaptation in Europe – Addressing risks and opportunities from climate change in the context of socio-economic developments**, European Environment Agency Press, Copenhagen. 2013.

EHHI. **Leed certification: where energy efficiency collides with human health**, Environmental Human Health, North Haven.2010.

EPRA. **Best Practices Recommendations on Sustainability Reporting**, published by European Public Real State Association, Brussels. 2011.

FIRST I., KHETRIWAL D. S. **Exploring the relationship between environmental orientation and brand value: is there fire or only smoke?** Business Strategy and the Environment, 19, 90-103.2010.

GCS. **Global Corporate Sustainability Report 2013, United Nations Global Compact**, New York.2013.

GHG. 2013. **Green House Gas Protocol**. Disponível em:<<http://www.ghgprotocol.org>>. Acesso em: 1 ago. 2013.

GRI. **G4 Sustainability reporting guidelines**, Global Reporting Initiative, Amsterdam. 2013.

HENRIQUES JR., M.F., 2010. **Potencial de redução das emissões de gases de efeito estufa no setor 6008 industrial brasileiro**. Tese DSc., Programa de Planejamento Energético, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro. (disponível em <http://ppe.ufrj.br>).

HOFFMAN A. J. **Carbon Strategies: How Leading Companies are Reducing their Climate Change Footprint**, University of Michigan Press. Ann Arbor: MI.2007.

HOFFMAN A. J. **Climate Change Strategy: The Business Logic behind Voluntary Greenhouse Gas Reductions**, California Management Review, University of Michigan Press, Ann Arbor: MI.2004.

HOFFMAN A. J. **From Heresy to Dogma: an Institutional History of Corporate Environmentalism**, New Lexington, San Francisco. 1997.

HOFFMANN A J, WOODY J G. **Climate Change: What's Your Business Strategy?** Harvard Business School Publishing: Boston, MA. 2008.

HOFFMANN A. J., GLANCY D., HORN M., PRYOR S., SHAHINIAN M., SHOPOFF G. **Getting ahead of the curve: Corporate Strategies that address climate change**, University of Michigan Press, Ann Arbor: MI.2006.

INSTITUTO CARBONO BRASIL. Disponível em: <[http://www.institutocarbonobrasil.org.br/protocolo\\_de\\_quito/mecanismo\\_de\\_desenvolvimento\\_limpo\\_md1](http://www.institutocarbonobrasil.org.br/protocolo_de_quito/mecanismo_de_desenvolvimento_limpo_md1)>. Acesso em: 17 de out. 2013.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET), 2013. Disponível em: < <http://www.inmet.gov.br/html/clima.php>>. Acesso em: 16 de nov. 2013.

IPCC. **Climate change 2013: the physical science basis. Working group I contribution to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change**, Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva.2013.

IPCC. Climate Change. **The IPCC Scientific Assessment**, Cambridge University Press. New York. 1990.

IPCC. **Climate change: synthesis report. Fourth assessment report. An Assessment of the intergovernmental panel on the climate change**, Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva. 2007.

IPCC. **Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation**, Cambridge University Press, New York. 2012.

IPCCa. Climate change: synthesis report. Fourth assessment report. **An Assessment of the intergovernmental panel on the climate change** 44-54. 2007.

IPCCb. 2013. **Intergovernmental Panel of Climate Change**. Disponível em: < <http://www.ipcc.ch>>. Acesso em: 6 ago. 2013.

IPEA. **Mudança do clima no Brasil: aspectos econômicos, sociais e regulatórios**, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, Brasília. 2011.

ISO. **ISO Focus: Action on climate change, 5, 2**. Switzerland.2008.

JACOBS M. **The Green economy: environment, sustainable development, and the politics of future**. Vancouver: UBC Press. 1993.

JESWANI H. K, WEHRMEYER W., MULUGETTA Y. **How warm is the corporate response to climate change? Evidence from Pakistan and the UK**, Business Strategy and the Environment, 18, 46–60. 2008.

JUNQUERA B, ÁNGEL J B, FERNÁNDEZ E. **Clients' involvement in environmental issues and organizational performance in businesses: an empirical analysis**. Journal of Cleaner Production 37: 288-298. 2012.

KOLK A., PINKSE J. **Business response to climate change: identifying emergent strategies**, California Management Review, 47, 3, 6-20.2005.

KYOTO PROTOCOL. **Kyoto Protocol to the United Nations framework convention on climate change**, United Nations. Kyoto.1998.

LEE S. **Corporate carbon strategies in responding to climate change**. Business Strategy and the Environment, 21, 33-48.2012.

Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009. **Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências**. Disponível em : < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2009/lei/112187.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/112187.htm)> . Acesso em: 01de dez. de 2013.

LOPES, I. V. (Coord.). **O mecanismo de desenvolvimento limpo: guia de orientação**. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 2002.

MARENGO, JOSÉ A. **Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI**. Brasília: MMA, 2006.

MCT&I. 2012. **Convenção Quadro das Nações unidas sobre Mudança do Clima**. Disponível em: <[http://www.mct.gov.br/upd\\_blob/0005/5390.pdf](http://www.mct.gov.br/upd_blob/0005/5390.pdf)>. Acesso em: 13 set. 2012.

MCT&I. 2012. **Convenção Quadro das Nações unidas sobre Mudança do Clima**. Disponível em: <[http://www.mct.gov.br/upd\\_blob/0005/5390.pdf](http://www.mct.gov.br/upd_blob/0005/5390.pdf)>. Acesso em: 13 set. 2012.

MCT&I. **Estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa no Brasil**, Ministério da Ciência, Tecnologia e Informação do Brasil, Brasília.2013.

MEADOWS D, RANDERS J, MEADOWS D. **Limits to growth: the 30-year update**. Chelsea Green Publishing Company, United States. 2004.

MICHAELOWA A, MICHAELOWA K. **Climate business for poverty reduction? The role of the World Bank**. Review of International Organizations 6 (3-4): 259-286. 2011.

MILLS E. **A global review of insurance industry responses to climate change**, The Geneva Papers, 34, 323-359.2009.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA (MCT). **Status atual das atividades de projeto no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) no Brasil e no mundo**. Brasília, 2008.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA), 2013. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/ozonio/\\_publicacao/130\\_publicacao05012009031627.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/ozonio/_publicacao/130_publicacao05012009031627.pdf)>. Acesso em: 20 de nov. 2013.

MME. **Balanco Energético Nacional. Ano base 2012 - Relatório Síntese**, Ministério de Minas e Energia do Brasil. Rio de Janeiro. 2013.

NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION (NOAA), 2013. Disponível em: <[http://www.noaanews.noaa.gov/stories2012/20120119\\_global\\_stats.html](http://www.noaanews.noaa.gov/stories2012/20120119_global_stats.html)>. Acesso em: 20 de nov. 2013.

NÚCLEO DE ASSUNTOS ESTRATÉGICOS DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA (NAE), 2005. Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br/wp-content/uploads/publicacoes/etanol/NAEBiocombustiveis.pdf>>. Acesso em: 15 de nov. 2013.

ORGANIZAÇÃO METEOROLÓGICA MUNDIAL (OMM), 2013. Disponível em: <[http://www.wmo.int/pages/themes/climate/index\\_en.php](http://www.wmo.int/pages/themes/climate/index_en.php)>. Acesso em: 20 de nov. 2013.

PNMC. 2013. **Política Nacional de Mudança do Clima**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2009/lei/112187.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/112187.htm)>. Acesso em: 5 ago. 2013.

Relatório de Emissões de GEE no Brasil, 2013. Disponível em: <<http://gvces.com.br/arquivos/177/EstimativasClima.pdf>>. Acesso em: 20 de out. 2013.

**RIO+20. Report of the United Nations Conference on Sustainable Development**, United Nations, New York. 2012.

SANTOS F. D. e MIRANDA P. (Editores). **Alterações Climáticas em Portugal. Cenários, impactos e medidas de adaptação**. Projecto SIAM II. Ed. Gradiva Publicações Ltda., Lisboa, Portugal, 2006.

SANTOS F. D. **Humans on earth – from origins to possible futures**, Springer, New York, pp. 121-260, 2012.

SHARDUL G., FANKHAUSER S. **Economic Aspects of Adaptation to Climate Change: Costs, Benefits and Policy Instruments**, OECD, Paris, 2008.

SPRENGEL D. C., BUSCH T. **Stakeholder engagement and environmental strategy – the case of climate change**, Business Strategy and the Environment, 20, 6, 351-420. 2010.

UNCSD/RIO+20. 2012. **United Nations Conference on Sustainable Development**. Disponível em <<http://www.uncsd2012.org>>. Acesso em: 5 de ago. 2013.

UNEP. 1972. **Declaration of the United Nations Conference on the Human Environment**. Disponível em: <<http://www.unep.org/Documents.Multilingual/Default.asp?documentID=97&ArticleID=1503>>. Acesso em: 8 de ago. 2013.

UNEP. **Report of the United Nations Conference on the Human Environment**, United Nation, Stockholm, 1972.

UNFCCC. 2013. **United Nations: Framework Convention on Climate Change**. Disponível em: <<http://unfccc.int>>. Acesso em: 5 de ago. 2013.

WB. **State and trends of the carbon market**, World Bank, Washington, 2011.

WB. **4° the turn down the heat: why a 4° C warmer world must be avoided**, World Bank, Washington, 2012.

WBGU. **Flagship report - World in transition: a social contract for sustainability**, German Advisory Council on Global Change, Berlin. 2011.

WEBSTER, P.J., Holland, G. J., Curry, J. A., Chang, H. R. **Changes in Tropical Cyclone Number, Duration, and Intensity in a Warming Environment**. Science, v.309, n.5742, p.1844-6, 2005.

WEINHOFER G., HOFFMANN V. **Mitigating climate change – how do corporate strategies differ?** Business Strategy and Environment, 19, 77-89, 2010.

## Anexo A: Sensibilização pela pesquisa

### Carta cadastro

**Para: Empresa "" Grande Cliente da Light, Código Light PN: ""**

**Prezado(a) "",**

No âmbito de um Projeto de P&D LIGHT-ANEEL, o Programa de Pós-Graduação em Metrologia para Qualidade, Inovação e Sustentabilidade da PUC-Rio está desenvolvendo uma *Pesquisa de Mercado* para identificar, dentre os Grandes Clientes da Light ligados à média e alta tensão, aqueles com potencial para se beneficiar do uso da conversão fotovoltaica como estratégia de racionalização do seu consumo de energia.

A pesquisa (*Sustentabilidade: Ações e Percepção do Grande Cliente Light*) prevê a aplicação de um questionário eletrônico em ferramenta Web, construído para ser objetivo e rapidamente respondido (cerca de 8 min.) pela internet.

Objetivando atribuir confiabilidade à pesquisa, antes de enviar o questionário, a LIGHT julgou mais adequado solicitar ao seu Grande Cliente a gentileza de cadastrar na Base de Dados da Pesquisa de Mercado (acesso indicado abaixo) o **nome/E-mail do RESPONDENTE que considera mais indicado para responder o questionário** (tema: sustentabilidade).

Ao solicitar a visão especialista do seu Grande Cliente sobre esse importante tema relacionado ao uso de fontes alternativas de energia e ações de sustentabilidade realizadas pela empresa, a LIGHT assume o compromisso junto aos participantes da pesquisa de que toda e qualquer informação será tratada de forma agregada no conjunto das respostas; nenhuma informação individual será divulgada assim assegurando a completa confidencialidade dos dados e dos respondentes.

Certa de poder contar com a valiosa participação dos grandes clientes Light nessa pesquisa, o questionário eletrônico será encaminhado tão logo o RESPONDENTE seja cadastrado (**de preferência um profissional da empresa com conhecimento sobre o tema Sustentabilidade**).

Antecipando agradecimentos, comprometemo-nos a compartilhar os resultados da Pesquisa com as empresas participantes.

FAVOR ACESSAR O LINK <[P&D Pesquisa PUC-Rio](#)> PARA CADASTRAR O RESPONDENTE (após acessar digite o Código Light PN: "" de sua empresa).

Atenciosamente,

Grupo de pesquisa do projeto P&D LIGHT-ANEEL  
Coordenador pela PUC-Rio: Prof. Maurício N. Frota, PhD  
Programa de Pós-Graduação em Metrologia para Qualidade e Inovação (PósMQ/PUC-Rio)  
E-mail: [mfrota@puc-rio.br](mailto:mfrota@puc-rio.br) — Phone: [211 3527-1542](tel:21135271542)  
Rua Marques de S. Vicente, 225 — Gávea — Campus Universitário  
22451-900 — Rio de Janeiro RJ  
[www.puc-rio.br/metrologia](http://www.puc-rio.br/metrologia)



## Carta Questionário

**Para:** Empresa "«Empresa»", Grande Cliente da LIGHT

**Código PN da empresa na LIGHT: "«PN»"**

**Prezado (a) "«Nome»" («Cargo»),**

Dando sequência ao contato recentemente estabelecido agradecemos pelo cadastramento do RESPONDENTE e encaminhando o QUESTIONÁRIO da Pesquisa: A visão dos Grandes Clientes da Light sobre o tema Sustentabilidade, que se desenvolve no âmbito de um Projeto Light Anel de P&D.

O questionário sucinto que ora encaminhamos foi concebido para ser objetivo e factível de ser respondido em 6 minutos.

A Gerência de Grandes Clientes da Light e a PUC-Rio antecipadamente agradecem pela sua valiosa colaboração.

Copie o **Código LIGHT PN** a seguir (oito dígitos) "«PN»", que será necessário para iniciar o questionário após acessar o link abaixo:

<[Pesquisa de sustentabilidade grandes clientes da PUC-Rio/Light](#)>

Muito obrigado!

**Grupo de pesquisa do projeto P&D LIGHT-ANEEL**  
 Coordenador pela PUC-Rio: Prof. Mauricio N. Frota, PhD  
 Programa de Pós-Graduação em Metrologia para Qualidade e Inovação (PósMQI/PUC-Rio)  
 E-mail: mfrota@puc-rio.br — Phone: (21) 3527-1542  
 Rua Marques de S. Vicente, 225 — Gávea — Campus Universitário  
 22451-900 — Rio de Janeiro RJ  
[www.puc-rio.br/metrologia](http://www.puc-rio.br/metrologia)



## Anexo B: Cálculo do total de emissões (tCO<sub>2eq</sub>)

Para preservar a confidencialidade dos Grandes Clientes da Concessionária de Energia Elétrica do Estado do Rio de Janeiro (Light Serviços de Eletricidade S/A) que aceitaram participar da pesquisa (compromisso originalmente assumido), apenas dados agregados foram divulgados. Por essa razão, os consumos de energia dos clientes individuais requeridos para estabelecer (i) o enquadramento no indicador proposto (IC) por classes de unidade consumidora e (ii) para fundamentar o cálculo do total de emissões (tCO<sub>2eq</sub>) que resulta da geração da energia elétrica consumida, foram relacionados à denominação GC#1, GC#2, ... GC#86 (GC denomina o Grande Cliente da Concessionária).

**Tabela 4: Estratificação do setor indústria**

Grande Cliente Light	Área de atuação	Consumo Anual por Cliente (KWH)	Consumo Anual por Cliente (MWH)	Consumo Anual por Cliente (MWH) x Fator de conversão (0,102)
GC # 1	Industria	3.801.272,00	3.801,27	387,73
GC # 2	Industria	1390298	1390,298	141,810396
GC # 3	Indústria	709.090,00	709,09	72,33
GC # 4	Industria	130.305,00	130,31	13,29
GC # 5	Indústria	595.338,00	595,34	60,72
GC # 6	Indústria	157.169,00	157,17	16,03
GC # 7	Indústria	45.381.000,00	45.381,00	4.628,86
GC # 8	Indústria	519499	519,499	52,988898
GC # 9	Indústria	383.874,00	383,87	39,16
GC # 10	Indústria	71.143.849,00	71.143,85	7.256,67
GC # 11	Industria	1.708.610,00	1.708,61	174,28
GC # 12	Indústria	3.291.040,00	3.291,04	335,69
GC # 13	Indústria	2157226	2157,226	220,037052
GC # 14	Indústria	6864056	6864,056	700,133712
GC # 15	Indústria	146.381,00	146,38	14,93
GC # 16	Indústria	479.484,00	479,48	48,91
GC # 17	Indústria	121.136,00	121,14	12,36
GC # 18	Indústria	278.376,00	278,38	28,39
GC # 19	Indústria	1.597.591,00	1.597,59	162,95
GC # 20	Indústria	106827	106,827	10,896354
GC # 21	Indústria	1.174.758,00	1.174,76	119,83
GC # 22	Indústria	586.051,00	586,05	59,78
GC # 23	Indústria	2.066.200,00	2.066,20	210,75
GC # 24	Indústria	1.367.693,00	1.367,69	139,50
GC # 25	Indústria	65513	65,513	6,682326
GC # 26	Indústria	465.472,00	465,47	47,48
GC # 27	Indústria	95.050,00	95,05	9,70
GC # 28	Indústria	17.833.254,00	17.833,25	1.818,99
GC # 29	Indústria	1251377	1251,377	127,640454
GC # 30	Indústria	69.152.747,00	69.152,75	7.053,58
GC # 31	Indústria	67.523.412,00	67.523,41	6.887,39
GC # 32	Indústria	71.209.587,00	71.209,59	7.263,38

Tabela 5: Estratificação do setor comércio

Grande Cliente Light	Área de atuação	Consumo Anual por Cliente (KWH)	Consumo Anual por Cliente (MWH)	Consumo Anual por Cliente (MWH) x Fator de conversão (0,102)
GC # 1	Comércio	4.239.976,00	4.239,98	432,48
GC # 2	Comercio	35.528,00	35,53	3,62
GC # 3	Comércio	12.092.876,00	12.092,88	1.233,47
GC # 4	Comércio	153.996,00	154,00	15,71
GC # 5	Comércio	225.274,00	225,27	22,98
GC # 6	Comércio	492.567,00	492,57	50,24
GC # 7	Comércio	19.238.347,00	19.238,35	1.962,31
GC # 8	Comércio	348.013,00	348,01	35,50
GC # 9	Comércio	391.694,00	391,69	39,95
GC # 10	Comércio	156.808,00	156,81	15,99
GC # 11	Comércio	729.510,00	729,51	74,41
GC # 12	Comércio	12.496.329,00	12.496,33	1.274,63
GC # 13	Comércio	6.934,00	6,93	0,71
GC # 14	Comércio	567.851,00	567,85	57,92
GC # 15	Comércio	528.254,00	528,25	53,88
GC # 16	Comércio	11.339.606,00	11.339,61	1.156,64
GC # 17	Comércio	181.386,00	181,39	18,50
GC # 18	Comércio	81.639,00	81,64	8,33
GC # 19	Comércio	850.688,00	850,69	86,77
GC # 20	Comércio	358.078,00	358,08	36,52
GC # 21	Comércio	915.822,00	915,82	93,41
GC # 22	Comércio	472.782,00	472,78	48,22
GC # 23	Comércio	27.122.661,00	27.122,66	2.766,51
GC # 24	Comércio	3.433.218,00	3.433,22	350,19
GC # 25	Comércio	307.452,00	307,45	31,36
GC # 26	Comércio	89.229,00	89,23	9,10
GC # 27	Comércio	648.237,00	648,24	66,12
GC # 28	Comércio	3.658.742,00	3.658,74	373,19

Tabela 6: Estratificação do setor serviço público

Grande Cliente Light	Área de atuação	Consumo Anual por Cliente (KWH)	Consumo Anual por Cliente (MWH)	Consumo Anual por Cliente (MWH) x Fator de conversão (0,102)
GC # 1	Serviço publico	1.023.936,00	1.023,94	104,44
GC # 2	Seviço Público	249.292,00	249,29	25,43
GC # 3	Seviço Público	828.301,00	828,30	84,49
GC # 4	Serviço Público	194.576,00	194,58	19,85
GC # 5	Serviço Público	1.462.081,00	1.462,08	149,13
GC # 6	Serviço Público	1.397.694,00	1.397,69	142,56
GC # 7	Serviço Público	201.628.663,00	201.628,66	20.566,12
GC # 8	Serviço Público	17.574.647,00	17.574,65	1.792,61
GC # 9	Serviço Público	380.132,00	380,13	38,77

Tabela 7: Estratificação do setor ensino e pesquisa

Grande Cliente Light	Área de atuação	Consumo Anual por Cliente (KWH)	Consumo Anual por Cliente (MWH)	Consumo Anual por Cliente (MWH) x 0,102
GC # 1	Ensino e pesquisa	87.488.537,00	87.488,54	8.923,83
GC # 2	Ensino e pesquisa	288.727,00	288,73	29,45
GC # 3	Ensino e pesquisa	114.665,00	114,67	11,70
GC # 4	Ensino e pesquisa	1.844.320,00	1.844,32	188,12
GC # 5	Ensino e pesquisa	247.906,00	247,91	25,29
GC # 6	Ensino e pesquisa	1.021.354,00	1.021,35	104,18

Tabela 8: Estratificação do setor entretenimento e cultura

Grande Cliente Light	Área de atuação	Consumo Anual por Cliente (KWH)	Consumo Anual por Cliente (MWH)	Consumo Anual por Cliente (MWH) x Fator de conversão (0,102)
GC # 1	Entretenimento e cultura	9.713.763,00	9.713,76	990,80
GC # 2	Entretenimento e cultura	184.956,00	184,96	18,87
GC # 3	Entretenimento e cultura	9.539.176,00	9.539,18	973,00
GC # 4	Entretenimento e cultura	1.757.915,00	1.757,92	179,31
GC # 5	Entretenimento e cultura	556.488,00	556,49	56,76
GC # 6	Entretenimento e cultura	485.727,00	485,73	49,54
GC # 7	Entretenimento e cultura	958.945,00	958,95	97,81
GC # 8	Entretenimento e cultura	813.288,00	813,29	82,96
GC # 9	Entretenimento e cultura	1.168.964,00	1.168,96	119,23
GC # 10	Entretenimento e cultura	362.379,00	362,38	36,96

## Anexo C: Tratamento estatístico dos dados

A função densidade de probabilidade para uma distribuição Beta é dada pela seguinte expressão:

$$f(x, \alpha, \beta) = \frac{1}{B(\alpha, \beta)} \cdot x^{\alpha-1} \cdot (1-x)^{\beta-1} \quad \therefore \quad 0 < x < 1; \alpha > 0; \beta > 0$$

Sendo que:

$$B(\alpha, \beta) = \int_0^1 x^{\alpha-1} \cdot (1-x)^{\beta-1} dx$$

Os valores Alfa ( $\alpha = 2,67$ ) e Beta ( $\beta = 3,52$ ) correspondentes aos dados reais foram calculados com base nas seguintes expressões:

$$\alpha = \bar{x} \cdot \left( \frac{\bar{x} \cdot (1 - \bar{x})}{s^2} - 1 \right)$$
$$\beta = (1 - \bar{x}) \cdot \left( \frac{\bar{x} \cdot (1 - \bar{x})}{s^2} - 1 \right)$$

Nessas expressões, os valores da média e variância, obtidos da amostra são os seguintes:

$$\bar{x} = 0,432$$

$$s^2 = 0,034$$

Para se verificar se, efetivamente, os dados reais seguem uma distribuição Beta com os parâmetros  $\alpha$  e  $\beta$  previamente calculados, foi aplicado o teste de hipóteses “qui-quadrado”.

As hipóteses testadas foram:

Hipótese nula ( $H_0$ ): Os dados reais seguem uma distribuição Beta com parâmetros  $\alpha = 2,67$  e  $\beta = 3,52$ .

Hipótese alternativa ( $H_a$ ): Os dados reais não seguem uma distribuição Beta com parâmetros  $\alpha = 2,67$  e  $\beta = 3,52$ .

Inicialmente, foram agrupados os dados da amostra em sete (7) intervalos de igual abrangência. A seguir, foi calculado, para cada valor real, o seu correspondente valor na distribuição Beta. Estes valores foram agrupados em sete (7) intervalos de igual abrangência, conforme indicado na Tabela 9:

Tabela 9: Intervalos para aplicação do teste qui-quadrado

Número de Intervalos	DADOS REAIS		VALORES CORRESPONDENTES A DISTRIBUIÇÃO BETA	
	Límite Inferior	Límite Superior	Límite Inferior	Límite Superior
1	0,180	0,265	0,088	0,206
2	0,265	0,332	0,206	0,324
3	0,332	0,377	0,324	0,410
4	0,377	0,445	0,410	0,540
5	0,445	0,508	0,540	0,657
6	0,508	0,621	0,657	0,829
7	0,621	1,000	0,829	1,000

Foram, assim, determinadas as frequências absolutas ( $F_i$ , dados reais) e as frequências teóricas ( $e_i$ , distribuição Beta) para o cálculo da estatística “Q” do teste qui-quadrado, conforme indicado na Tabela 10:

Tabela 10: Cálculo da estatística Q do teste qui-quadrado

Teste qui-quadrado				
Número de Intervalos	Frequência Absoluta ( $F_i$ )	Frequência Teórica ( $e_i$ )	$(F_i - e_i)^2 / e_i$	Q
1	14	10,16	1,4557	12,2
2	13	10,16	0,7955	
3	13	7,45	4,1416	
4	15	11,17	1,3129	
5	12	10,01	0,3946	
6	8	14,85	3,1592	
7	11	14,68	0,9216	

Nesta Tabela,

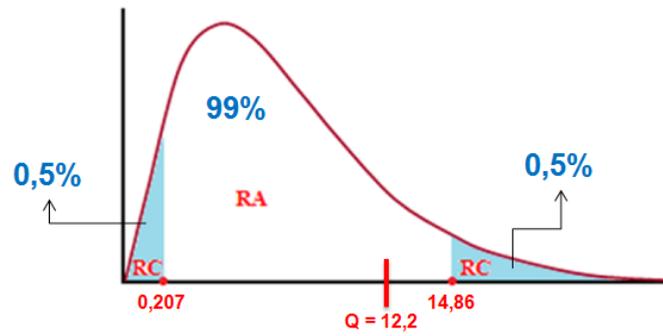
$$e_i = (\text{Lim. Superior Dist. Beta} - \text{Lim. Inferior Dist. Beta})$$

× tamanho da amostra

$$Q = \sum_{i=1}^k \frac{(f_i - e_i)^2}{e_i}$$

Por último, foi avaliada a estatística Q em uma distribuição qui-quadrado com quatro (4) graus de liberdade<sup>11</sup>, para um nível de confiança  $(1-\alpha)$  de 99%, conforme ilustra a Figura 9:

<sup>11</sup> Graus de liberdade ( $\phi$ ) =  $n - 1 - z$ , onde “n” corresponde ao número de intervalos e “z” aos parâmetros estimados da amostra. Neste caso  $n = 7$  e  $z = 2$ . Assim,  $\phi = 4$ .



**Figura 9:** Avaliação do teste qui-quadrado

A Figura 9 apresenta a Região de Aceitação (RA) e a Região Crítica (RC) de  $H_0$ . Como conclusão da aplicação do teste de hipótese qui-quadrado, pode-se afirmar com um nível de confiança de 99%, que os dados reais seguem uma distribuição Beta com parâmetros  $\alpha = 2,67$  e  $\beta = 3,52$ .