

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA |UNB|
FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO |FAU|
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO |PPG/FAU|

RENATA ALBUQUERQUE MACIEL

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE EDIFICAÇÕES NO CONTEXTO BRASILEIRO:
O PAPEL DAS EMPRESAS DE SERVIÇOS DE ENERGIA – ESCOs



BRASÍLIA - DF
FEV/2021

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA [UnB]
FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO [FAU]
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO [PPG/FAU]

RENATA ALBUQUERQUE MACIEL

**EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE EDIFICAÇÕES NO CONTEXTO BRASILEIRO: O
PAPEL DAS EMPRESAS DE SERVIÇOS DE ENERGIA – ESCOs**

Orientadora: Prof. Dra. CLAUDIA NAVES DAVID AMORIM

BRASÍLIA-DF
FEV/21

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE EDIFICAÇÕES NO CONTEXTO BRASILEIRO: O PAPEL DAS
EMPRESAS DE SERVIÇOS DE ENERGIA – ESCOs

APROVADA POR:

Prof.^a Dr.^a Cláudia Naves David Amorim (PPG-FAU/UnB)
(Orientadora)

Prof. Dr. Caio Frederico e Silva (PPG-FAU/UnB)
(Examinadora Interna)

Prof.^a Dr.^a Loana Nunes Velasco (FGA/UnB)
(Examinadora Externa)

Prof.^a Dr.^a Joára Cronenberger Ribeiro Silva (PPG-FAU/UnB)
(Suplente)

FICHA CATALOGRÁFICA

AM152e Albuquerque Maciel, Renata
EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE EDIFICAÇÕES NO CONTEXTO
BRASILEIRO: O PAPEL DAS EMPRESAS DE SERVIÇOS DE ENERGIA -
ESCOs / Renata Albuquerque Maciel; orientador Cláudia Naves
David Amorim. -- Brasília, 2021.
119 p.

Dissertação (Mestrado - Mestrado em Arquitetura e
Urbanismo) -- Universidade de Brasília, 2021.

1. Eficiência energética. 2. ESCO. 3. Empresas de Serviço
de Energia. 4. Retrofit energético. 5. Edificações. I. Naves
David Amorim, Cláudia, orient. II. Título.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

MACIEL, R. A. Eficiência Energética De Edificações No Contexto Brasileiro: O Papel Das Empresas De Serviços De Energia – ESCOs. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2021.

CESSÃO DE DIREITOS

Autora: Renata Albuquerque Maciel

Título: Eficiência Energética De Edificações No Contexto Brasileiro: O Papel Das Empresas De Serviços De Energia – ESCOs

Grau: Mestre

Ano: 2021

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. A autora reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

AGRADECIMENTOS

Ao PPG FAU UnB – Programa de Pós Graduação da Universidade de Brasília pelo apoio a este trabalho de pesquisa.

À minha orientadora, Prof.^a Dr.^a Cláudia Naves David Amorim, pelo apoio imensurável a este trabalho. Agradeço pela paciência, acolhimento e compreensão com as dificuldades enfrentadas durante esta caminhada. Sem a visão tão atual sobre o assunto e as contribuições sempre tão pertinentes, esse trabalho não seria possível.

Ao Prof. Dr. Caio Frederico e Silva pela escuta e caminhos apontados com tanta clareza sobre a pesquisa.

À Prof.^a Dr.^a Loana Nunes Velasco pela solicitude em todos os momentos que busquei opiniões.

À Prof.^a Dr.^a Joara Cronenberg pela contribuição com apontamentos certos sobre a defesa de projeto.

Aos meus pais, Diva e Maciel, meus maiores exemplos, por todo amor, carinho e dedicação imensuráveis comigo e meus irmãos. Vocês são minha fonte de inspiração diária. Sem vocês, nada disso seria possível.

Ao Zé, meu parceiro de vida, por todo amor e apoio. Agradeço pela ajuda e incentivo em nunca desistir.

Aos meus amigos da vida, Camis, Juzão, Rafa, Peti, Beta, Juga, Cla, Thiaguinho, Fê, Mano, por sempre estarem comigo e serem, pra mim, minha rede de apoio.

Aos amigos da graduação que são uma segunda família.

Aos amigos da pós-graduação que me apoiam e ajudam tanto, Ayana Dantas, Thiago Augusto, Thiago Tavares, Adriano Lopes, Tiago Montenegro e principalmente Carolina Zina minha sócia e amiga que acompanhou a saga.

RESUMO

As empresas de serviços de energia (ESCOs) são atores importantes para a obtenção de eficiência energética de edificações. Compreender o desenvolvimento do mercado dos serviços de energia no Brasil, suas limitações e potencialidades, além de formas de atuação das ESCOS pode ser útil para os formuladores de políticas e outros agentes envolvidos no campo da eficiência energética de edifícios. Este trabalho tem como objetivo traçar uma visão geral das ESCOs no mundo e sua atuação no Brasil, além de caracterizar qualitativamente as empresas, em especial aquelas que trabalham com *retrofit* energético de edifícios não residenciais. O método inclui revisão sistemática da literatura e sobre as ESCOS no mundo e no Brasil, além de entrevistas com as ESCOs associadas à ABESCO que trabalham com *retrofit* energético de edificações no país, para traçar um perfil dessas empresas. Em seguida, por meio de estudos de caso abordam-se três projetos de *retrofit*: de uma ESCO, de uma empresa consultora de eficiência energética e de uma Universidade Federal, visando realizar uma análise comparativa entre eles. Os resultados evidenciam a falta de documentação e estudos no Brasil. Foram identificadas 137 empresas associadas à ABESCO tendo este número crescido consideravelmente desde 2005. As principais regiões de atuação são Sudeste e Sul. A tipologia mais comum de projetos de *retrofit* é a de hospitais, seguido por shopping centers, centros empresariais e supermercados. A maioria dos clientes são empresas privadas nacionais, seguidas do setor público municipal e estadual. As equipes técnicas compõem-se de engenheiros e administradores de empresas e arquitetos são minoria. As principais estratégias para alcançar a eficiência energética são intervenções nos sistemas de iluminação e condicionamento de ar e inserção de módulos fotovoltaicos, além de acréscimo de películas nas aberturas envidraçadas e automação. Evidenciam-se barreiras encontradas por essas empresas, como o pouco apoio governamental, dificuldades de financiamento de projetos e de captação de clientes. O presente trabalho é importante para a compreensão dos problemas e potencialidades dessas empresas, para o fortalecimento desse mercado que pode contribuir muito para a redução do consumo de energia em edifícios.

Palavras-chave: Eficiência Energética; ESCOs; Edifícios; *Retrofit* energético

ABSTRACT

Energy service companies (ESCOs) are seen as important actors in achieving energy efficiency in buildings. Understanding the development of the energy services market in Brazil, its limitations and potential, in addition to the ways in which ESCOS operates, can be useful for policy makers and other agents involved in the field of energy efficiency in buildings. This work aims to outline an overview of ESCOs in the world and their performance in Brazil, in addition to qualitatively characterizing companies, especially those that work with energy retrofits of non-residential buildings. The method includes literature review and systematic review of ESCOS in the world and in Brazil and interviews with ESCOs associated with ABESCO who work with energy retrofit of buildings in the country to profile these companies. Then, through case studies, three retrofit projects are approached: from an ESCO, from an energy efficiency consulting company and from a Federal University, to carry out a comparative analysis between them. The results show the lack of documents and studies in Brazil, an information gap. 137 companies associated with ABESCO were identified and this number has grown considerably since 2005. The main regions of activity are Southeast and South. The most common type of retrofit projects is that of hospitals, followed by shopping centers, business centers and supermarkets. The majority of clients are national private companies, followed by the municipal and state public sector. Technical staff are composed of engineers and business administrators and architects are in the minority. The main strategies to achieve energy efficiency are interventions in the lighting and air conditioning systems and insertion of photovoltaic modules, in addition to the addition of films in the glazed openings and automation. Barriers encountered by these companies are evident, such as little government support, difficulties in financing projects and attracting customers. The present work is important for the understanding of the problems and potential of these companies, for the strengthening of this market that can contribute a lot to the reduction of energy consumption in buildings.

Palavras-chave: Energy Efficiency; ESCOs; Buildings; Energetic Retrofit

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	Justificativa	21
1.2	Objetivos	23
1.2.1	Objetivo geral	23
1.2.2	Objetivos específicos	23
1.3	Apresentação da estrutura do trabalho	24
2	REFERENCIAL TEÓRICO	25
2.1	Eficiência energética em edifícios - conceito	25
2.1.1	Eficiência energética em edifícios – contexto internacional	26
2.1.2	Eficiência energética em edifícios – contexto nacional	27
2.2	ESCOS – Panorama mundial e brasileiro	31
2.2.1	As ESCOS no contexto internacional	33
2.2.2	As ESCOs no contexto brasileiro	36
2.2.3	Outros profissionais ou empresas com atuação em <i>retrofit</i> energético de edificações	38
2.3	<i>Retrofit</i> e <i>retrofit</i> energético	44
2.4	Ferramentas e métodos para diagnóstico energético que auxiliam o <i>retrofit</i> energético	46
2.4.1	Medição e Verificação M&V	46
2.4.2	Regulamento Técnico da Qualidade para Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos – RTQ-C	49
2.4.1	Simulação termoenergética (M&V e RTQ)	50
2.5	Modelos de contratação	51
2.5.1	EPC – Contrato de Performance Energética	52
2.5.2	ESC – Contrato de Fornecimento de Energia	54
2.5.3	IEC – Contrato de Energia Integrado	54
2.5.4	FM – Gestão de Instalações	55
2.6	Estratégias para <i>retrofit</i> energético	56
3	MÉTODOS E PROCEDIMENTOS	59
3.1	Revisão bibliográfica	61
3.1.1	Etapas para a condução da revisão sistemática – bases de dados	62

3.1.2	Etapas para a condução da revisão sistemática – literatura fugitiva	64
3.2	Levantamento documental ESCOs	66
3.3	Levantamento documental – Empresas consultoras de EE e Empresas que participam de chamadas públicas do PEE.....	69
3.4	O método para aplicação do questionário	69
3.4.1	O tópico-guia.....	70
3.4.2	Tópicos e subtópicos principais	71
3.4.3	Elaboração do questionário (<i>google forms</i>) e aplicação	72
3.5	Seleção dos estudos de caso.....	73
4	RESULTADOS.....	75
4.1	Revisão sistemática sobre as ESCOs.....	75
4.2	Questionário	77
4.2.1	Perfil das ESCOs	77
4.2.2	Perfil dos clientes	79
4.2.3	Perfil dos projetos de <i>retrofit</i> energético	82
4.3	Estudos de caso.....	86
5	CONCLUSÕES	92
5.1	Limitações da pesquisa.....	95
5.2	Encaminhamentos para pesquisas futuras.....	96
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	97
7	APÊNDICES.....	103

SUMÁRIO DE QUADROS

QUADRO 1: QUADRO COMPARATIVO ENTRE CONSULTORES CAPACITADOS E RECONHECIDOS PELA R3E E OS ARQUITETOS REGISTRADOS NO CAU NO BRASIL	42
QUADRO 2: CRITÉRIOS PARA AVALIAÇÃO DAS DIMENSÕES DE QUALIDADE DOS ESTUDOS PRIMÁRIOS	63
QUADRO 3: CONSOLIDAÇÃO DA AVALIAÇÃO	63
QUADRO 4: TRABALHOS DE BANCOS DE DADOS NACIONAIS PRÉ-SELECIONADOS E SUA AVALIAÇÃO FINAL	63
QUADRO 4: TRABALHOS DE BANCO DE DADOS INTERNACIONAL PRÉ-SELECIONADOS E SUA AVALIAÇÃO FINAL	64
QUADRO 6: RELATÓRIOS DE BANCO DE DADOS NACIONAL E INTERNACIONAL PRÉ-SELECIONADOS E SUA AVALIAÇÃO FINAL	65
QUADRO 7: QUANTIDADE DE ESCOS POR REGIÃO E POR ESTADO E SUAS PRINCIPAIS ATIVIDADES	67
QUADRO 8: EXEMPLO DE ORGANIZAÇÃO DAS ESCOS COM SEUS DADOS E STATUS DO ANDAMENTO DO QUESTIONÁRIO ..	68
QUADRO 9: TÓPICO PERFIL DA ESCO	71
QUADRO 10: TÓPICO PERFIL DO CLIENTE	71
QUADRO 11: TÓPICO PERFIL DO PROJETO	72
QUADRO 12: PARTE DO QUADRO COMPARATIVO ENTRE OS PROJETOS	74
QUADRO 13: TRABALHOS DE BANCO DE DADOS INTERNACIONAL SELECIONADOS	75
QUADRO 14: TRABALHOS DE BANCO DE DADOS NACIONAL SELECIONADOS	76
QUADRO 15: RELATÓRIOS DE BANCO DE DADOS NACIONAL E INTERNACIONAL SELECIONADOS	76
QUADRO 16: QUADRO COMPARATIVO ENTRE OS PROJETOS DO SISTEMA DE ILUMINAÇÃO DOS ESTUDOS DE CASO – DADOS DE CONSUMO. FONTE: AUTORA	89
QUADRO 17: QUADRO COMPARATIVO ENTRE OS PROJETOS DO ESTUDO DE CASO. FONTE: AUTORA	90

SUMÁRIO DE FIGURAS

FIGURA 1 – LINHA DO TEMPO DAS POLÍTICAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO BRASIL.....	31
FIGURA 2 – RECEITA DAS ESCOS POR REGIÃO (TOTAL DE U\$ 28,6 BILHÕES)	34
FIGURA 3 – COMPARATIVO DE ATUAÇÃO AS ESCOS ENTRE SETOR INDUSTRIAL, EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS E NÃO RESIDENCIAIS.....	35
FIGURA 4 –COMPARATIVO DA ATUAÇÃO DAS ESCOS ENTRE SETOR PÚBLICO E PRIVADO.	35
FIGURA 5 –ENCES EMITIDAS NO BRASIL POR ESTADO E POR TIPO.	39
FIGURA 6 –ATUAÇÃO DE CONSULTORES POR ESTADO	40
FIGURA 7 –ARQUITETOS REGISTRADOS NO CAU POR ESTADO	41
FIGURA 8 –NÚMERO DE PROCESSOS DE ETIQUETAGEM POR CONSULTORIA.	43
FIGURA 9 – TIPOS DE METAS DE DESEMPENHO ATENDIDAS PELAS CONSULTORAS.	43
FIGURA 10 – Os 4 MÉTODOS DE M&V E DOIS GRUPOS.....	48
FIGURA 11 –ESTRUTURA BÁSICA PARA UM PROJETO DE EPC.....	54
FIGURA 12 –QUADRO METODOLÓGICO.	61
FIGURA 13 – MAPA DA QUANTIDADE DE ESCOS POR ESTADO.	66
FIGURA 14 –MAPA DA QUANTIDADE DE ESCOS POR REGIÃO QUE TRABALHAM COM RETROFIT ENERGÉTICO. FONTE: AUTORA.	68
FIGURA 14 – TEMPLATE DO QUESTIONÁRIO APLICADO.	73
FIGURA 16 – GRÁFICO DO PORTE DAS EMPRESAS ENTREVISTADAS.....	77
FIGURA 17 – GRÁFICO DO NÍVEL DE FORMAÇÃO DOS GERENTES DE PROJETO.....	78
FIGURA 18 – GRÁFICO DA LOCALIZAÇÃO DOS CLIENTES NOS ESTADOS BRASILEIROS.	79
FIGURA 19 – MAPA DA LOCALIZAÇÃO DOS CLIENTES NOS ESTADOS BRASILEIROS.....	80
FIGURA 20 – GRÁFICO DOS PRINCIPAIS TIPOS DE CLIENTES.	81
FIGURA 21 – GRÁFICO DAS PRINCIPAIS BARREIRAS ENCONTRADAS.	82
FIGURA 22 – GRÁFICO DAS PRINCIPAIS INTERVENÇÕES EM EDIFÍCIOS PÚBLICOS.	83
FIGURA 23 – GRÁFICO DAS PRINCIPAIS INTERVENÇÕES EM EDIFÍCIOS PRIVADOS.....	84
FIGURA 24 – GRÁFICO DOS PRINCIPAIS PARÂMETROS DE CÁLCULO PARA A RELAÇÃO DE CUSTO-BENEFÍCIO (RCB).....	85
FIGURA 25 – MÉTODO DE CÁLCULO DE CONSUMO	86

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
- ABESCO – Associação Brasileira de Empresas de Serviços de Energia
- ACEEE - *American Council for an Energy-Efficient Economy*
- AIA – *American Institute of Architects*
- ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica
- AsBEA - Associação Brasileira de Escritórios de Arquitetura
- BEN – Balanço Energético Nacional
- CE – Comissão Europeia
- CCEE – Câmara de Comercialização de Energia Elétrica
- CCPE – Comitê Coordenador do Planejamento da Expansão dos Sistemas Elétricos
- CNAE – Código de Atividade Econômica
- CPP – Chamadas Públicas de Projetos
- DEE – Diretiva de Eficiência Energética
- EE – Eficiência Energética
- ENCE – Etiqueta Nacional de Conservação de Energia
- EPC – *Energy Performance Contracting*
- EPE – Empresa de Estudos e Planejamento Energético
- ESC – *Energy Supply Contracting*
- ESCO – Empresas de Serviços de Conservação de Energia
- FEMP – *Federal Energy Management Program*
- FM – *Facility Management*
- IEA - International Energy Agency
- IEC – *Integrated Energy Contracting*
- IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change
- INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial.
- LabCon – Laboratório de Conforto Ambiental
- Labeee – Laboratório de Eficiência Energética em Edificações
- MAE – Mercado Atacadista de Energia¹⁸
- M&V – Medição e Verificação
- MMA – Ministério do Meio Ambiente

MME – Ministério de Minas e Energia

NZEB – *Net Zero Energy Building*

ONS - Operador Nacional do Sistema Elétrico

ONU - Organização das Nações Unidas

PBE – Edifica - Programa Brasileiro de Etiquetagem de Edificações

PEE – Programa de Eficiência Energética

PIMVP - Protocolo Internacional de Medição e Verificação e Performance

PROCEL - Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica

PROPEE – Procedimentos do Programa de Eficiência Energética

R3E – Rede de Eficiência Energética de Edifícios

RCB - Relação Custo Benefício.

RTQ-C – Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos

UFPA - Universidade Federal do Pará

UFPel – Universidade Federal de Pelotas

UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas

USP – Universidade de São Paulo

UNB – Universidade de Brasília

UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais

UFSCAR – Universidade Federal de São Carlos

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

UFPR – Universidade Federal do Paraná

UFF – Universidade Federal Fluminense

UFMT – Universidade Federal de Mato Grosso

UFPB – Universidade Federal da Paraíba

UFBA – Universidade Federal da Bahia

UFAM – Universidade Federal do Amazonas

UFG – Universidade Federal de Goiás

UFPA – Universidade Federal do Pará

UFPI – Universidade Federal do Piauí

UFC – Universidade Federal do Ceará

UFAL – Universidade Federal de Alagoas

UFMA – Universidade Federal do Maranhão

UFS – Universidade Federal de Sergipe

UFRN – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

UFPE – Universidade Federal de Pernambuco

UFES – Universidade Federal do Espírito Santo

UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro

UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina

UFMS – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

1 INTRODUÇÃO

O setor da construção civil é um dos grandes agentes do aumento da temperatura da superfície terrestre, já que é responsável por 38% das emissões de CO₂ (GLOBAL ABC, 2020). Esse aumento das emissões nesse setor enfatiza a necessidade de uma estratégia para reduzir a demanda de energia no ambiente construído.

Segundo o estudo *“The 2016 International Energy Efficiency Scorecard”*, realizado pelo Conselho Americano para uma Economia Eficiente de Energia – ACEEE (2016), a eficiência energética é, em geral, o meio que exige menos custo para conseguir atingir uma nova demanda de energia. Os governos que incentivam a eficiência energética e apresentam políticas de apoio, economizam dinheiro público, se tornam mais autossuficientes e tendem a reduzir a poluição (GOMES apud ACEEE, 2017). No caso de edificações, parte do consumo energético deve-se ao desperdício de energia, consequência da escolha de padrões arquitetônicos inadequados ao contexto climático (AMORIM, 2012).

Conforme o estudo da ACEEE:

Muitos países realizaram economias significativas implementando políticas de eficiência energética dos edifícios, incluindo Austrália, França e Reino Unido, e que os Estados Unidos economizaram energia considerável através de padrões robustos de aparelhos. A oportunidade se apresenta ao Brasil, conforme o estudo, por meio da identificação de melhorias para o País, bem como, modelos a utilizar para melhorar a eficiência energética nos edifícios (ACEE, 2016)

Nesse sentido, promover a eficiência energética dos edifícios é uma estratégia cada vez mais relevante para mitigar as mudanças climáticas globais, já que o setor de edificações responde atualmente a aproximadamente 50% do total da eletricidade consumida no Brasil (BEN, 2020).

Nesse contexto, surge o conceito do edifício de menor impacto ambiental. De acordo com a Agência Internacional de Energia, esse edifício é aquele que consome menos água e materiais, possui eficiência energética e promove qualidade do ambiente interno, sendo denominado edifício verde (IEA, 2020).

No Brasil são estimados mais de 20 mil prédios públicos (GOMES, 2017), somando as várias tipologias do setor, como escritórios, escolas, hospitais e

universidades. Assim, o potencial de contribuição para a redução de emissões de gases de efeito estufa e do desperdício de energia em edifícios é bastante alto.

A Agência Internacional de Energia (IEA) estima que as emissões diretas de CO₂ dos edifícios precisam, até 2030, cair em 50% e as emissões indiretas do setor da construção em 60%. No Brasil, o consumo de energia nas edificações representou em 2019 durante sua fase de uso, aproximadamente 50% do consumo total de energia, sendo o setor residencial 25,5%; comercial 17,1% e público 8,2% (BEN, 2020). Esses dados confirmam ser primordial a redução do consumo de energia, mediante a adoção de medidas de conservação dessa energia no setor da construção civil.

Além disso, existe uma estimativa feita pelo PROCEL (PROCEL INFO, 2014) de que novas edificações que forem projetadas seguindo diretrizes de eficiência energética têm potencial de consumir 50% menos que edificações similares, e de que edifícios já construídos podem consumir até 30% menos após sua modernização seguindo parâmetros de eficiência.

Com a urgência de se otimizar o consumo de energia produzida, surgiram no Brasil os programas de eficiência energética, com o objetivo de avaliar o nível de eficiência energética dos edifícios. Como exemplo pode-se citar a Etiqueta de Eficiência Energética (ENCE) desenvolvida pelo Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL) em consonância com a Lei nº 10.295, de 17 de outubro de 2001, que dispõe sobre a “Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia” conhecida como Lei de Eficiência Energética (GOMES, 2017).

Em 2014, a Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação do Ministério do Planejamento Orçamento e Gestão (SLTI/MPOG) publicou a Instrução Normativa nº 02/2014, cujo artigo 5º prevê que “os projetos de edificações públicas federais novas devem ser desenvolvidos ou contratados visando, obrigatoriamente, à obtenção da ENCE Geral de Projeto nível A”. Estabelece também, que novas edificações da Administração Pública Federal e Autárquica, assim como as edificações que sofrerem *retrofit*, deverão dispor de projetos para que os edifícios atinjam o melhor desempenho energético possível, respeitando as características da edificação. Segundo a IN, *retrofit* é qualquer reforma que altere os sistemas de iluminação, condicionamento de ar ou a envoltória da edificação. Nessa pesquisa o termo *retrofit* energético é utilizado para

definir a reabilitação de edifícios considerando o impacto nos custos da alteração dos componentes que proporcionem reduzir o custo da energia consumida.

Dessa forma, a IN nº 02/2014 fortalece a Lei nº 10.295/2001 e torna compulsórias as contratações públicas com foco na Etiquetagem de Eficiência Energética de edificações da administração pública federal. Neste ponto, cabe registrar que as chamadas “licitações sustentáveis¹” têm sido apontadas como importante instrumento de fomento de práticas mais sustentáveis, tendo em vista que as contratações públicas das diversas esferas do governo (poder de compra governamental) movimentam recursos estimados em 10% do Produto Interno Bruto (PIB) nos países desenvolvidos, e aproximadamente 30% nos países em desenvolvimento (BIDERMAN, 2006). Nesse sentido, as diversas modalidades de contratação, se adequadas, podem se transformar numa ferramenta importante na promoção da eficiência energética de edificações, tanto na esfera pública como na privada.

Um modelo de negócios eficaz pode incentivar a modernização energética de edifícios com base em mecanismos de mercado. Um dos modelos de negócios mais conhecidos, com relação a contratos de desempenho energético, são as Empresas de Serviços de Energia (ESCO – *Energy Service Companies* (HYEIN, 2017)). Uma ESCO é uma empresa especializada em economia de energia ou em um serviço de economia de energia (JENSEN, 2013). A Diretiva da União Europeia (EED- 2012/27/EU) sobre o desempenho energético de edifícios tem sido um fator determinante para os governos encorajarem o desenvolvimento de serviços de energia; os contratos da ESCO para modernizar edifícios públicos existentes são vistos como um insumo essencial para alcançar as metas internacionais e nacionais de economia de energia.

As Empresas de Serviços de Conservação de Energia ou *Energy Service Companies* (ESCOs) surgiram no final dos anos 1970 nos Estados Unidos, com a finalidade de promover serviços de Eficiência Energética (EE). As ESCOs se propõem a reduzir a conta de energia nas instalações de seus clientes, sem reduzir o seu nível de

¹ Processo convencional de licitação, mas que possui critérios ambientais que visam promover a sustentabilidade evitando o desgaste de recursos naturais. É dado um valor maior aos cuidados que a empresa ou prestadora de serviços tem com o meio ambiente.

conforto e garantindo a qualidade de abastecimento e suprimento (BULLOCK et. al, 2001).

No entanto, apesar dos programas de EE existentes, não foram encontrados muitos estudos sobre ESCOs brasileiras e como elas estão operando no mercado. Faltam informações sobre o assunto, o que dificulta entender a problemática relativa e definir a implementação de políticas governamentais que estimulem sua ação.

Enquanto no contexto internacional, países como Estados Unidos, China, Itália, e Suécia possuem uma formalidade muito maior em relação a essas empresas e existem diversos artigos que estudam principalmente o mercado das ESCOs e suas potencialidades, as informações sobre o assunto no Brasil não existem ou são muito desatualizadas. Um artigo de 2015 apontou que havia 60 ESCOs trabalhando no país (HIDD, 2015). Atualmente, de acordo com a Associação Brasileira de Empresas de Conservação de Energia (ABESCO, 2019), existe um total de 138 ESCOs associadas (97 ESCOs e 41 fornecedoras de equipamentos²); no entanto, o país possui um total desconhecido de empresas que atuam na área, devido à informalidade na definição de ESCO pelo CNAE (Código de Atividade Econômica) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e há falta de legislação específica para esse tipo de empresa.

Neste cenário, o chamado Contrato de Desempenho de Eficiência Energética de Edificações (*Energy Performance Contracting - EPC*) tem sido apontado, no âmbito internacional, como mecanismo central para financiamento e execução de projetos (CARVALLO, 2019). Em tais contratos, tanto os investimentos em equipamentos quanto os serviços de engenharia e arquitetura são executados por uma Empresa de Serviços de Conservação de Energia (ESCO), ou por uma empresa de engenharia, que será remunerada mediante os benefícios financeiros adquiridos com a redução nas despesas de energia e água por parte do consumidor, que pode ser o próprio Estado. Essa solução foi muito bem-sucedida no exterior, sobretudo junto à administração pública federal do governo norte-americano, por meio do *Federal Energy Management Program (FEMP)* (MMA, 2014)

² Algumas ESCOs atuam apenas como fornecedoras de equipamentos como módulos fotovoltaicos, peças de automação, turbinas eólicas, etc.

O Contrato de Desempenho é uma modalidade de contratação bastante utilizada internacionalmente e tem contribuído para o desenvolvimento do mercado de eficiência energética, sendo que, dentro desse contexto, o setor público teve papel importante como indutor do uso dessa modalidade. Essa ferramenta de contratação se diferencia das demais pelo fato de não demandar tanto investimento por parte do setor público para implementação de processos de *retrofit*, além de possibilitar ao setor privado apresentar as melhores soluções tecnológicas com melhor custo-benefício para o poder público (MMA, 2014). No contexto atual de crise econômica, essa modalidade pode tornar-se ainda mais vantajosa. No Brasil, ações como o “Programa de Eficientização Energética de Prédios Públicos Através de ESCO’s” do Ministério de Minas e Energia (MME) de 2001 demonstram o interesse de viabilização dessa modalidade desde a crise energética.

Além disso, o Ministério do Meio Ambiente (MMA), por meio da Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental (SMCQ), junto ao projeto “Transformação do Mercado de Eficiência Energética no Brasil” (Projeto 3E) (MMA, 2014) em cooperação com o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), desenvolveu em 2014 o “Estudo sobre o Estado da Arte dos mecanismos de contratação de serviços de eficiência energética em edificações no Brasil” (MMA, 2014) que reforça a relevância dos contratos de desempenho energético através das ESCOS.

Os países em desenvolvimento têm um grande potencial para aumentar a eficiência energética, mas enfrentam várias barreiras antes que este potencial possa ser realizado (LIMAYE, 2011). A falta de acesso a mecanismos de financiamento apropriados é uma das barreiras importantes. As ESCOs, um mecanismo orientado para o mercado com vistas a melhorar a eficiência energética, teve experiências bem-sucedidas em países desenvolvidos como EUA e Canadá e países em desenvolvimento como a Coreia do Sul. As ESCOs estão em estágio inicial em muitos países em desenvolvimento e enfrentam barreiras de mercado, financeiras e institucionais, além de políticas precárias de precificação de energia, altos custos de transação etc. O desenvolvimento do mercado através do envolvimento ativo dos governos como cliente, provedor de informações e formulador de políticas é necessário para promover ESCOs. Desenvolvimento de janelas especializadas de financiamento de eficiência energética

em instituições financeiras apropriadas, desenvolvimento de habilidades para avaliação de projetos de eficiência energética e design de produtos financeiros especializados são outras medidas para acelerar a difusão da eficiência energética. (IEA, 2018)

Pode-se supor que como as ESCOS são empresas mais voltadas para engenharia, os projetos de *retrofit* energético tenham um padrão que foca na troca de equipamentos e não em intervenções arquitetônicas no edifício. Além disso, não se sabe quais os critérios são mais usados para o diagnóstico energético, se o RTQ-C serve como balizador desta avaliação e se a simulação computacional é ferramenta utilizada para o diagnóstico energético, dentre outras questões.

O mercado das ESCOS no país vem crescendo lentamente e pouco se sabe sobre os projetos de Eficiência Energética que têm sido executados por elas. Quantas ESCOS atuam com *retrofits* de Eficiência energética em Edificações e quais tipos de projetos existentes? Quais tipos de intervenções para a economia de energia são mais comuns nesses projetos? E, mais importante: o contrato de performance energética tem se efetivado na esfera pública e na privada? Quais são os principais entraves e oportunidades?

Pretende-se com esse estudo investigar a atuação das ESCOs no contexto brasileiro e do *retrofit* energético como ferramenta para o alcance da eficiência energética de edifícios traçando um panorama, perfil e diagnóstico das ESCOs no Brasil. Além disso, levantar as principais soluções de *retrofit* energético de edificações atualmente utilizadas pelas ESCOs e comparar atuações das ESCOs com outras empresas que também trabalham com *retrofit* energético em edificações

1.1 Justificativa

Segundo a IEA, o setor de edificações consome 30% da energia final e 55% da eletricidade produzida globalmente (IEA, 2019). Por essa razão, é importante a previsão de energia para equilibrar a demanda energética. Essa previsão é considerada uma ferramenta essencial para políticas e tomadores de decisão (AKAMAN, 2013) No entanto, países desenvolvidos apresentam estudos mais robustos que auxiliam nessa previsão e países em desenvolvimento são prejudicados por restrições de dados e estudos e não podem recomendar políticas feitas pelos países desenvolvidos, devido às suas diferenças estruturais (BACKLUND, 2012).

Na Europa, a Comissão Europeia (CE) aprovou, em setembro de 2012, uma proposta de Diretiva de Eficiência Energética (EED- 2012/27/EU) que aponta novas recomendações para superar barreiras à eficiência energética para que o potencial de economia de energia atinja a meta de economia de 20% até 2030. Além disso, as diretrizes apontam que novos edifícios ocupados pelas autoridades e propriedades públicas sejam Net Zero Energy Building (NZEB) (até 31 de dezembro de 2018 e novos edifícios sejam NZEB até 31 de dezembro de 2020. O documento enfatiza a importância de mercados bem desenvolvidos para que os serviços de energia atinjam a meta. (BACKLUND, 2012)

As empresas de serviços de energia (ESCOs) e a *Energy Performance Contracting* (EPC) são vistos como mecanismos de alcance dessa eficiência energética; entender a evolução do mercado das ESCOs, suas limitações e o sucesso de políticas e programas relevantes é útil para os formuladores de políticas (BERTOLDI, 2017). Os conceitos de EPC e ESCO foram originalmente criados na América do Norte e agora são cada vez mais adotados nos países em desenvolvimento (LIMAYE, 2011).

Nos países em desenvolvimento, a implementação de projetos de eficiência energética ficou muito aquém do potencial, devido a várias barreiras institucionais e financeiras. O conceito de contratação de desempenho energético (EPC), implementado por Empresas de Serviços de Energia (ESCOs), foi reconhecido como um mecanismo para superar algumas dessas barreiras. No entanto, apesar do fato de que o potencial de aplicação do desempenho a contratação nos países em desenvolvimento é grande, o crescimento da indústria de ESCO tem sido bastante lento. (LIMAYE, 2011).

As ESCOs têm um papel importante para entender melhor as necessidades dos consumidores, nos mercados de eletricidade abertos à concorrência. Elas estão entre os agentes mais ativos de mediação de processos, serviços e produtos eletricamente mais eficientes (HIDD, 2016).

O *retrofit* energético, entendido e definido nesse trabalho como a reabilitação de edifícios que considera o impacto nos custos da alteração dos componentes (iluminação, condicionamento de ar e envoltória) que proporcionem reduzir o custo da energia consumida, é uma das principais atividades das ESCOs e se mostra como uma importante ferramenta para a redução do consumo energético dos edifícios (HIDD, 2016).

Outras empresas também trabalham com *retrofit* energético no Brasil, como as empresas consultoras de EE ligadas à rede R3E (Rede de Eficiência Energética de Edifícios) do Programa Brasileiro de Etiquetagem e empresas de engenharia que não se denominam ESCOs. Comparar sua atuação em como seus projetos de retrofit têm em similaridades e diferenças é um caminho para compreendê-las na forma como atuam e utilizam essa ferramenta para redução do consumo energético nas edificações.

O presente trabalho, que apresenta essa visão geral de como as ESCOs estão atuando no país e suas dificuldades, pode auxiliar a gerar a base de políticas de fortalecimento dessas empresas e deste mercado no Brasil, o que pode contribuir e muito para a redução do consumo energético como um todo. Dessa forma, deve-se entender a atuação das ESCOs no contexto brasileiro e do *retrofit* energético como ferramenta para o alcance da eficiência energética de edifícios para então traçar um panorama, perfil e diagnóstico das ESCOs no Brasil. Além disso, é importante levantar as principais soluções de *retrofit* energético de edificações atualmente utilizadas pelas ESCOs e comparar atuações das ESCOs com outras empresas que também trabalham com *retrofit* energético em edificações

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

Investigar a atuação das ESCOs no contexto brasileiro e do *retrofit* energético como ferramenta para o alcance da eficiência energética de edifícios.

1.2.2 Objetivos específicos

- a) Traçar panorama, perfil e diagnóstico das ESCOs no Brasil;
- b) Levantar as principais soluções de *retrofit* energético de edificações atualmente utilizadas pelas ESCOs;
- c) Comparar atuações das ESCOs com outras empresas que também trabalham com *retrofit* energético em edificações

1.3 Apresentação da estrutura do trabalho

O presente trabalho se estrutura em quatro capítulos. O capítulo 1 é composto pela introdução, na qual apresenta a justificativa do trabalho, o objetivo geral e os específicos.

No capítulo 2 é apresentado o referencial teórico, dividido em conceituação do do conforto ambiental com foco na eficiência energética em edificações, seu contexto internacional e nacional. Definições sobre *retrofit* e *retrofit* energético e suas ferramentas e métodos. Além de dar um panorama nacional e internacional sobre as ESCOs e uma rápida abordagem sobre as empresas consultoras de EE e empresas de engenharia que também fazem retrofit energético em edificações no país.

O capítulo 3 apresenta os métodos e procedimentos utilizados nesta pesquisa. É apresentada a revisão bibliográfica sobre eficiência energética, *retrofit* energético e sistemática de todas as publicações sobre ESCOs no contexto internacional e nacional; o levantamento documental e sistematização de organização de todas informações fornecidas pela ABESCO, os critérios de seleção das empresas a serem entrevistadas com o questionário e o método de elaboração do questionário; e, por fim, o método para comparação dos estudos de caso, sua seleção e análise comparativa.

No capítulo 4 são apresentados os resultados, quais sejam: o resultado da revisão sistemática dos artigos e documentos publicados sobre as ESCOs, do resultado do questionário aplicado às empresas selecionadas e do estudo de caso.

No capítulo 5 apresentam-se as conclusões, além das limitações e sugestões para trabalhos futuros. A conclusões dos resultados da revisão sistemática que aponta para uma lacuna das informações sobre as ESCOs no Brasil e as conclusões encontradas sobre a análise dos resultados do questionário e do estudo de caso.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesse capítulo são abordados os principais conceitos e as principais ações referentes à eficiência energética das edificações no contexto mundial e brasileiro bem como os principais conceitos sobre *retrofit* energético de modo a clarear as diferenças entre outros tipos de *retrofit*. Além de dar um panorama nacional e internacional sobre as ESCOs e uma rápida abordagem sobre as empresas consultoras de EE e empresas de engenharia que também fazem retrofit energético em edificações no país.

2.1 Eficiência energética em edifícios - conceito

O contexto que originou o conceito de eficiência energética possui um acontecimento preciso: a crise do petróleo em 1973. Até aquele momento não havia uma preocupação mundial com a questão de energia no setor dos transportes, nem no setor de edifícios. O consumo de energia elétrica não era uma grande preocupação nos Estados Unidos e ainda menos no restante do mundo desenvolvido ou em desenvolvimento (ROMERO, 2014).

A eficiência energética nasceu, desse modo, em uma conjuntura de crise e vem permanecendo ao longo das últimas quatro décadas em razão da conquista na aplicação das ferramentas legais utilizadas e do avanço tecnológico possibilitado pela crise e tarifas elevadas. A eficiência energética é aplicada em projetos de edificações de modo a racionalizar o consumo evitando desperdícios sem comprometer as atividades necessárias à saúde, segurança, conforto e produtividade do usuário de uma edificação (CARLO, 2008).

Essa eficiência nas edificações é obtida por meio de uma série de ações interventivas na envoltória (em fase de projeto ou em *retrofits* da edificação), na eficiência dos sistemas de condicionamento de ar e sistemas de iluminação e no uso da edificação. Estas ações podem ser executadas através de leis, normas, códigos para edificações eficientes voltadas à prática profissional e pela educação ambiental (NICOLETTI, 2009)

As consequências para o desconhecimento de soluções arquitetônicas que otimizem o conforto térmico nas edificações são prédios que apresentam um grande consumo energético para condicionamento de ar no verão ou calefação no inverno.

Além disso, o desperdício de energia acontece também na fase da construção e durante o seu uso e gestão (LAMBERTS, 1997).

Para Lamberts, Dutra e Pereira (2014) o edifício é mais eficiente energeticamente que o outro quando assegura as mesmas condições ambientais (internas) com menor consumo de energia. A eficiência energética é quando se obtém um serviço com baixo consumo de energia (KRUGER, 2012).

2.1.1 Eficiência energética em edifícios – contexto internacional

Após a crise de 1973 passos importantes foram dados para o alcance da eficiência energética. A criação da *International Energy Agency* (IEA) teve como objetivo atuar com questões relacionadas ao petróleo (inicialmente) e outras fontes de energia. Além disso, o desenvolvimento dos primeiros regulamentos com restrições ao consumo de energia, apoiados por força de lei e conhecidos como regulamentos energéticos (ROMERO, 2014).

Inúmeros países promoveram programas de estímulo à redução do consumo de energia, derivando em seguida na criação de normas de eficiência energética, como a *Standard 90 – Energy Conservation in New Building Design* e a norma californiana *Title 24* de 1978. A *Standard 90.1* (ASHRAE, 1999) utiliza para avaliações de eficiência energética o método prescritivo, sistema de permutação (*trade off*) e o *Energy Cost Budget* (método de simulação) (NICOLETTI, 2009). No momento presente, diversos países como Canadá, Portugal, Espanha, México, Singapura, Chile, Reino Unido, dispõem de certo tipo de norma ou lei de eficiência energética de edificações (NICOLETTI, 2009).

Na Europa (de modo a alcançar todos os Estados-Membros), em setembro de 2012, a Comissão Europeia (CE) aprovou uma nova proposta de Diretiva de Eficiência Energética (EED- 2012/27/EU), que revoga a antiga diretiva e aponta novas recomendações para superar barreiras à eficiência energética para que o potencial de economia de energia atinja a meta de economia de 20% até 2030. As diretrizes sublinham a importância de mercados bem desenvolvidos para que os serviços de energia atinjam a meta. (BACKLUND, 2012)

Além disso, as diretrizes apontam que novos edifícios ocupados pelas autoridades e propriedades públicas sejam *Net Zero Energy Building*³(NZE) até 31 de dezembro de 2018 e novos edifícios sejam NZEB até 31 de dezembro de 2020. Exige também que a Comissão adote um Regime Comum de Certificação Voluntária para edifícios não residenciais. O sistema está atualmente sendo desenvolvido e será baseado nas novas normas para o cálculo do desempenho energético de edificações (D'AGOSTINO, 2017). Ele afirma que o setor público deve comprar eficiência energética em edifícios, produtos e serviços em todos os Estados-Membros. A diretiva introduz várias medidas, como obrigações legais de estabelecer regimes de economia de energia nos Estados-Membros, incentivos nacionais de eficiência energética, serviços e auditorias de energia.

2.1.2 Eficiência energética em edifícios – contexto nacional

Historicamente, a partir de 1950, o Estado Brasileiro foi responsável pelo fornecimento de infraestrutura para o desenvolvimento econômico, especialmente o setor industrial. O setor elétrico brasileiro possuía então desenho estrutural misto, formado por diversas empresas que atuavam em segmentos específicos. Em relação à forma institucional, a estrutura de decisões do setor elétrico brasileiro foi concebida de forma bastante centralizada (ROXO, 2005).

As características do setor elétrico brasileiro, vigente desde 1964, permaneceram praticamente inalteradas nos trinta anos posteriores. Como Pinto Jr. (1998) destaca, a capacidade de intervenção do Estado foi favorecida por uma conjuntura internacional marcada pelo crescimento econômico e pela abundância de recursos financeiros. Contudo, o autor destaca também, que os primeiros anos da década de 1980 foram marcados por uma crise financeira do setor elétrico brasileiro.

O mercado para os serviços de eficiência energética começou a surgir no Brasil no final da década de 70 e no início da década de 80, no encalço da segunda crise do petróleo e das medidas governamentais subsequentes. A ênfase do mercado estava mais no uso industrial dos derivados do petróleo e frequentemente envolvia mais a

³ edifícios ligados à rede de distribuição de energia que apresentam consumo de energia zero onde a quantidade total de energia usada pelo edifício durante um ano é igual à quantidade total de energia produzida pelo mesmo. A energia excedente volta para a rede

substituição dos seus derivados do que propriamente a eficiência energética (POOLE et. al, 1997).

A queda dos preços do petróleo em meados da década de 80 reduziu o mercado, entretanto em 1986 foi dado um novo impulso com o início do PROCEL (Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica). O Brasil inicia uma política relativa ao uso de energia elétrica marcada pela criação de dois programas: O Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) e o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (HIDD, 2015).

O PBE foi introduzido no Brasil em 1986 com o intuito de conservação de energia, lançando etiquetas informativas sobre o consumo de energia de aparelhos classificando-os em níveis de eficiência que vão da letra “A” (menor consumo e maior eficiência) até a letra “E” (maior consumo, menor eficiência). A crise energética de 2001 refletiu em ações governamentais mais enérgicas e é publicada nesse ano a primeira lei brasileira relativa a eficiência energética e que aborda também edificações (HIDD, 2016).

O Procel foi instituído em 1985 para promover o uso eficiente da energia elétrica e combater seu desperdício. No ano de 2003, o Procel lança o Procel – Edifica: Plano de ação para Eficiência Energética em Edificações, que estabeleceu algumas vertentes de ação: arquitetura bioclimática, certificação de materiais e equipamentos, indicadores referenciais para edificações, regulamentação e legislação, remoção de barreiras à conservação e educação.

Mesmo com a queda da atividade econômica brasileira, desde os anos 1980, o ritmo de crescimento do mercado elétrico nacional era muito superior comparado a mercados mais maduros (PINTO Jr. et al., 2007). Com isso, as empresas elétricas brasileiras colocaram-se em posição de destaque para a atração de investimentos estrangeiros.

Como ocorreu em diversos países, observa-se que a entrada de capitais privados e a eficácia de um novo modelo dependem de mudanças institucionais no setor elétrico brasileiro. Para a criação desse novo modelo de organização industrial do setor, destacam-se quatro aspectos legais e institucionais (PINTO Jr et al., 2007):

I) nova lei de concessões, Lei 9.074/95;

- II) criação da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL);
- III) criação do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS); e
- IV) instituição do Mercado Atacadista de Energia (MAE).

Essas três instituições (ANEEL, ONS e MAE) constituíam a base para o novo modelo de setor elétrico que o governo se propunha a instituir na segunda metade dos anos 1990. Havia a percepção de que o monitoramento e o planejamento não eram funções de primeira instância, pois se esperava que o mercado fizesse as coordenações mais relevantes para o setor (PINTO JR et al, 2007).

A partir dessa reforma, o resultado para o setor foi a desestatização de 80% da distribuição e 20% da geração de energia elétrica (FERRAZ, 2006). Nessa ocasião, ocorreram novas licitações de concessões de serviços públicos, separação das atividades de geração, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica e, também, a criação de novos agentes (Produtor Independente de Energia e Consumidor Livre).

Em plena crise do setor elétrico, um novo modelo para o setor elétrico brasileiro foi proposto pelo governo e definido a partir da aprovação no Congresso Nacional das Leis 10.847 e 10.848, em março de 2004. As regras de comercialização de energia elétrica e o processo de outorga de concessões e autorizações no novo modelo do setor foram regulados pelo Decreto 5.163, em julho de 2004 (HIDD, 2015)

Nessa ocasião, as alterações mais significativas estabelecidas pelo governo foram (FONSECA et. al 2012):

- I) a criação de uma nova entidade prevista para elaborar o planejamento energético e ambiental – a Empresa de Estudos e Planejamento Energético (EPE);
 - II) o aumento do controle do Ministério de Minas e Energia no ONS e no MAE, substituído pela Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE);
 - III) a alteração da compra garantida e obrigatória por parte das distribuidoras por um processo de leilões de energia, baseado no menor preço, nos quais a compra seria efetuada por um único comprador, que faria o rateio do montante para os compradores;
- e

IV) a criação do Comitê Monitoramento do Setor Elétrico (CMSE), responsável pela garantia da normalidade do suprimento de energia elétrica e pela emissão dos sinais de alerta quando ocorrerem desequilíbrios entre oferta e demanda.

No início do século XXI, mesmo com grave crise financeira nas empresas elétricas, foram também criadas condições que garantissem a implantação do novo modelo do setor elétrico. Houve uma fase de grandes oportunidades para as empresas de serviços energéticos. A EE voltou a ser importante na política energética brasileira, como demonstram dois fatores a seguir (HIDD, 2015):

I) a criação da Lei 9.991, de 2000, que regulamenta a obrigatoriedade de investimentos em programas de EE por parte das empresas brasileiras distribuidoras de energia elétrica, ajudou a desenvolver a EE no Brasil assim como o seu mercado; e

II) o racionamento de energia em maio de 2001, que ajudou a dar uma maior viabilidade para essas empresas de serviços energéticos (ESCOs) no país.

No Brasil, com a urgência de se aperfeiçoar o consumo de energia produzida, surgiram os programas de eficiência energética com o objetivo de avaliar o nível de desempenho ambiental. Como exemplo temos a Etiqueta de Eficiência Energética (ENCE) desenvolvida pelo Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL) em consonância com a Lei nº 10.295, de 17 de outubro de 2001, que dispõe sobre a “Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia” conhecida como Lei de Eficiência Energética (GOMES, 2017). Em 2010 é lançado Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas (RTQ-C) que avalia o desempenho de edificações. Na figura 1 abaixo é traçada uma linha do tempo para melhor compreender os marcos energéticos no Brasil.

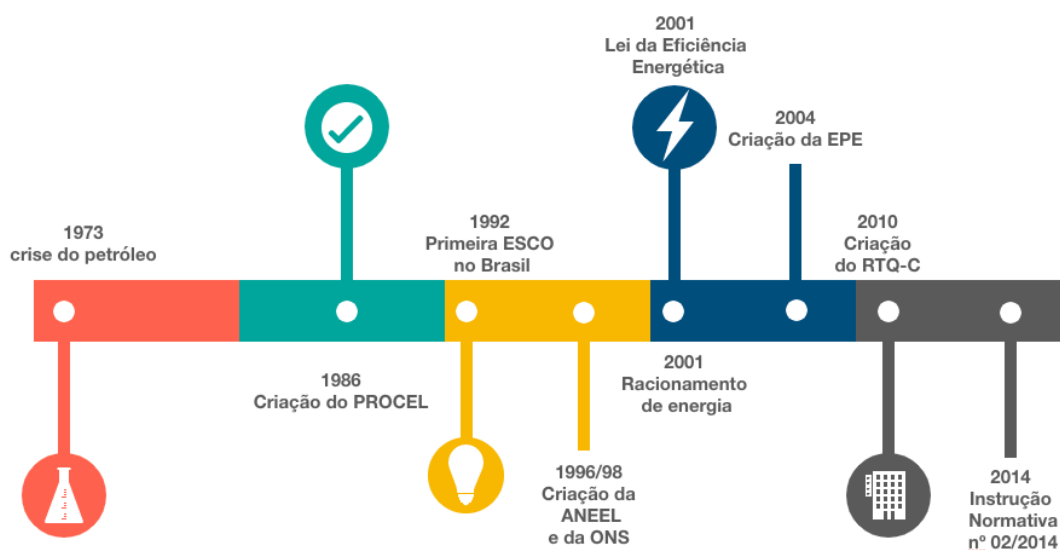


Figura 1 – Linha do tempo das políticas de eficiência energética no Brasil.

Fonte: Autora.

Em 2014, a Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação do Ministério do Planejamento Orçamento e Gestão (SLTI/MPOG) publicou a Instrução Normativa nº 02/2014 (MPOG, 2014), cujo artigo 5º prevê que “os projetos de edificações públicas federais novas devem ser desenvolvidos ou contratados visando, obrigatoriamente, à obtenção da ENCE Geral de Projeto nível A”. Estabelece também, que novas edificações da Administração Pública Federal e Autárquica, assim como as edificações que sofrerem *retrofit*, deverão dispor de projetos para que os edifícios atinjam o melhor desempenho energético possível, respeitando as características da edificação. Dessa forma, a IN nº 02/2014 fortalece a Lei nº 10.295/2001 e torna compulsórias as contratações públicas com foco na Etiquetagem de Eficiência Energética de edificações da administração pública federal.

2.2 ESCOS – Panorama mundial e brasileiro

Nos mercados de eletricidade abertos à concorrência foram criadas as empresas de serviços de energia (*Energy Service Companies* - ESCOs), cujo serviço oferecido é a promoção da eficiência energética. Essas empresas são especializadas em serviços de

conservação de energia e promovem a diminuição do consumo e, em consequência, dos gastos com energia das edificações. Distintamente de outros mercados, as ESCOs não surgiram de um problema tecnológico, mas sim da premência em reduzir custos. A partir da criação desse novo momento surgiu um novo agente econômico, o provedor de serviços energéticos, além dos três já existentes: o fornecedor de energia (distribuidora), o fornecedor de equipamentos e o consumidor de energia (HIDD, 2015).

Muitos estudos mostraram que o potencial de aumento da eficiência energética, tanto em países desenvolvidos quanto em países em desenvolvimento é bastante grande. Embora países desenvolvidos fizeram melhorias significativas todo o potencial ainda está para ser alcançado. O potencial de ganhos foi estimado como alto 25 a 30% nas economias industrializadas e 40% nas economias em transição (WEA, 2015) já a Agência Internacional de Energia (IEA, 2017) estimou um curto prazo (duas a três décadas) de potencial entre 20 a 30% para os países em desenvolvimento.

Por isso, observa-se que as ESCOs tiveram um histórico de êxito em países como EUA e Canadá, mas enfrentam vários obstáculos nos países em desenvolvimento, onde a indústria de ESCOs ainda está em estado inicial. Os obstáculos incluem a barreira do mercado devido à ausência de apoio do governo, projetos de pequeno porte que envolvem grandes custos de transação, barreiras institucionais devido a práticas existentes em governos que, de outra forma, podem fornecer grande mercado, falta de familiaridade com a contratação de desempenho e uma estrutura fraca de execução de contratos, entre outros (PAINULY, J.P., 2002).

Diante disso, as ESCOs apresentam uma nova forma de negócios e estão entre os agentes mais ativos de intermediação de produtos, processos e serviços eletricamente mais eficientes. Isso ocorre uma vez que o consumidor que deseja diminuir seus gastos energéticos não possui o conhecimento necessário para realizar essa otimização. Assim, essas empresas conseguem fazer a ligação entre a demanda por redução energética e a oferta dessa redução (HIDD 2105). No entanto, faltam estudos para compreender como e quantas destas empresas atuam no mercado em relação ao tipo de intervenção que tem sido feita nas edificações para o alcance da eficiência energética.

2.2.1 As ESCOS no contexto internacional

As Empresas de Serviços de Conservação de Energia ou *Energy Saving Companies* (ESCOs) surgiram no final dos anos 1970 nos Estados Unidos, com a finalidade de promover serviços de EE. As ESCOs se propõem a reduzir a conta de energia de seus clientes, sem reduzir o seu nível de conforto e garantindo a qualidade de abastecimento e suprimento (BULLOCK et. al, 2001).

Os serviços de eficiência energética são agora um setor de mercado considerável no contexto internacional. Em 2015, as ESCOs, cujo principal modelo de negócio é fornecer soluções de eficiência energética, apresentaram um faturamento total de US \$ 24 bilhões. A Na República Popular da China (daqui em diante “China”) é o maior mercado, com mais de 600 mil pessoas empregadas em ESCOs e crescimento de receita de 7% em 2015. As receitas de ESCO nos Estados Unidos foram de US \$ 6,4 bilhões em 2015, mais do que duplicou nos últimos dez anos. (IEA, 2017)

O valor do mercado global de ESCO cresceu 8% partindo de U\$ 26,8 bilhões de 2016 para U\$ 28,6 bilhões em 2017. A China continua a sustentar o mercado global de ESCO, crescendo 11% para US \$ 16,8 bilhões em 2017. O mercado nos Estados Unidos, onde as ESCOs operam há mais de 30 anos, cresceu para US \$ 7,6 bilhões em 2017. Na Europa, o mercado permanece um pouco desenvolvido em comparação com outras grandes regiões, representando 10% do total global.

Um mercado promissor existe para os serviços de eficiência energética, nos quais a eficiência energética comercializa quase como uma mercadoria que é comprada e vendida. Empresas dedicadas de serviços de energia (ESCOs) representaram um mercado de 24 bilhões de dólares dos Estados Unidos (USD) em 2015. Na China as receitas da ESCO foram de US \$ 13,3 bilhões, nos Estados Unidos. US \$ 6,3 bilhões, e na União Europeia (UE) US \$ 2,7 bilhões.

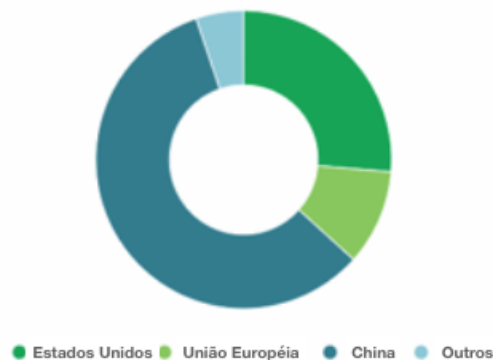


Figura 2 – Receita das ESCOS por região (total de U\$ 28,6 bilhões)

Fonte: IEA (2017)

Segundo o relatório de eficiência energética da IEA de 2017:

“Evidências indicam que o mercado de eficiência energética crescerá nos próximos anos. Fusões e aquisições de empresas de serviços de eficiência energética têm aumentado, com serviços públicos, tecnologia fornecedores e fabricantes de equipamentos de energia entrando no mercado. As perspectivas de demanda nos países do IEA levaram diversas empresas tradicionais de energia a adotar prestação de serviços de energia como forma de ampliar suas receitas. Além disso, o crescimento no monitoramento, controle e análise de dados estão permitindo novos modelos de negócios e soluções de serviços.”

As políticas governamentais são vitais para reduzir o risco de que os preços mais baixos da energia possam prejudicar os esforços de eficiência energética. Os altos preços da energia não podem ser considerados como um fator principal que impulsiona os investimentos em eficiência energética. Da mesma forma, os preços baixos não devem diminuir a necessidade de que a eficiência esteja na vanguarda da política energética nacional. As políticas de eficiência, devidamente integradas às políticas de energia renovável, precisarão continuar se expandindo e se fortalecendo.

Há uma variação em termos de se os projetos de ESCOs são executados no setor privado ou público, influenciados pela política do governo. Na China, embora as políticas incentivem o engajamento das ESCOs no setor privado, também impediu o envolvimento extenso do setor público, pois há restrições no engajamento do setor

público com as ESCOs. Na América do Norte, os proprietários de ativos do setor público são capazes de obter dívida em termos favoráveis, que podem ser usados para financiar contratos de ESCOs (HIDD, 2015).



Figura 3 – Comparativo de atuação as ESCOs entre setor industrial, edifícios residenciais e não residenciais.
Fonte: IEA (2016).

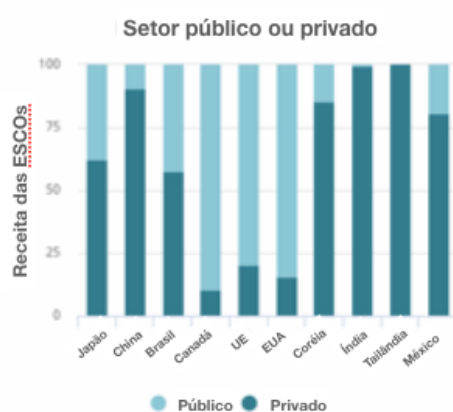


Figura 4 – Comparativo da atuação das ESCOs entre setor público e privado.
Fonte: IEA (2016).

Em setembro de 2012, A Comissão Europeia (CE) aprovou uma nova proposta de Diretiva de Eficiência Energética (DEE) que declara que pequenas e médias empresas representam um enorme potencial de economia na União europeia e seus estados membros devem estabelecer estruturas favoráveis promovendo a este setor assistência técnica e informação e apoio para fortalecimento do mercado das ESCOs (CE 2012) (BACKLUND, 2012)

No entanto, a pesquisa documental aponta justamente para a falta de apoio governamental em vários países europeus (BACKLUND,2012; BERTOLDI, 2017 CARVALLO, 2019; LANGLOIS, 2012; LIMAYE, 2011)). Estes artigos, provenientes principalmente dos Estados Unidos, Itália, Suécia, China e Taiwan, abordam algumas questões em comum, entre elas, as barreiras para o mercado das ESCOs. A barreira financeira mais citada é da falta de confiança dos investidores nas medidas de viabilidade econômica, além de clientes que desconhecem o contrato de performance energética como uma ferramenta para compartilhar os riscos implementação dos projetos de retrofit energético dos edifícios (BERTOLDI, 2017)

Países como Alemanha, França, Áustria, República Tcheca e Reino Unido são reconhecidos como os mercados mais ativos na EU enquanto Chipre, Estônia e Malta permanecem sem atividade da ESCO. O tamanho do mercado da UE foi estimado em 2,4 € bilhão de receitas da ESCO em 2015. O mercado de ESCOs são impulsionados tanto pelas forças do mercado (ou seja, aumento dos custos de energia, conscientização, desenvolvimento de parcerias), como por medidas políticas específicas, regulamentos e soluções financeiras (BERTOLDI, 2017).

Nos Estados Unidos, por exemplo, essas políticas públicas de incentivo acabam por impulsionar mais o mercado público/institucional em comparação com os clientes do setor privado e da saúde (CARVALLO, 2019). Já a falta de uma definição oficial de ESCO – certificação e padrões de ESCO – dificultam políticas de incentivo para a maioria dos países. Ainda que boa parte da União Europeia tenha isso bem definido, países como Holanda, Croácia, Itália deixam bem livre para cada empresa se definir ou não como ESCO.

Se o relatório da IEA aponta a China como o mercado que mais cresceu, Kotska afirma que o mercado lá se desenvolveu modestamente no setor privado, apesar das condições políticas e de mercado bastante favoráveis. Sendo as relações de confiança entre ESCOs e clientes de energia essenciais para a implementação bem-sucedida de projetos de eficiência energética, as ESCOs chinesas (que são predominantemente pequenas e privadas) têm um desempenho ruim em termos de construção de confiança, porque são desassociadas das políticas locais e redes sociais (KOTSKA, 2012).

Se nos países desenvolvidos essas barreiras podem dificultar a consolidação do mercado das ESCOs, nos países em desenvolvimento elas podem ser um potencial impeditivo para que esse mercado se desenvolva (LIMAYE, 2011).

2.2.2 As ESCOs no contexto brasileiro

A crise econômica nos anos 90, levaram o mercado de serviços de eficiência energética a uma baixa. Neste momento, muitas empresas passaram para outras áreas de consultoria, como a engenharia ambiental e controles prediais. Muitas abandonaram totalmente a consultoria ou reduziram drasticamente sua escala de operações. Durante os últimos anos a situação tornou-se mais favorável, incluindo a queda da inflação, preços de energia mais altos e mais estáveis e a reativação de programas de fomento.

A preocupação com a possibilidade de racionamento também estimula o interesse de clientes. Em consequência disto, o número e a atividade das empresas de serviços de eficiência energética têm aumentado (HIDD, 2015).

No final dos anos 80, foi promulgada a Constituição de 1988, cujo art. 175 dispôs que “incumbe ao poder público, na forma da lei, diretamente ou sob regime de concessão ou permissão, sempre através de licitação, a prestação de serviços públicos” (FERRAZ, 2006), deixando aberta a possibilidade de se reestruturar o sistema elétrico brasileiro. No entanto, o artigo só é regulamentado anos depois por meio das Leis das Concessões.

A partir de meados da década de 1990, quando o Estado passou por uma fase de liberalização econômica, teve início uma nova fase do setor elétrico brasileiro. Nessa ocasião, começou o processo de desregulamentação e privatização das empresas. Essas mudanças, em parte, desenvolveram-se a partir das modificações no contexto internacional, principalmente às associadas ao modelo de competição introduzido no Reino Unido, com a abertura do mercado de energia elétrica (HIDD, 2015).

A perturbação econômica iniciada em 1994, causada pela situação econômica no país e no mundo, levaram o mercado de serviços de EE a uma baixa (POOLE et. al, 1997). Mas, apesar disso, a primeira empresa de serviço energético (ESCO) surgiu no Brasil, em 1992 (VINE, 2005).

Com as políticas citadas no item 2.1.3, o mercado das ESCOs nos últimos anos segue se fortalecendo. Embora não haja muita literatura sobre essas empresas no Brasil, sabe-se que em 2005, atuavam no Brasil 60 ESCOs e com valor de projetos estimados em 100 milhões de dólares (U\$ de 2001), como observa Vine (2005). A isso se somaram atividades do PROCEL e do financiamento do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) que criaram um ambiente de mercado favorável às ESCOs e que analisaremos mais adiante. Atualmente, de acordo com a Associação Brasileira de Empresas de Conservação de Energia (ABESCO), o país possui um total de empresas que atuam na área desconhecido e 137 ESCOs associadas à ABESCO.

2.2.3 Outros profissionais ou empresas com atuação em *retrofit* energético de edificações

Assim como as ESCOs, empresas de consultoria e consultores de EE também apresentam um importante papel na EE de edificações no Brasil. Os edifícios em sua fase de uso, que buscam alcançar bons níveis de EE e reduzir sua conta de energia, precisam fazer adaptações significativas em seus equipamentos e em sua envoltória (se possível) e a habilidade desses profissionais e empresas em trabalhar os conhecimentos sobre atendimento de metas de EE pode facilitar a resolução dos problemas e auxiliar a execução de um *retrofit* mais eficiente (RODRIGUES, 2020).

A habilidade da empresa especializada e do profissional consultor em EE em identificar restrições do edifício em uso auxilia a resolução do problema, pois quanto mais significativas elas forem, tanto mais frequente será a adoção de soluções pouco convencionais (RODRIGUES, 2020). Daí, surge a necessidade de diálogo com profissionais que simulem, avaliem e apontem as melhores soluções (MCELROY et al, 2001 apud RODRIGUES, 2020).

Embora os consultores em EE deem prioridade ao PBE na forma de abordar o *retrofit* energético, diferente das ESCOs que atuam mais com as chamadas públicas de PEE da ANEEL, é importante compreender também como atuaram nos últimos anos e onde as ENCES foram emitidas e sua quantidade de forma mais espacial. Na figura abaixo (figura 6) é possível observar isso graficamente (RODRIGUES, 2020).

Percebe-se que as ENCE's habitacionais unifamiliares emitidas estão em maior quantidade seguido pela ENCE habitacional multifamiliar, mas que as ENCES comerciais de serviços e institucionais emitidas, embora em menor número, são mais heterogêneas no território nacional emitidas em quase todos os estados brasileiros. Enquanto que as ENCE's habitacionais se concentram em alguns estados destacando-se a concentração na região sudeste.

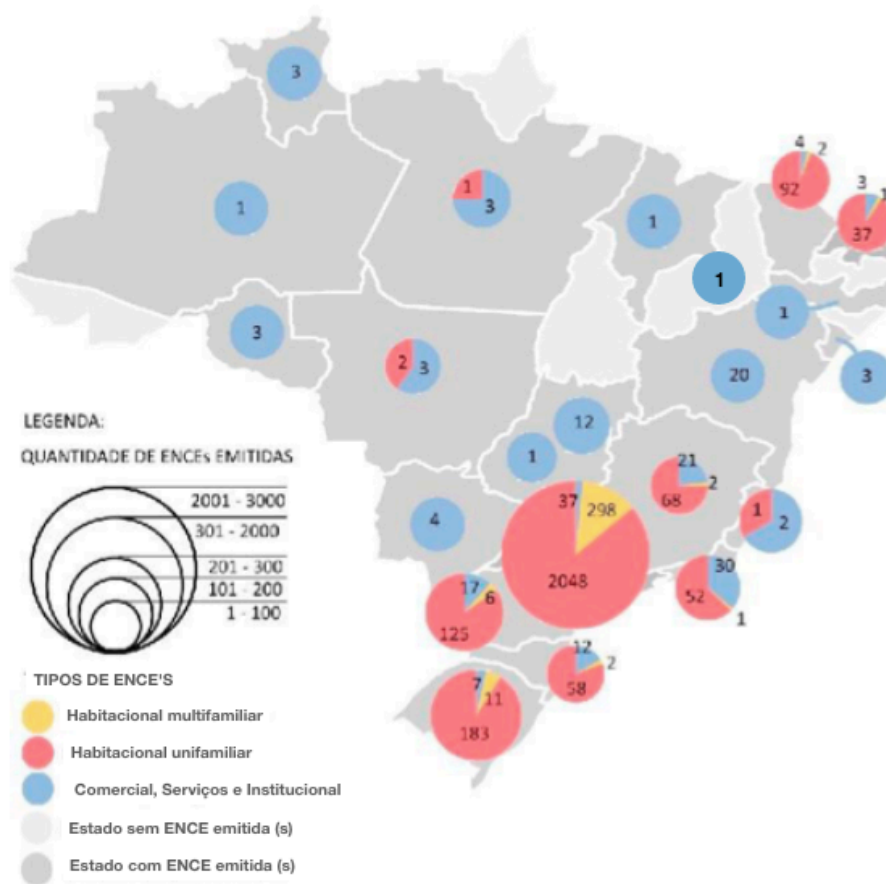


Figura 5 –ENCES emitidas no Brasil por estado e por tipo.
Fonte: RODRIGUES (2020).

Relacionando-se os consultores de EE reconhecidos e capacitados pela R3E (Figura 7) com as ENCEs emitidas, estes se apresentam de forma também heterogênea no território nacional com alguns estados do norte (N) e nordeste (NE) com apenas um consultor.

A região norte é a região com menor número de consultores e a maior concentração de consultores está no Sul e Sudeste, especificamente no Rio Grande do Sul (RS), devido à ação do Laboratório de Inspeção de Eficiência energética em Edificações da Universidade Federal de Pelotas (LINSE – UFPel) como Organismo de Inspeção Acreditado (OIA) pelo INMETRO, em Santa Catarina (devido à presença do LaBEEE - UFSC), Minas Gerais (influência do LabCon UFMG) e em São Paulo, estado com que concentrou 26% na ocupação da construção civil em 2018 (FIESP, 2019).

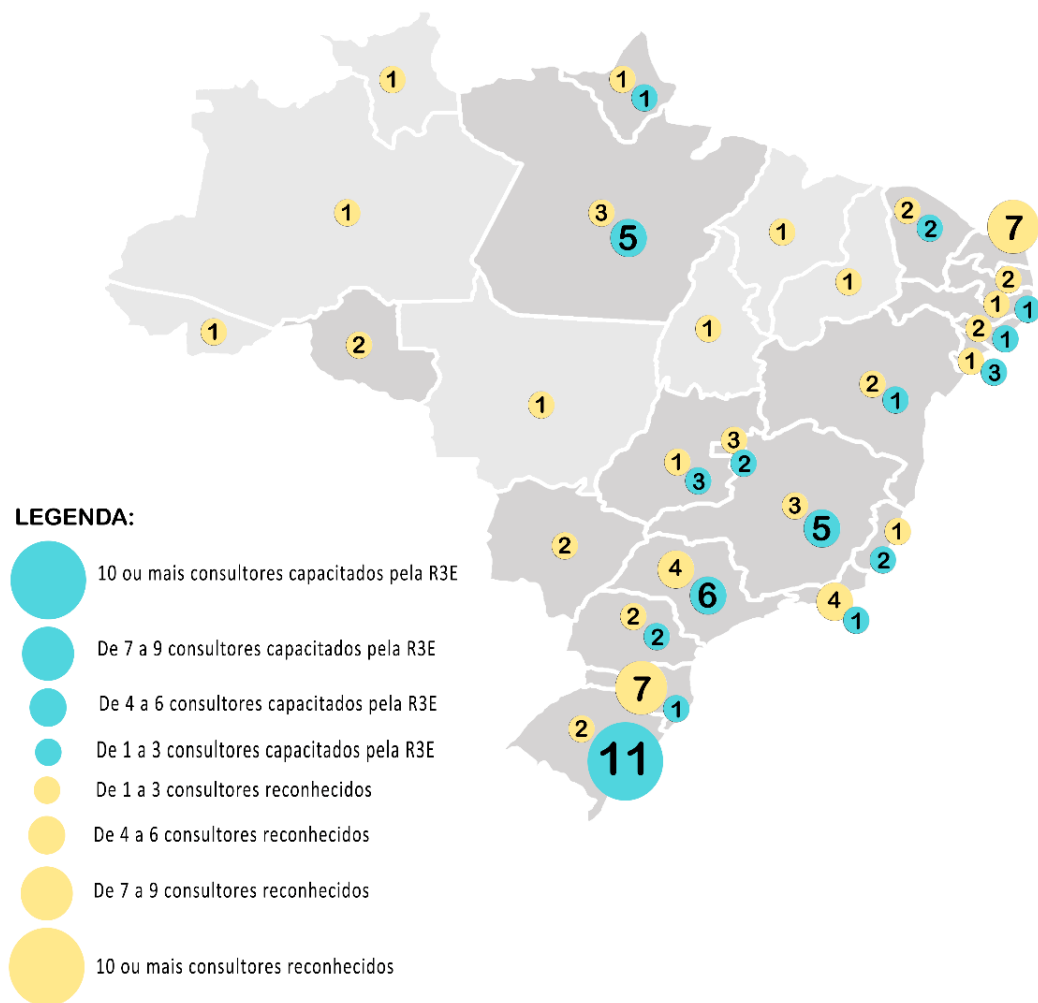


Figura 6 –Atuação de consultores por estado⁴
Fonte: RODRIGUES (2020)

Ao se fazer um paralelo entre os consultores capacitados e a quantidade de arquitetos registrados pelo CAU (Conselho de Arquitetura e Urbanismo), por exemplo, é possível observar que os consultores das regiões norte e nordeste, embora em menor número, não estão em desequilíbrio com as outras regiões como sudeste e sul comparando proporcionalmente com a quantidade de arquitetos registrados nessas regiões (figura 7).

⁴ O número de consultores para o DF parece subestimado nessa pesquisa. Contudo, não foi possível verificar com precisão esses números já que a rede R3E não disponibiliza mais no site essas informações.

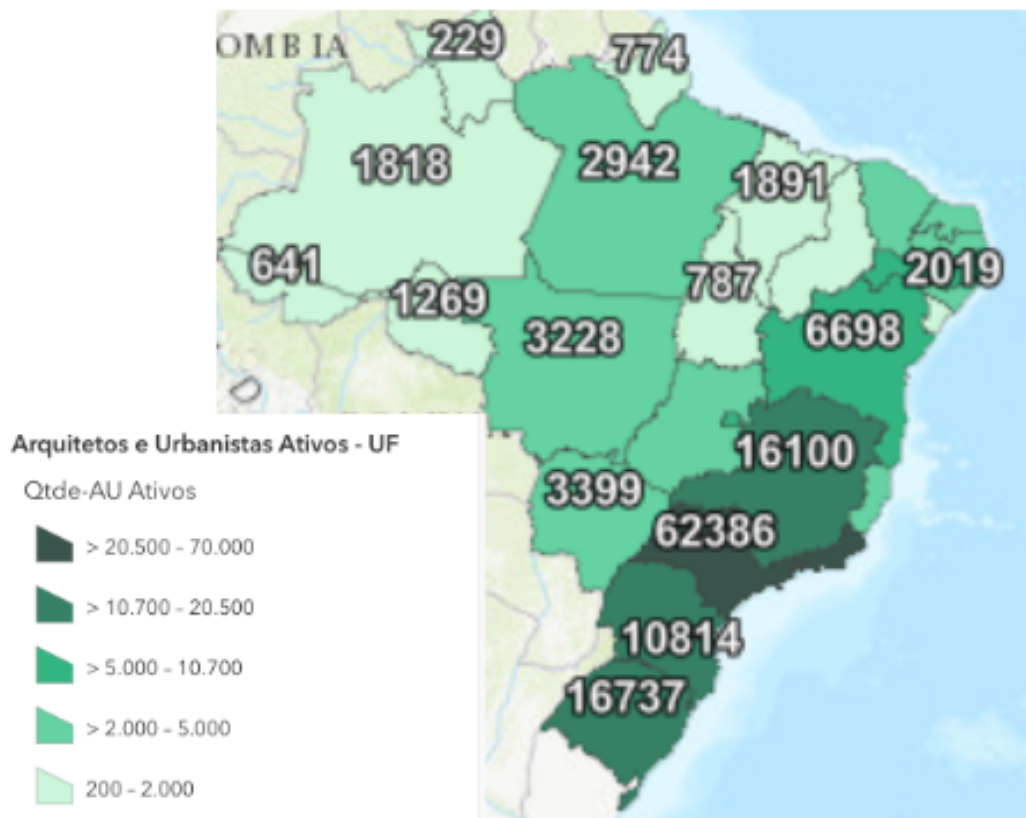


Figura 7 –Arquitetos registrados no CAU por estado⁵
 Fonte: IGEO CAUBR (2020)

⁵ O número de consultores para o DF parece subestimado nessa pesquisa. Contudo, não foi possível verificar com precisão esses números já que a rede R3E não disponibiliza mais no site essas informações.

Quadro 1: Quadro comparativo entre consultores capacitados e reconhecidos pela R3e e os arquitetos registrados no CAU no Brasil.

Fonte: IGEO CAU e Rodrigues (2020) adaptado pela autora

REGIÃO	ESTADOS	ARQUITETOS	TOTAL	CONSULTORES	PROPORÇÃO*
SUL	RS	16.793	40.860	12	1 / 1.399
	SC	10.837		4	1 / 2.709
	PR	13.230		8	1 / 1.653
SUDESTE	SP	65.513	103.003	10	1 / 6.551
	RJ	20.639		6	1 / 3.448
	MG	16.142		8	1 / 2.017
	ES	3.709		3	1 / 1.236
CENTRO-OESTE	TO	786	18.655	1	1 / 786
	GO	4.786		4	1 / 1.196
	DF	6.405		5	1 / 1.281
	MS	3.416		2	1 / 1.708
	MT	3.262		1	1 / 3.262
NORTE	PA	2.946	7.686	1	1 / 2.946
	RR	775		2	1 / 387
	AM	1.824		1	1 / 1.824
	AP	229		1	1 / 229
	AC	642		1	1 / 642
	RO	1.270		2	1 / 635
	BA	6.692	28.033	3	1 / 2.230
	SE	1.482		4	1 / 370
	AL	2.028		3	1 / 676
	PE	5.061		2	1 / 2.530
	PB	2.812		2	1 / 1.406
	RN	2.544		7	1 / 363
	CE	4.119		4	1 / 1.029
	MA	1.904		1	1 / 1.904
	PI	1.391		1	1 / 1.391
TOTAL			198.237	99	

Segundo dados da Fundação Vanzolini, a relação de processos de etiquetagem por consultoria nos últimos dois anos (2019 e 2020) e as principais empresas consultoras com maior número de processos: são empresas de São Paulo, Minas Gerais e Brasília e seus processos de etiquetagem também são dos estados citados (Figura 8). E os empreendedores são em sua maioria institucionais e empresas construtoras.

NÚMEROS DE PROCESSOS DE ETIQUETAGEM POR CONSULTORIA

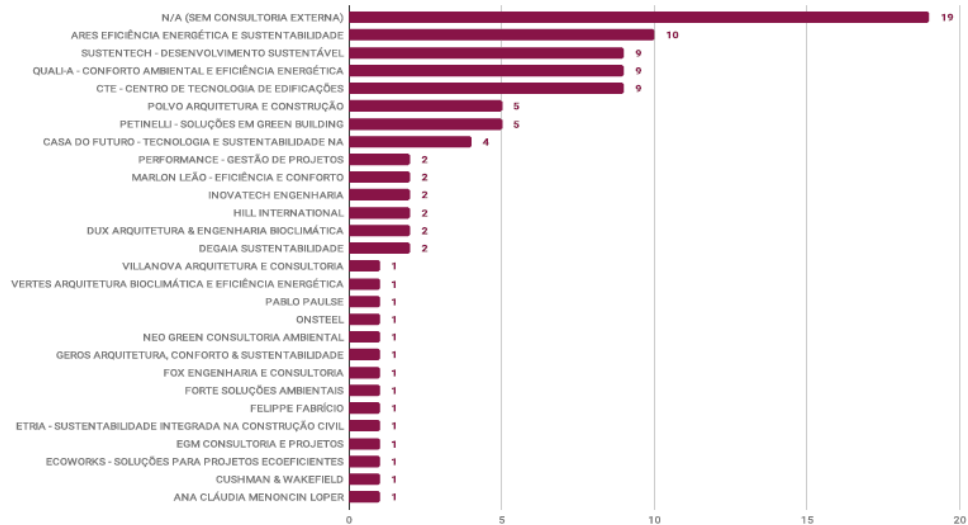


Figura 8 –Número de processos de etiquetagem por consultoria.

Fonte: Fundação Vanzolini (2020).

Em pesquisa realizada com consultores, a maior parte deles buscam atender às seguintes metas de desempenho: em primeiro lugar a Etiqueta PBE Edifica, seguido pela norma NBR 15575 (parte térmica e luminoso), depois LEED, AQUA e ZEB nessa ordem (RODRIGUES, 2020). A maioria deles são arquitetos e urbanistas seguido por um número bem menor de engenheiros. Segundo Rodrigues a grande quantidade de arquitetos e urbanistas atuando como consultores pode ter relação com o fato de as escolas de arquitetura no Brasil possuírem laboratórios de conforto ambiental e de a R3E ter sido formada, em sua maioria, por laboratórios dessas escolas.

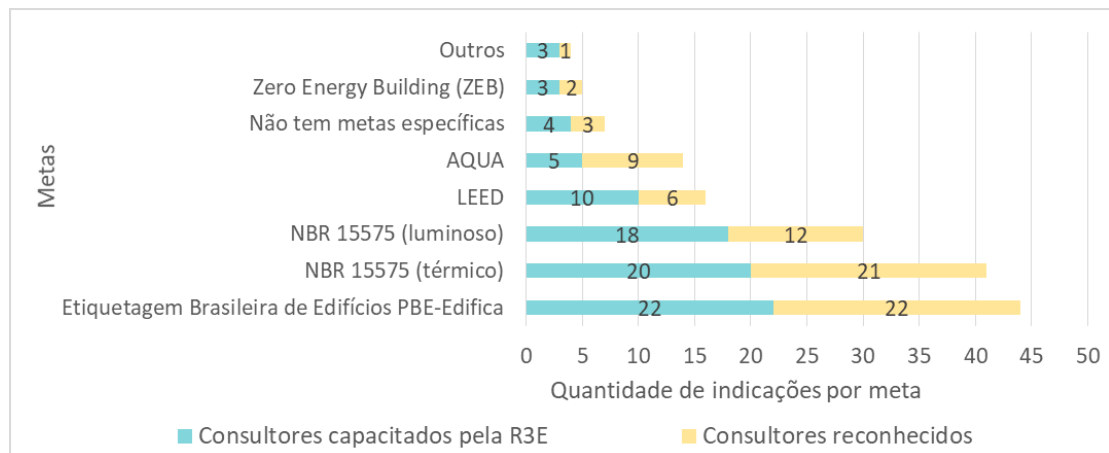


Figura 9 – Tipos de metas de desempenho atendidas pelas consultoras.

Fonte: Rodrigues (2020).

As chamadas de avaliação do PBE de obras públicas são instrumentos que o poder público utiliza para impulsionar a EE no Brasil e essas chamadas são em geral atendidas por consultores e por ESCOs, no entanto não há dados exatos sobre essas quantidades. Já as Chamadas Públicas (CPP) do PEE, que são realizadas pelas concessionárias de energia, são atendidas em sua grande maioria pelas ESCOs e não por consultores de EE.

Uma pesquisa extensa feita com as últimas CPP apontam as ESCOs em sua grande maioria entre os participantes e vencedores dos projetos de EE com poucas empresas de engenharia que não são associadas à ABESCO. Segundo João Bosco Martins Leal, conselheiro consultivo da ABESCO (LEAL, 2121), as CPP são em geral voltadas para as ESCOs já que a série de pré-requisitos a serem cumpridos nos editais são mais facilmente atendidos por essas empresas, por isso, cerca de 90% dos editais das CPP são vencidos por ESCOS.

Como demonstrado, há uma grande quantidade de outras empresas e profissionais que trabalham com *retrofit* energético no país além das ESCOs e, por isso, é necessário estender a investigação a estas empresas consultoras de EE, comparando sua atuação em projeto. Dessa forma, compreender semelhanças e diferenças de atuação.

2.3 *Retrofit e retrofit energético*

O conceito de *retrofit* (“retro”, do latim, significa movimentar-se para trás e fit, do inglês, adaptação, ajuste) surgiu ao final da década de 90 nos Estados Unidos e na Europa. A princípio, o termo foi utilizado na indústria aeronáutica e referia-se à atualização de aeronaves, aos novos e modernos equipamentos disponíveis no mercado e, com o passar do tempo, começou a ser empregado, também, na Construção Civil. A ideia em foco diz respeito ao processo de modernização e atualização de edificações, visando torná-las contemporâneas, valorizando os edifícios antigos, prolongando sua vida útil, seu conforto e funcionalidade através da incorporação de avanços tecnológicos e da utilização de materiais de última geração (ROCHA; QUALHARINI 2001).

A Norma de Desempenho Brasileira (NBR 2008:11) define *retrofit* como remodelação ou atualização de edifício ou de sistemas, pela integração de novas tecnologias e conceitos. Visa usualmente a valorização do imóvel, mudança de uso, aumento da vida útil e melhoria da eficiência operacional e energética.

Numa abordagem de *retrofit* mais focado no estado de degradação do edifício entende-se que o envelhecimento das edificações leva a degradação de seu entorno e, conseqüentemente, há o objetivo central da melhoria da qualidade de vida, fica criada a necessidade de reabilitação do ambiente urbano. Mas, a capacidade regenerativa de um edifício, só pode ser determinada após um processo de avaliação de certa complexidade (BARRIENTOS, 2004).

Para além da remodelação com foco em novas tecnologias, o valor histórico dos edifícios deve ser levado em consideração. Conservar na construção existente o que está em bom estado, respeitando seus valores estéticos e históricos originais, fazendo adequações às exigências atuais e aumentando sua vida útil, baseando-se em noções de utilidade e função (NAKAMURA, 2011).

O *retrofit* pode estar expressamente relacionado com inovação tecnológica, pois são necessários recursos tecnológicos muitas vezes especificamente desenvolvidos para que seja possível a renovação de certos elementos arquitetônicos ou equipamentos (MACHADO, 2014). Pode ser realizado em qualquer edifício, residencial ou comercial, desde que haja uso de tecnologias modernas dos sistemas prediais, reconfiguração e otimização dos espaços, objetivando aprimorar a eficiência energética, climatização, iluminação, qualidade de vida do usuário e o emprego de novos materiais. Tendo como consequência, a valorização imobiliária do imóvel (NAKAMURA, 2011).

As premissas necessárias para que a edificação que passou por um *retrofit* seja ambientalmente mais sustentável são a otimização do desempenho energético, a melhora no conforto térmico, acústico e visual, a redução do consumo de água, e ainda a relação com o entorno (SHREIBER, 2017).

Na área de eficiência energética, entre pesquisadores e profissionais, o termo *retrofit* é utilizado para determinar alterações ou reformas nos sistemas de energia elétrica visando sua conservação (GHISI, 1997). Além do termo, o emprego de outros termos como recuperação, renovação, revitalização, restauro, requalificação e, o mais usado, reabilitação.

O conceito de Reabilitação no contexto do edifício, divide-se em duas linhas diferentes: uma relacionada a conservação do patrimônio histórico e a outra relacionada aos edifícios de uso corrente (MARQUES, 2008). A primeira refere-se a

edifícios em que predomina sua força cultural e o conceito de conservação e a segunda, às ações ligadas à reforma, *retrofit* e à manutenção.

O projeto de *retrofit* ou reabilitação precisa prever os resultados que devem ser demonstrados: o desempenho em relação à competitividade do produto (comercialização, preço, inovação), quanto à técnica (racionalização, tecnologia, eficiência energética, integração/compatibilidade, custo-benefício das soluções) e quanto à satisfação (retorno do investimento, assistência técnica, conforto térmico, luminoso ou acústico, custo de manutenção) (NICOLETTI, 2009).

Nessa pesquisa o termo *retrofit* energético é utilizado para definir a reabilitação de edifícios considerando o impacto nos custos da alteração dos componentes dos sistemas de climatização e iluminação, além de componentes da envoltória e ambientes internos que proporcionem reduzir o custo da energia consumida.

2.4 Ferramentas e métodos para diagnóstico energético que auxiliam o *retrofit* energético

O *retrofit* energético é uma das principais atividades das ESCOs e se mostra como um importante instrumento para a redução do consumo energético dos edifícios. A seguir, apresentam-se algumas ferramentas e métodos mais utilizados para *retrofit* energético.

2.4.1 Medição e Verificação M&V

As informações aqui apresentadas têm como base o documento disponibilizado pela ANELL, Guia de Medição e Verificação, 2013.

O Plano de M&V deverá ser elaborado para cada ação padrão do Plano de Eficiência Energética (PEE), com o objetivo de reduzir os custos e facilitar a fiscalização da ANEEL. As ações de M&V devem seguir as ações do PEE, definidas nos Procedimentos do Programa de Eficiência Energética - PROPEE. De acordo com o resultado obtido, deverá ser elaborado e apresentado um Relatório de M&V expondo a economia alcançada com o projeto.

O Guia de M&V deve apresentar, para cada ação de eficiência energética padrão, o plano de M&V, as planilhas eletrônicas para registro de dados e medições, cálculo de

resultados e tabelas, que deverão constar no Plano e Relatório de M&V, além de formulários de M&V para coletar os dados em campo para cada ação padrão.

Cada Plano de M&V deverá apresentar, inicialmente, o objetivo da AEE (Ação de Eficiência Energética) e a descrição da mesma, abrangendo resultado pretendido com a ação, além da identificação do projeto (a instituição hóspede, CNPJ endereço, contatos e distribuidora local).

No plano devem ser definidos qual opção de Protocolo Internacional de Medição e Verificação e Performance (PIMVP), que documenta termos comuns e tipos de métodos de avaliação, utilizado no projeto, as variáveis que serão medidas para explicar a variação de energia e fronteiras de medição. É preciso também definir o período em que as medições de energia serão realizadas, valores e justificativas.

Além disso, as bases de ajuste (condições ao qual os valores de energia medidos serão ajustados) e os procedimentos de análise, que incluem modelos matemáticos, seus termos, unidades, faixas de variação utilizadas nos cálculos, também devem ser explicitados no modelo (CAVALCANTE, 2017).

Depois disso, o relatório de M&V deve conter as datas do período de medição, dados de energia e demanda, cálculos de adequação e reajustes, ajustes de melhorias realizadas na instalação, cálculo da Relação de Custo Benefício (RCB) e os resultados obtidos com as ações de eficiência energética.

A informação de economia de energia só será estatisticamente válida se for mostrado o intervalo de confiança e a precisão do resultado. A confiança diz respeito à probabilidade de que a economia estimada esteja dentro do intervalo de precisão estabelecido (EVO, 2012, apud HONORATO, 2019).

Exemplificando, o resultado previsto para economia de energia de uma AEE é calculado em 1MWh/ano com uma confiança de 90% e uma previsão de 10%. Significa que há 90% de chance de que a economia real esteja na faixa de 1MWh/ano mais ou menos 10% desse valor. Dessa forma, a precisão define a faixa de valores à volta do valor médio calculado nos quais a economia real pode estar e a confiança define a probabilidade desse valor real estar nesse intervalo (HONORATO, 2019).

O PIMVP define 4 métodos de M&V divididos em 2 grupos. O primeiro grupo refere-se a medições isoladas que objetivam analisar o consumo de equipamentos ou sistemas específicos que definem a fronteira de medição ao redor desses elementos. O

segundo grupo representa medições globais da instalação objetivando o monitoramento do impacto das AEE no cenário global do edifício (HONORATO, 2019). A figura abaixo ilustra os quatro métodos e os dois grupos.

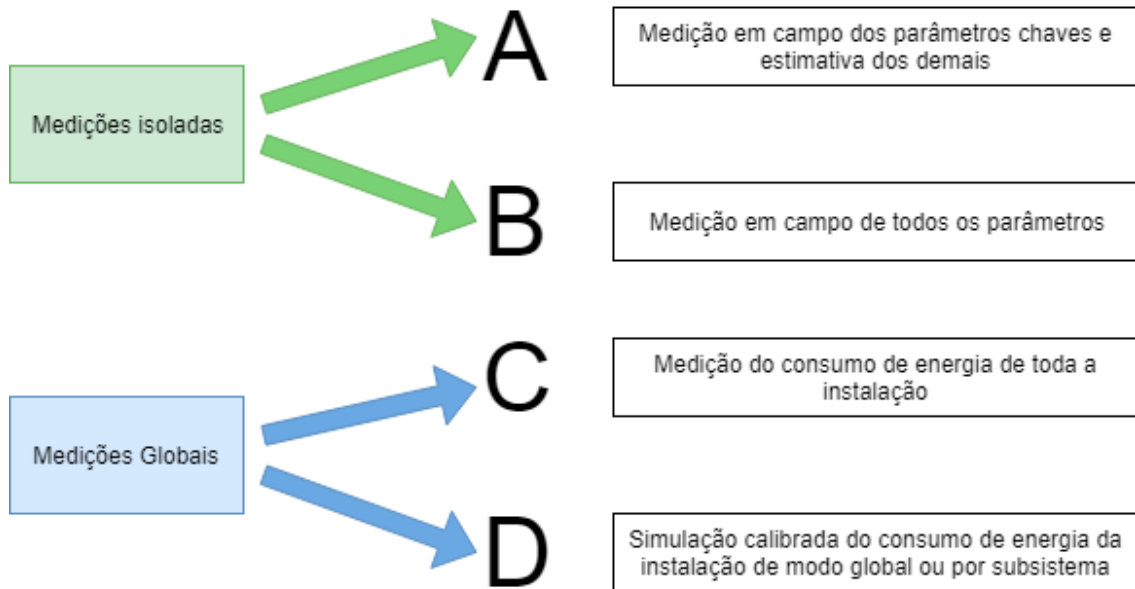


Figura 10 – Os 4 métodos de M&V e dois grupos
Fonte: HONORATO (2019).

As empresas distribuidoras de energia elétrica deverão realizar Chamadas Públicas para a seleção de projetos como um procedimento anual obrigatório. A concessionária ou permissionária deverá aplicar pelo menos 50% do investimento obrigatório. A ANEEL define as diretrizes regulatórias e os critérios de seleção das Chamadas Públicas de Projetos (CPP) do PEE, deixando a cargo de cada distribuidora a responsabilidade pelo estabelecimento do montante a ser disponibilizado, formatação do edital, divulgação da CPP e aplicação dos critérios de seleção de projetos dentro dos limites definidos pelo PROPEE.

Nessas CPP a distribuidora deverá identificar ações de EE como definir estratégias de Medição & Verificação, estabelecer potenciais de eficiência energética nas instalações do cliente, definir parceria com ESCO, preparar documentação para habilitação do proponente e do parceiro ESCO, esclarecer dúvidas do Edital da CPP com a distribuidora.

2.4.2 Regulamento Técnico da Qualidade para Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos – RTQ-C

Este regulamento foi criado para determinar as condições para a classificação do nível de eficiência energética para obtenção da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) emitida pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normatização e Qualidade Industrial (INMETRO). O RTQ-C especifica requisitos técnicos, métodos para classificação de edifícios comerciais, de serviços e públicos quanto à eficiência energética.

Quando o RTQ-C foi lançado ele possuía caráter voluntário para obras públicas, mas com a intenção de estimular a etiquetagem, o Ministério público lançou a Instrução Normativa SLTI/MP nº 02 (BRASIL, 2014) que tornou compulsórias as Licitações Sustentáveis com foco na Etiquetagem de Eficiência Energética de novas obras públicas, locação e aquisição de máquinas e aparelhos consumidores de energia etiquetados na classificação máxima, nível “A” do PBE.

No entanto, Gomes (2015) ressalta que há uma lacuna de informações sobre o mapeamento do universo das edificações públicas que tenham tipologia-destinação e área construída abrangidos de fato pela Instrução Normativa SLTI/MP nº 02 de 2014. Estas informações são importantes para a aplicação efetiva da instrução normativa.

Os edifícios submetidos ao regulamento devem atender todas as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT – vigentes. O consentimento da etiqueta acontece nas diferentes fases do edifício: projeto de nova edificação, edificação pronta e edificação existente (após *retrofit*) (NICOLETTI, 2009). A etiqueta é dividida em três requisitos: envoltória, sistema de iluminação e sistema de condicionamento de ar e cada um deles têm níveis de eficiência que variam de A (mais eficiente) a E (menos eficiente).

Para a classificação do edifício como um todo, as classificações por requisito devem ser ponderadas para assim se chegar a uma classificação final que também varia da mesma forma de A até E (mais e menos eficiente). A configuração da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE), contendo os níveis finais e parciais é possível ver na figura 2. Se a classificação de todos os requisitos parciais for A o edifício está apto a obter o Selo Procel.

Há dois métodos de classificação do nível de eficiência energética, o método prescritivo (aplicado com uma equação fornecida, válida para edifícios condicionados) e o método de simulação, onde se usa o método prescritivo associado a simulação do desempenho termo energético de edifícios condicionados e não condicionados.

De acordo com o levantamento feito sobre as ESCOs e seus sites, algumas das ESCOs que trabalham com *retrofit* energético anunciam o RTQ como uma ferramenta de parâmetro para alcançar a Eficiência energética.

A portaria nº 42 do Ministério da Economia do dia 24 de fevereiro de 2021 acaba de aprovar a Instrução normativa para Classificação de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas (INI-C) que aperfeiçoa os RTQ-C, especificando os critérios e métodos para a classificação de edificações comerciais, de serviços e públicas quanto à sua eficiência energética. A INI-C deverá substituir o RTQ-C em breve.

2.4.1 Simulação termoenergética (M&V e RTQ)

A simulação termoenergética é uma ferramenta de diagnóstico energético que pode ser utilizada tanto na M&V quanto no RTQ. Na M&V ela aparece na opção D do método, e no RTQ é uma das duas opções de método de diagnóstico. O método prescritivo é feito por cálculos e fórmulas pré-determinadas pelo regulamento e o a simulação que é feita de forma conjunta com o prescritivo.

De modo a melhorar o desempenho das edificações, são necessárias ferramentas que possibilitem analisar e avaliar os diversos processos que ocorrem simultaneamente nas edificações. Mais do que se fundamentar em intuição ou no conhecimento do projetista, há a necessidade de tornar a tomada de decisão baseada em evidências, fundamentada mais em análises objetivas do que subjetivas.

No entanto, as abordagens tradicionais de desenvolvimento de projetos têm se mostrado inadequadas para avaliar as diversas questões abordadas em projeto atualmente. Tipicamente, as abordagens tradicionais são monodisciplinares, orientadas para soluções restritas, com escopo limitado e baseiam-se em um fluxo linear, onde as diversas expertises pouco interagem, ou interagem de forma muito compartimentada (HENSEN, LAMBERTS, 2011).

A simulação computacional é uma das ferramentas de análise mais poderosas da atualidade - ela é usada para simular tudo, desde jogos, a crescimento econômico e problemas de engenharia (HENSEN, LAMBERTS, 2011). Ferramentas de simulação computacional são ferramentas de característica multidisciplinar, de escopo amplo, que visam fornecer soluções aproximadas a problemas complexos por meio de um modelo simplificado, mas confiável (HENSEN, LAMBERTS, 2011). As principais ferramentas, segundo o *American Institute of Architects* (AIA, 2012) são: *Design Builder*, *OpenStudio*, *Simergy* (estas desenvolvidas pela empresa *EnergyPlus*) *EnergyPro*, *eQUEST*, *Visual DOE* (da DOE-2), *Energy 10*, e *Ecotect*.

A simulação termoenergética no Brasil, abordada como método à avaliação de edifícios, está presente no RTQ-C (citado no capítulo anterior), no RTQ-R (para edificações residenciais) e na Norma de Desempenho de Edifícios Habitacionais – NBR 15575 (ABNT, 2013). Em ambos os regulamentos, a simulação é indicada como um dos métodos para determinação da Etiqueta Nacional de Eficiência energética (ENCE) e na norma de desempenho, determina requisitos para a classificação do desempenho térmico de edifícios residenciais.

A última década viu um crescimento considerável na Indústria da modelagem energética de edifícios, principalmente impulsionada por mais rigorosos padrões de construção de eficiência energética e um crescimento de programas de certificação de energia, como LEED e RTQ (AIA, 2012). Arquitetos e desenvolvedores de software ainda estão buscando o melhor software e todas as ferramentas têm prós e contras. O que é importante é escolher um que seja apropriado para sua prática.

Resta saber é se as Empresas de Serviço de Energia – ESCOs- têm empregado a simulação termoenergética em seus projetos de *retrofit* em edifícios existentes para comprovar o consumo energético de forma fidedigna com a realidade.

2.5 Modelos de contratação

De modo a compreender como os modelos de contratação de EE funcionam, este capítulo apresenta uma série de modelos de contratação de energia utilizados internacionalmente, e alguns também utilizados no Brasil, embasados principalmente no documento do MMA “Estado da Arte – Contratos de eficiência energética”.

Existem muitos modelos de contratação de energia no mercado de serviços de eficiência energética e cada um possui distintas abordagens e funcionam de maneira específica de acordo com cada mercado. Os principais modelos de contratação de serviços de energia no âmbito internacional segundo MMA apud Wargett (2011):

- Contratos de Desempenho Energético (*Energy Performance Contracting, EPC*);
- Contratação de Fornecimento de Energia (*Energy Supply Contracting, ESC*);
- Contratação de Energia Integrada (*Integrated Energy Contracting, IEC*);
- Gestão de Instalações (*Facility Management, FM*);

Alguns desses modelos já são mais consolidados no mercado enquanto outros são mais recentes, no entanto todos se assemelham no aspecto de sempre estarem em aprimoramento para atender melhor as necessidades de seus clientes. O EPC, o ESC são modelos que se aplicam ao contexto brasileiro.

2.5.1 EPC – Contrato de Performance Energética

Este modelo de negócio é baseado no desempenho e significa que a companhia que presta o serviço de energia, comumente conhecida como *Energy Service Company (ESCO)*, será remunerada de acordo com a economia de energia obtida por meio de projeto de EPC.

Em geral, em um EPC, a ESCO se compromete a garantir um nível de economia (energético e financeiro) mínimo para o edifício. É traçada uma linha de base antes de o projeto ser executado que permita futuramente uma comparação – que irá determinar o nível de economia de energia alcançada.

Os projetos desse modelo tendem a gerar 20 a 30% de economia de energia e os prazos de contrato variam de 10 a 15 anos. Devido aos altos custos de transação esse tipo de contrato é mais adequado para projetos de grande porte.

Em comparação com os projetos convencionais de modernização de energia, os projetos de Contrato de Desempenho Energético (EPC) apresentam uma imagem de risco diferente para as partes contratantes, pois seu foco principal é oferecer economia de energia prometida aos proprietários de edifícios (MMA, 2014).

A ESCO, o contratante ou terceiros podem realizar o investimento inicial. As intervenções mais comuns feitas pelo EPC são (WARGERT, 2011):

- Controles de construção e automação mais eficientes (iluminação e climatização);
- Sistemas de gestão de energia;
- Mudanças de comportamento do uso de energia da empresa contratante (palestras e workshops para a empresa contratante).

O EPC parece mais adequado para projetos de maior escala, projetos que envolvem uma série de edifícios onde algumas medidas de eficiência são mais viáveis economicamente se analisados de forma conjunta.

Em um projeto de EPC, a ESCO assume ao menos o risco de desempenho o que significa que a ESCO é responsável para que o projeto atinja o nível de economia estipulado no contrato. Além disso, existe o risco financeiro: a parte que assume o financiamento também assume este risco. Por isso, o investimento precisa dar retorno.

Existem duas formas de EPC: a de economia garantida e a de economia compartilhada. No sistema de economia compartilhada (mais comuns em países em desenvolvimento onde clientes tem acesso limitado ao capital), a ESCO financia o projeto e as economias são divididas com o cliente por meio de um acordo previamente determinado. Já o de economia garantida (predominante no contexto europeu), o cliente financia o projeto através de fundos próprios ou empréstimos e a ESCO garante um nível mínimo de economia de energia, geralmente se comprometendo a reduzir percentualmente o gasto energético (LANGLOIS, 2012).

O EPC estrutura-se de forma simples. De início é feito um estudo preliminar para determinar o potencial de economia do projeto. Com esse estudo, o cliente realiza um processo de aquisição (edital, licitação, solicitação de propostas). O cliente contrata a ESCO e o projeto começa a ser implementado. Após essa fase, os resultados são acompanhados, através de medições e verificações periódicas.

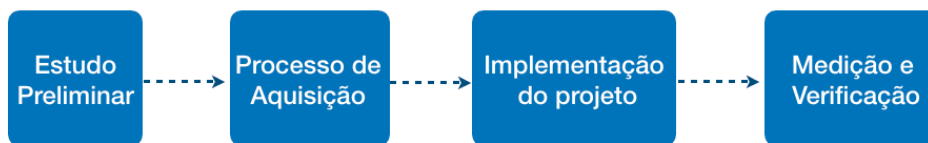


Figura 11 –Estrutura básica para um projeto de EPC.

Fonte: Adaptado de MMA (2014).

Na verdade, a estrutura é um pouco mais complexa que isso, já que cada um dos procedimentos mencionados pode conter vários procedimentos internos que dependem de cada projeto, da ESCO e do país em que é feito o EPC.

2.5.2 ESC – Contrato de Fornecimento de Energia

Este modelo que garante a entrega de utilidades, que pode ser entendida como energia em diferentes formas (eletricidade, vapor ou água gelada) aproveitada pelo usuário. O ESC pode incorporar eficiência no uso da energia primária (fontes disponíveis, antes da conversão para uso pelo consumidor) e, por isso, há uma otimização de cadeia energética.

Segundo Vine et al (1999) as empresas que utilizam esse contrato são empresas que fornecem soluções de EE tanto pelo lado da demanda, com redução de consumo, como da oferta, como melhores condições para o cliente e por isso são denominadas Super ESCOs.

A ESCO assume a responsabilidade de todos os encargos e equipamentos necessários a fim de entregar utilidade para o cliente e dessa forma o consumidor não se preocupa em como a energia é produzida o que lhe permite se concentrar na sua atividade fim (EUESCO, 2010).

2.5.3 IEC – Contrato de Energia Integrado

O contrato de energia integrado é um dos modelos de negócios mais novos e que combina elementos do ESC e do EPC. O objetivo do IEC é a criação de um modelo integrado que envolve o lado da oferta e medidas do lado da demanda. Este modelo

tenta resolver problemas encontrados nos dois modelos citados: O EPC é muito complexo e caro para muitos projetos e o ESC é muito orientado ao lado da oferta.

O EPC é pertinente para grandes projetos no setor público, mas seus riscos e altos custos de medição e verificação podem torná-lo impróprio para projetos de menor porte, especialmente no setor privado. O modelo IEC, não demanda de uma linha de base (modelo de tudo o que foi planejado no projeto) de custo elevado (MMA, 2014)

No intuito de resolver problemas do EPC, como a medição e verificação custosa e os processos de ajuste da linha de base, o uso de instrumentos de garantia da qualidade (*Quality Assurance Instruments, QAI*) tem substituído esses problemas visando garantir a função das medidas de EE em vez de garantir as economias de energia reais (como é feito no EPC). O QAI utiliza ferramentas simples e de baixo custo que ao invés de medir a economia de energia, por exemplo, alguns cálculos podem ser feitos para estimar a economia de energia com precisão significativa. Outro exemplo é a utilização de uma câmara térmica para assegurar a função de melhoria de isolamento.

As responsabilidades da ESCO podem ser adaptadas para as especificações do cliente, mas em geral, são de responsabilidade da ESCO (MMA, 2014):

- Realizar auditoria energética do edifício;
- Planejar, construir e instalar sistemas de fornecimento (como o calor de caldeiras), depois que houver sido estimado o consumo de energia dos edifícios;
- Operar o lado da oferta (incluindo compra de combustível);
- Sugerir e implementar medidas apropriadas de eficiência no lado da demanda;
- Fornecer garantias de qualidade (mediante os QAIs);
- Realizar verificação periódica dos QAIs.

2.5.4 FM – Gestão de Instalações

A gestão de instalações, ou *Facility Management (FM)*, não é um serviço de energia. Ele, na verdade é uma forma de gerir instalações, absorvendo vários serviços através de soluções integradas. O Comitê de Padronização Europeia (CEN) define a FM como a integração de processos dentro de uma organização para manter e desenvolver

os serviços acordados que suportam e melhorar a eficácia das suas atividades primárias” (MMA, 2014)

A FM trabalha com uma gama de serviços como abastecimento, segurança, limpeza e outros e também podem optar por incorporar serviços relacionados com gestão da energia. A definição essencial é integrar vários serviços e terceirizar estes para empresas de FM. A gestão da instalação engloba a manutenção e a eficiência dos processos existentes nela e a integração dos processos objetiva cortar custos e racionalizar serviços.

A integração de serviços de energia em contratos de FM é cada vez mais comum, mas não seguem um padrão, já que cada empresa contratante apresenta processos e peculiaridades únicas. A maioria utiliza o modelo EPC, mas há uma parcela que procura inserir o modelo ESC (WARGERT, 2011)

2.6 Estratégias para *retrofit* energético

A fase de diagnóstico energético é primordial para o reconhecimento de falhas na estrutura ou operação dos sistemas e suas possíveis causas, além de potenciais de conservação de energia para orientar a escolha das estratégias de *retrofit* (FERNANDES, 2015).

A escolha das estratégias a serem adotadas é uma tarefa complexa que depende de critérios a serem avaliados e ferramentas de auxílio a esse processo de decisão têm sido desenvolvidas. Na Europa estudo vem sendo publicados sobre o assunto focando na avaliação de custo ótimo das estratégias de *retrofit* (FERNANDES, 2015). No Brasil um estudo sobre a ferramenta EDGE (*Excellence in Design for Greater Efficiencies*), recente no mercado, mostra que para etapas iniciais de um projeto de *retrofit*, para a escolha de diferentes estratégias em termos de custo benefício a ferramenta se apresentou bastante útil (CALDAS, 2020). Os critérios dessas ferramentas têm em comum a análise do consumo anual de energia após a intervenção *versus* o custo ao longo do ciclo de vida do edifício e de seus componentes. E trazem de forma simplificada uma visualização dos parâmetros mais importantes na escolha das soluções de *retrofit*.

Alguns dos fatores que desestimulam o investimento em *retrofit* foram levantados: as limitações físicas da estrutura e de espaço para o canteiro de obras, edifício em uso durante o processo e a falta de mão-de-obra especializada (NAKAMURA,

201; HAYDEÉ, 2013). O alto investimento e baixo retorno financeiro também são a causa do desinteresse de investidores, o que pode ser evitado com planejamento adequado.

Fernandes (2015) em sua revisão sobre *retrofit* de edifícios aponta uma concentração de trabalhos direcionados à redução do consumo de energia e à busca pela melhor relação custo-benefício. O conforto térmico é pouco abordado e constatou-se também que dentre os trabalhos encontrados sobre *retrofit* a maioria trata de intervenções de efficientização da envoltória ou do sistema de iluminação na busca pela redução do consumo.

No entanto Romero (2014) aponta que a eficiência energética efetiva em um *retrofit* ocorra quando os sistemas dialogam. Por exemplo, para que o sistema de condicionamento de ar não se sobrecarregue, os ganhos térmicos por insolação nas fachadas e cobertura devem ser levados em consideração (ROMERO, 2014).

Ações na envoltória podem ser muito eficazes para a redução do consumo energético de um edifício, além de melhorar o conforto ambiental do edifício, a passar por um *retrofit* (GONÇALVES, 2015). Mudanças na cor das fachadas e cobertura (absortância), no percentual de abertura da fachada, proteção das aberturas com sombreamento (brises e outros elementos de proteção solar), alteração de fator solar dos elementos translúcidos do edifício (películas e mudança de vidros), além da estratégia de alteração dos elementos opacos para aumentar a inércia térmica do edifício, podem ser estratégias para o alcance do conforto térmico e consequentemente da EE.

A separação do consumo segundo seu uso final, separando equipamentos, iluminação e climatização (condicionamento de ar) auxilia na análise do perfil de consumo da edificação. A identificação de quais sistemas representam maior consumo em relação ao total do edifício para focar as medidas de eficiência nesses sistemas (NICOLODI, 2020)

No entanto, no Brasil é mais comum encontrar trabalhos e metodologias para *retrofit* de sistemas de iluminação O *retrofit* do sistema de iluminação é uma escolha usual por ser uma intervenção relativamente fácil de se fazer, de baixo custo e de célere retorno financeiro (FERNANDES, 2015).

O *retrofit* do sistema de iluminação pode ocorrer por meio de troca de lâmpadas e luminárias mais eficientes (segundo as etiquetas PROCEL), automação do sistema,

troca do sistema de acendimento de luminárias. Já do sistema de condicionamento de ar também ocorre por meio de troca de aparelhos por equipamentos mais eficientes (segundo as etiquetas PROCEL), sistemas mais eficientes de resfriamento, automação do sistema de condicionamento de ar, além de dispositivos de monitoramento de energia para os dois sistemas.

Ainda sobre estratégias para o *retrofit* energético, ações para geração de energia também são apontadas como opções que além de trazer eficiência energética ao edifício, podem trazer autonomia para o mesmo tornando o edifício em ZEB. O sistema fotovoltaico é um sistema bastante atrativo atualmente por ter barateado no mercado devido ao aumento de empresas especializadas e apresentar atualmente retorno financeiro de curto prazo (ARAÚJO, 2017).

3 MÉTODOS E PROCEDIMENTOS

Esta pesquisa tem caráter hipotético-dedutivo que se caracteriza pela investigação que parte de um problema diagnosticado na realidade empírica, onde é levantada uma ou mais hipóteses ou conjecturas que deve ser testada pela experimentação para chegar a determinadas conclusões (OLIVEIRA, 2016). No caso, a hipótese é de que as ESCOs são empresas com foco na EE e nos PEE da ANEEL e a abordagem de *retrofit* foca na troca de equipamentos e não de intervenções arquitetônicas do edifício. Além disso, pretende-se investigar quais os critérios mais usados para o diagnóstico energético e os métodos para esta avaliação (M&V sem simulação, ou com simulação).

Quanto à abordagem da pesquisa, trata-se de um estudo quali-quantitativo. A avaliação qualitativa é empregada quando não se pode eliminar a subjetividade da análise e se foca mais no significado do fenômeno do que na sua quantificação. Para tanto, técnicas de interpretação para descrever e decodificar o fenômeno são utilizadas. Já a pesquisa quantitativa codifica resultados, salientando a objetividade, considerando que a realidade pode ser compreendida com base na análise de dados brutos, coletados com a ajuda de instrumentos.

De acordo com Bauer e Aarts (BAUER e GASKELL, 2000) em alguns casos na pesquisa qualitativa, uma amostra típica não é aplicável e o registro de mais dados do que o limite do tempo de pesquisa direciona a uma análise superficial. Algumas considerações aparecem e se desenvolvem gradativamente ao longo da pesquisa a partir do acúmulo de dados e interpretações.

Pesquisas qualitativas associam seus dados por meio de três formas principais: observação participante (experiências), entrevistas (inquirição) e estudando materiais separados por outros (exame) (WOLCOTT, 1994). O processo de projeto de *retrofit* energético das ESCOS por ser analisado pela observação do participante, onde o pesquisador observa e anota o processo que está sendo desenvolvido. Já De Wilde (2004) afirma que este processo pode ser indiretamente analisado através de entrevistas, planilhas ou questionários.

De acordo com Córdova *apud* Gerhardt e Silveira (2009), a natureza dessa pesquisa é aplicada e seu objetivo exploratório e são considerados os seguintes procedimentos de investigação: revisão bibliográfica, levantamento documental seleção dos entrevistados, entrevista aos gerentes de projeto selecionados, seleção de estudo de caso, análise do estudo de caso.

Com o intuito de investigar a utilização do *retrofit* energético como ferramenta para o alcance da eficiência energética de edifícios na esfera privada e pública, faz-se necessário compreender como as ESCOs atuam aplicando questionários junto aos gerentes de projeto dessas empresas. Estes questionários devem apresentar tópicos que abordem todas as questões observadas nos objetivos desse trabalho que são: Traçar panorama, perfil e diagnóstico das empresas e profissionais que atuam/trabalham com *retrofit* e gestão energética de edifícios no Brasil; Entender as modalidades de contratação, com foco específico em contratos de performance das ESCOS, diagnosticando obstáculos e oportunidades; Levantar as principais soluções de *retrofit* energético atualmente utilizadas e a partir daí selecionar um estudo de caso para analisar sua eficiência através de simulação termo energética e comparar com as soluções aplicadas. Com isso, busca-se fornecer subsídios para um modelo de passos a serem seguidos para um projeto de *retrofit*.

Seguindo as premissas de Oliveira (2016) e Silveira e Córdova *apud* Gerhardt e Silveira (2009), esse é um trabalho com natureza de pesquisa aplicada, objetivo e são considerados os seguintes procedimentos de investigação: revisão bibliográfica, levantamento documental, seleção das empresas, aplicação de questionário, análise dos resultados do questionário, seleção do estudo de caso, análise comparativa do estudo de caso e resultados.

Para o desenvolvimento da pesquisa proposta foram definidos os seguintes passos metodológicos que mais à frente serão detalhados:

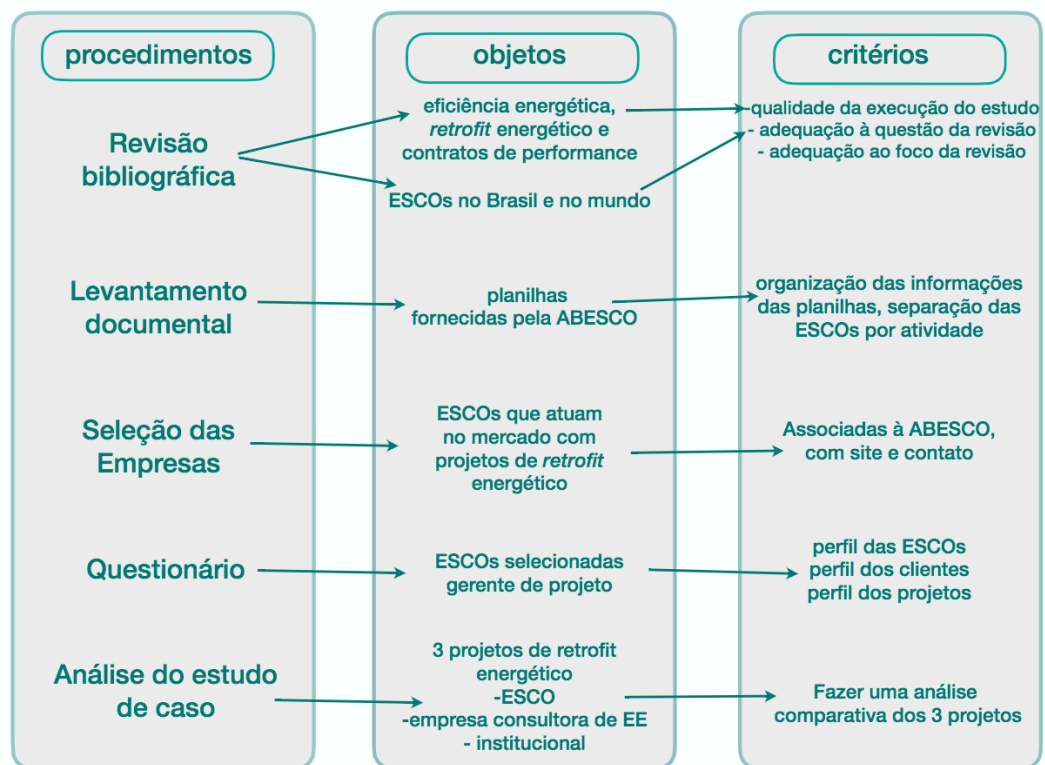


Figura 12 –Quadro Metodológico.

Fonte: Autora.

A seguir, é apresentada cada etapa de análise:

3.1 Revisão bibliográfica

A primeira fase da pesquisa foi definida pela revisão bibliográfica. Esta etapa é determinada pela exposição das principais ideias já estudadas e consolidadas por outros autores que tratam dos assuntos abordados (Ramos e Santos *apud* Gehardt e Silveira, 2009). Dessa maneira, elegeram-se os rumos da *revisão sistemática* e *revisão teórica* com o propósito de endossar o embasamento necessário à pesquisa.

Sobre a revisão sistemática Saunders, Lewis e Thornhill, 2012, *apud* Dresh, 2015 afirmam que todo projeto de pesquisa tome como um dos seus passos a produção de uma revisão sistemática da literatura. No caso, para entender toda a produção de estudos sobre as ESCOs no Brasil e no mundo, foi sistematizada uma revisão de documentos e artigos sobre o tema.

A revisão sistemática possibilita uma visão mais abrangente e permite que o pesquisador se apresente a par do que tem sido estudado em sua área de interesse (DRESH, 2015), no caso, as Empresas de Serviços de economia de Energia (ESCOs).

3.1.1 Etapas para a condução da revisão sistemática – bases de dados

O tópico desenvolvido nessa revisão teve como foco a eficiência energética de edificações das Empresas de Serviços de economia de Energia (ESCOs). Com isso, pretende-se responder às seguintes questões: Quais os estudos relevantes desenvolvidos no Brasil sobre o tema? Quais os estudos mais relevantes feitos no mundo sobre o tema?

Os bancos de dados utilizados foram Catálogo de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Portal de Periódicos CAPES/MEC, Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (IBICT), Repositórios Institucionais das Universidades (UNICAMP, USP, UnB, UFMG, UFSCAR, UFRGS, UFPR, UFF, UFMT, UFPB, UFBA, UFAM, UFG, UFPA, UFPI, UFC, UFAL, UFMA, UFS, UFRN, UFPE, UFES, UFRJ, UFSC, UFMS) e *Web Of Science*. A busca nos bancos de dados acima citados foi realizada com os descritores “eficiência energética” and “ESCO”; “Retrofit energético” and “ESCO”; “Contrato de Performance Energética” and “ESCO”. Também foi realizada busca em inglês com os descritores “energy efficiency” and “ESCO”; “energy retrofit” and “ESCO”; “building environmental performance” and “ESCO”. A busca em todos os bancos foi delimitada em um período de 09 anos, de 2010 até 2019. No entanto alguns relatórios com informações significantes sejam de 1997 (POOLE) e de 2005 (VINE).

As publicações identificadas na pesquisa foram pré-selecionadas a partir da leitura do título e dos resumos. Posteriormente, foi realizada a leitura na íntegra dos trabalhos, que foram selecionados de acordo com os pressupostos de DRESCH et al. (2015), conforme Quadro 2. Essa análise abordou três dimensões: i) a qualidade da execução do estudo; ii) a adequação à questão da revisão; e iii) a adequação ao foco da revisão.

Quadro 2: Critérios para avaliação das dimensões de qualidade dos estudos primários.

Fonte: Adaptado de Dresch et al. (2015)

Qualidade	Dimensão		
	Qualidade da execução do estudo	Adequação à questão da revisão	Adequação ao foco da revisão
Alta	O trabalho atende aos padrões exigidos para o tema em estudo	O trabalho aborda exatamente o assunto alvo da revisão sistemática	O estudo foi realizado em um contexto idêntico ao definido para a revisão
Média	O trabalho possui lacunas em relação aos padrões exigidos para o tema	O trabalho aborda parcialmente o assunto alvo da revisão sistemática	O estudo foi realizado em um contexto semelhante ao definido para a revisão
Baixa	O trabalho não está de acordo com os padrões exigidos pelo tema	O trabalho apenas tangencia o assunto alvo da revisão sistemática	O estudo foi realizado em um contexto diverso

Os trabalhos incluídos nesse estudo tiveram como obrigatoriedade a obtenção do nível alto de qualidade na avaliação final, de acordo com as ponderações apresentadas no Quadro 2.

Quadro 3: Consolidação da avaliação.

Fonte: Adaptado de Dresch et al. (2015).

Qualidade da execução do estudo	Adequação à questão da revisão	Adequação ao foco da revisão	Avaliação final do estudo
Alta	Alta	Alta	Alta
Alta	Alta	Média	Alta
Média	Alta	Alta	Alta
Alta	Média	Média	Média
Média	Média	Média	Média
Alta	Alta	Baixa	Baixa
Alta	Média	Baixa	Baixa
Média	Média	Baixa	Baixa
Média	Baixa	Baixa	Baixa
Baixa	Baixa	Baixa	Baixa

Quadro 4: Trabalhos de bancos de dados nacionais pré-selecionados e sua avaliação final.

Fonte: Elaboração própria.

Tipo	Autor	Ano	Qualidade da execução	Adequação à questão	Adequação ao foco	Avaliação final do estudo
Artigo	HIDD	2016	Média	Alta	Alta	Alta
Dissertação	SALÚSTIO	2009	Média	Alta	Média	Média
	ABREU	2011	Média	Baixa	Baixa	Baixa
	HIDD	2015	Alta	Alta	Alta	Alta
	FABBRIANI	2017	Alta	Média	Média	Média
Monografias	CAVALCANTE	2017	Alta	Média	Alta	Alta
	COUTO	2019	Média	Alta	Baixa	Baixa

Quadro 5: Trabalhos de banco de dados internacional pré-selecionados e sua avaliação final.
Fonte: Elaboração própria.

Tipo	Autor	Ano	Qualidade da execução	Adequação à questão	Adequação ao foco	Avaliação final do estudo
Artigo	VINE	2005	Alta	Alta	Alta	Alta
	OKAY et al	2010	Média	Baixa	Média	Média
	SOROYE et al.	2010	Média	Baixa	Média	Média
	LIMAYE et al.	2011	Alta	Média	Alta	Alta
	BACKLUND et al.	2012	Alta	Média	Alta	Alta
	KOTSKA et al.	2012	Alta	Média	Alta	Alta
	FANG et al.	2012	Alta	Média	Alta	Alta
	LANGLOIS et al	2012	Alta	Alta	Alta	Alta
	JENSEN et al.	2013	Alta	Alta	Alta	Alta
	AKMAN et al.	2013	Alta	Média	Alta	Alta
	PATARI et al	2013	Média	Média	Baixa	Média
	YUAN et al.	2015	Alta	Média	Alta	Alta
	ROSHCHANKA et al.	2015	Média	Média	Baixa	Média
	LEE et al.	2015	Alta	Alta	Alta	Alta
	PATARI et al.	2016	Alta	Baixa	Baixa	Baixa
	PRINCIPI et al.	2016	Alta	Média	Alta	Alta
	DENG et al.	2017	Alta	Média	Alta	Alta
	CARBONARA et al.	2017	Alta	Média	Alta	Alta
	BERTOLDI et al.	2017	Alta	Média	Alta	Alta
	LU et al.	2017	Média	Média	Baixa	Média
	YI et al.	2017	Média	Média	Baixa	Média
	AUGUSTINS et al.	2018	Alta	Baixa	Baixa	Baixa
	BROWN	2018	Média	Média	Baixa	Média
	CAPELO et al.	2018	Alta	Baixa	Baixa	Baixa
	KAMENDERS et al.	2018	Alta	Média	Alta	Alta
	LIU et al.	2018	Média	Média	Baixa	Média
	STUART et al.	2018	Média	Média	Baixa	Média
	LEE et al.	2018	Média	Média	Baixa	Média
CARVALLO et al.	2019	Alta	Média	Alta	Alta	
VIVATPINOYO et al.	2019	Média	Média	Baixa	Média	

Dos 7 (sete) trabalhos brasileiros levantados dentre artigos, dissertações e monografias, 4 (quatro) foram selecionados (ver quadro 3) seguindo as ponderações do quadro 2. E dos 25 (vinte e cinco) artigos internacionais mais atuais sobre o tema, 15 (quinze) foram selecionados seguindo os critérios do quadro 3.

3.1.2 Etapas para a condução da revisão sistemática – literatura fugitiva

Além dos citados bancos de dados onde se obteve artigos e publicações, a pesquisa foi complementada pela literatura denominada *grey literature*, também chamada de literatura fugitiva. Definida de acordo com Hamerstrom, Wade, Jorgesen, 2010, apud Dresh, 2015. “... o que é produzido em todos os níveis do governo, academia, negócios e indústria, impresso ou em meio eletrônico, mas que não é controlado por

editores comerciais.” Diferente dos *white papers* que são publicações comerciais. Adicionalmente a essa busca ocorre por meio do contato com especialistas da área onde ele pode sugerir fontes mais significativas.

A busca desta literatura foi realizada com os descritores “eficiência energética” and “ESCO”; “Retrofit energético” and “ESCO”; “Contrato de Performance Energética” and “ESCO”. Também foi realizada busca em inglês com os descritores “energy efficiency” and “ESCO”; “energy retrofit” and “ESCO”; “building environmental performance” and “ESCO”. Esta busca foi delimitada em um período de 20 anos, de 2001 até 2019.

A pesquisa foi realizada em portais governamentais nacionais e internacionais, sites relacionados à Associação de Empresas de Serviços de economia de Energia (ABESCO), anais de congressos da Associação Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído (ANTAC), no site da *Internacional Energy Agency* (IEA).

Quadro 6: Relatórios de banco de dados nacional e internacional pré-selecionados e sua avaliação final.

Fonte: Elaboração própria.

Tipo	Autor	Ano	Qualidade da execução	Adequação à questão	Adequação ao foco	Avaliação final do estudo
Nacional	POOLE et al.	1997	Média	Alta	Alta	Alta
	POOLE	2005	Média	Alta	Alta	Alta
	MME	2001	Alta	Alta	Alta	Alta
	MMA BRASIL	2014	Alta	Alta	Alta	Alta
Internacional	IEA	2016	Alta	Alta	Alta	Alta
	EUESCO	s/a	Alta	Alta	Alta	Alta

A partir da análise destes documentos institucionais e nacionais e internacionais, artigos e dissertações relacionadas às ESCOs e no estudo de sites dessas empresas e suas associações, foi apresentado no Capítulo 2 “Referencial Teórico” um panorama histórico internacional das ESCOs, expondo a evolução do setor elétrico, juntamente com suas políticas de eficiência energética. O mesmo foi feito no contexto nacional, desde o período de nacionalização até a liberalização do mercado de energia.

A seguir, o levantamento documental das planilhas fornecidas pela ABESCO trouxe informações que precisaram ser estudadas.

3.2 Levantamento documental ESCOs

Após entrevista com Ricardo Trezza, então diretor executivo da ABESCO, foram fornecidas por ele planilhas de todas as 139 ESCOs associadas à ABESCO. A partir daí, iniciou-se um trabalho de identificação dessas empresas e suas principais atividades. Existe um total de 137 empresas associadas à ABESCO, 42 dessas empresas são ESCOs fornecedoras de equipamentos e 96 são ESCOs que realizam projetos de eficiência energética.

Essas 96 ESCOs foram organizadas por estado no mapa abaixo e uma gradação com cores foi pensada para indicar quais estados possuem mais empresas e quais possuem menos. Sendo a cor vermelha indicando maior número de ESCOs e a cor verde petróleo, menor número de ESCOs no estado. A cor cinza indica estados que não possuem ESCOs.

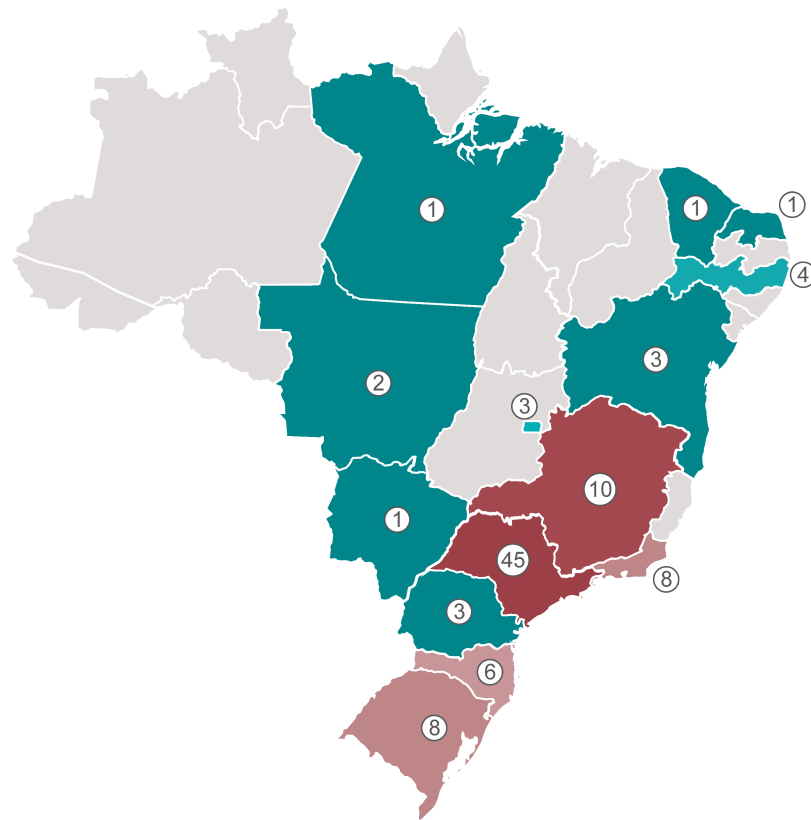


Figura 13 – Mapa da quantidade de ESCOs por estado.
Fonte: Autora.

Primeiramente, o trabalho de organização das ESCOs por região e identificação de suas principais atividades e quantificação por estado e região foi feito elaborando

novas planilhas. Como o estudo em questão foca nas ESCOs com atividades de *retrofit* energético de edificações não residenciais, foram destacadas para estudo as empresas que possuíam o *retrofit* em seu escopo de atividades (51 empresas) como é possível ver no quadro abaixo. A partir daí essas empresas foram organizadas por região e por cidade.

Quadro 7: quantidade de ESCOs por região e por estado e suas principais atividades.
Fonte: Elaboração própria.

REGIÃO	QUANTIDADE	ESTADOS	QUANTIDADE	PRINCIPAIS ATIVIDADES POR REGIÃO	QUANTIDADE POR REGIÃO
SUL	17	Rio Grande do Sul	8	Automação	6
		Santa Catarina	6	Monitoramento energético	5
		Paraná	3	Retrofit energético	10
SUDESTE	63	São Paulo	45	Automação	20
		Rio de Janeiro	8	Monitoramento energético	22
		Minas Gerais	10	Retrofit energético	31
CENTRO-OESTE	6	Distrito Federal	3	Automação	3
		Mato Grosso do Sul	2	Monitoramento energético	4
		Mato Grosso	1	Retrofit energético	5
NORTE	1	Pará	1	Automação	1
				Monitoramento energético	1
				Retrofit energético	1
NORDESTE	9	Bahia	3	Automação	3
		Pernambuco	4	Monitoramento energético	4
		Rio Grande do Norte	1	Retrofit energético	4
		Ceará	1		
TOTAL			96	TOTAL RETROFIT	51

Abaixo é possível visualizar espacialmente a quantidade de ESCOs por região, que têm o *retrofit* energético de edificações como atividade.



Figura 14 –Mapa da quantidade de ESCOS por região que trabalham com retrofit energético.
Fonte: Autora.

Para estabelecer contato com essas empresas, o site de cada uma delas foi acessado e seus e-mails e telefones de contato, atualizados. As empresas que não possuíam nenhum contato, nem site, foram descartadas da pesquisa. A tabela abaixo ilustra um exemplo de organização das empresas com todos os seus dados. O campo “observação” contém informações sobre quem é o contato da empresa e se o questionário foi enviado por e-mail ou *WhatsApp*. O campo “status” contém informações do andamento do questionário. A cor verde indica que o questionário foi respondido, a vermelha indica que a empresa é inválida para a pesquisa e a cor alaranjada indica que o questionário foi enviado, mas ainda não foi respondido.

Quadro 8: Exemplo de organização das ESCOs com seus dados e status do andamento do questionário.
Fonte: Autora.

Região Centro-Oeste							
ESCO	Cidade/UF	TELEFONE FORNECIDO	site	email	Whatsapp	obs	status
NOME DA EMPRESA	Cuiabá/MT	65 xxxxxxxxx	http://nome-da-empresa.com.br	contato@empresa.com	65 xxxxxxxxx	Contato com Fulano dia xx/xx/2019	respondido
NOME DA EMPRESA	Cuiabá/MT	65 xxxxxxxxx	-	-	-	não tem site nem contato	inválido para a pesquisa
NOME DA EMPRESA	Cuiabá/MT	65 xxxxxxxxx	http://nome-da-empresa.com.br	contato@empresa.com	-	enviado apenas por email	Aguardando resposta

Com as planilhas acima elaboradas e organizadas, foi desenvolvido um questionário a ser aplicado em cada empresa de modo a responder os pontos levantados pelos objetivos específicos da pesquisa.

3.3 Levantamento documental – Empresas consultoras de EE e Empresas que participam de chamadas públicas do PEE

Para o levantamento das empresas consultoras ligadas à rede R3E, foi feita uma pesquisa no site da rede em busca de acesso à essas empresas, mas a rede não disponibiliza uma lista de consultores que tenham feito cursos de formação. Então, para obter essas informações sobre as empresas consultoras, a tese da pesquisadora Clara Rodrigues (RODRIGUES, 2019) e algumas informações fornecidas pela Fundação Vanzolini foram utilizadas.

O levantamento sobre as empresas que participam e ganham processos seletivos das CPP do PEE foi feito nos sites das principais concessionárias de energia de cada estado do país. A busca ocorreu sobre as CPP mais recentes de 2018 a 2020 e foram feitas sobre os resultados dos editais. Somado a isso, uma entrevista rápida com o membro do conselho consultivo da ABESCO, João Bosco Martins Leal, foi feita com a pergunta: “Como membro da ABESCO, tem informações sobre quem participa das chamadas públicas? Seriam em sua maioria ESCOs? Ou existem outras empresas que não são associadas? Ou empresas consultoras de EE?”.

3.4 O método para aplicação do questionário

As entrevistas podem apresentar caráter exploratório ou registrar informações e podem ser estruturadas ou de resposta fixa, semiestruturadas ou de final aberto (FREEBODY, 2003). O questionário é um tipo de entrevista que pode ter questões estruturadas, com resposta fixa e de final aberto e é um instrumento de pesquisa formado por uma série de questões sobre determinado tema (VIEIRA, 2009). O questionário é apresentado aos participantes, denominados *respondentes*, para que respondam questões que serão colhidas pelo entrevistador e transformadas em *estatísticas*.

Faz-se necessário estar prevenido quanto as respostas dadas apenas para cumprir o que o entrevistador quer ouvir e ser crítico a isso. Ao mesmo tempo, durante a entrevista Gaskell (BAUER e GASKELL, 2000) destaca a importância de não identificar

contradições e assim evitar romper a dinâmica das perguntas. Desde o início do questionário o respondente deve ser informado de sua finalidade e deixar claro que as informações colhidas são confidenciais.

3.4.1 O tópico-guia

Os principais tópicos ou situações mais importantes a serem abordados e enfatizados no questionário precisam ser definidos inicialmente. Um guia da entrevista indica os tópicos e suas sequencias na entrevista que, segundo Kvale (KVALE, 1996) pode apresentar apenas alguns tópicos gerais a serem abordados. O tópico-guia, como nome já diz, servirá de guia para a estruturação das perguntas em blocos.

Bauer e Gaskell (2000) salientam que é fundamental a avaliação dos interesses do grupo para a definição das perguntas adequadas. Kvale (1996) determina que um guia para as perguntas bem definido seja fundamental para facilitar posteriormente a análise do questionário. O conteúdo e o propósito da entrevista precisam ser muito claros antes da definição do método de análise (KVALE, 1996). Os tópicos elementares da entrevista são definidos num encadeamento lógico de acordo com as perguntas da pesquisa.

De acordo com Carpenter e Harris (2005) os tópicos definidos são explorados através de questões de comportamento/experiência, questões de opinião/valores, questões de percepção e questões de conhecimento. Já para Vieira (2009) o tipo de informação pedido ao entrevistado depende a área em que a pesquisa se enquadra como sobre fatos, opiniões, atitudes, preferências ou sobre satisfação. No caso da pesquisa, enquadram-se mais questões relativas a fatos e muito pouco sobre opiniões do entrevistado.

Cada tópico principal define uma pergunta de entrevista e subtópicos são também estabelecidos de modo a explorar o tópico de diferentes pontos de vista. No entanto, isso não quer dizer que todas as perguntas definidas sejam utilizadas em todas as entrevistas ou que elas sejam colocadas na mesma sequência. (BAUER e GASKELL, 2000; FREEBODY, 2003)

Segundo Vieira (2009) é preciso levar em conta os custos do projeto. Se a finalidade é levantar dados de muitas pessoas de regiões diferentes, o ideal é aplicar questionários de auto aplicação já que fazer entrevistas pessoalmente pode sair muito caro e inviável. Como a intenção é entrevistar gerentes de projetos de empresas em todos o Brasil, a escolha por formulários *on line* foi a mais adequada.

3.4.2 Tópicos e subtópicos principais

A fim de responder pontos levantados nos objetivos específicos os tópicos devem se balizar neles para serem desenvolvidos. Recapitulando os três primeiros:

- a) Traçar panorama, perfil e diagnóstico das empresas e profissionais que atuam/trabalham com *retrofit* e gestão energética de edifícios no Brasil;
- b) Entender as modalidades de contratação, com foco específico em contratos de performance das ESCOS, diagnosticando obstáculos e oportunidades;
- c) Levantar as principais soluções de *retrofit* energético atualmente utilizadas

De modo a compreender como as ESCOs que atuam com *retrofit* energético de edificações é primordial primeiramente investigar seu perfil. E assim compreender seu porte, tipos de profissionais integram o quadro de funcionários, em que regiões atuam, quantos projetos de *retrofit* energético de edificações são contratados por ano, como se divulgam. Por consequência, o primeiro tópico definido foi o **perfil da ESCO**.

Os subtópicos associados à investigação do perfil da ESCO são apresentados no quadro abaixo.

Quadro 9: Tópico Perfil da ESCO

Fonte: Elaboração própria.

Tópico	Subtópico
Perfil da ESCO	Porte da empresa (renda anual)
	Tipos de profissionais do quadro
	Regiões onde atua
	Quantos projetos de <i>retrofit</i> /ano
	Como captam clientes

Para compreender como as contratações acontecem é preciso saber quem são os clientes dessas empresas. Se são em maioria órgãos públicos ou instituições privadas, de quais estados são, e quais contratos mais recorrentes entre esses clientes. Portanto, o segundo tópico definido foi o perfil do cliente e seus subtópicos associados estão no quadro seguinte.

Quadro 10: Tópico Perfil do cliente

Fonte: Elaboração própria.

Tópico	Subtópico
Perfil do Cliente	Principais clientes - estado
	Órgãos públicos ou instituições Privadas
	Tipologia dos edifícios contratados
	Principais tipos de contrato

E por fim, para levantar as principais soluções de *retrofit* energético em edificações essas empresas mais recorrem em seus contratos é preciso traçar o perfil de seus projetos. Quais seriam as principais intervenções adotadas para o alcance da eficiência energética, quais os parâmetros de cálculo para uma relação de custo benefício (RCB), quais os principais métodos utilizados e se usam ou não algum método de simulação computacional são perguntas fundamentais para a compreensão dos projetos que vêm sendo aplicados.

Quadro 11: Tópico Perfil do projeto

Fonte: Elaboração própria.

Tópico	Subtópico
Perfil de projetos	Principais intervenções adotadas nos edifícios públicos
	Principais intervenções adotadas nos edifícios públicos
	Parâmetros de cálculo para RCB
	Métodos de cálculo de consumo energético

3.4.3 Elaboração do questionário (*google forms*) e aplicação

Com os tópicos e subtópicos definidos, as perguntas do questionário foram elaboradas no formulário *on line* do *Google Forms* no endereço https://docs.google.com/forms/d/1j2w7rpN6h-W4bJmNrlmH1f8lq_Yze-5UdrAEklZeoOM/edit.

Foi escolhida uma interface da própria plataforma e as perguntas organizadas em três sessões seguindo os tópicos guia definidos.

Um pequeno texto explicativo sobre a pesquisa e sua finalidade, além do tempo estimado para seu preenchimento apresenta-se no seu cabeçalho afim de informar e deixar claro ao respondente os objetivos da pesquisa. Foi feito um pré-teste do formulário que foi enviado a uma das empresas selecionadas antes que ele fosse enviado a todas as empresas da pesquisa. Com a resposta foram feitos alguns ajustes para o envio definitivo.



Perfil das ESCOs no Brasil

Esta é uma pesquisa de mestrado conduzida no Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília (FAU - UnB) - a seção 1 tem como objetivo traçar o perfil das ESCOs que atuam na área de retrofit energético em edificações não residenciais.

Todos os dados fornecidos pelo entrevistado são confidenciais e o nome da empresa constará como anônimo na pesquisa.
Muito obrigada por participar.

Você levará cerca de 4 minutos para responder.

* Required

Figura 15 – Template do questionário aplicado.

Fonte: Google Forms.

Com o questionário desenvolvido e as empresas selecionadas conforme a planilha elaborada como visto no quadro 8 citado acima, iniciou-se um trabalho de contato com cada uma das empresas e com seus gerentes de projeto. O contato foi feito inicialmente por e-mail e depois por ligações telefônicas para estabelecer uma relação direta com os respondentes (no caso, gerentes de projeto das empresas). Alguns questionários foram respondidos via *WhatsApp* e outros por e-mail e isso variou de acordo com a disponibilidade de cada respondente.

3.5 Seleção dos estudos de caso

Com o intuito de compreender como as ESCOs atuam em projetos de *retrofit* energético e comparar estes projetos com as demais empresas e profissionais que também atuam na mesma área de EE, foram selecionados três projetos para que fosse feita uma análise comparativa de intervenções.

Os três projetos foram selecionados primeiramente por facilidade de interação com essas empresas e instituições que se dispuseram a compartilhá-los com a pesquisadora. O primeiro, é um projeto de *retrofit* de uma ESCO localizada na cidade de Recife-PE (intitulado PROJETO ESCO), o segundo, um projeto de uma empresa consultora de EE ligada à R3E (intitulado PROJETO CONSULTORA) e o terceiro, um

projeto de *retrofit* da Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília (intitulado PROJETO FT).

As estratégias de análise do estudo de caso foram de abordagem descritiva com caráter exploratório (YIN, 2005) organizando informações sobre os projetos caracterizando-os, identificando as metas, diagnósticos e intervenções de EE e comparando-as.

Os dados para análise comparativa dos projetos limitaram-se aos dados fornecidos de consumo inicial, consumo final previsto, métodos de cálculo e intervenções propostas. Também foi feita uma comparação sobre as informações fornecidas de cada projeto como a tipologia, porte, acesso ao projeto. A comparação entre os custos do *retrofit* não puderam acontecer por falta de dados fornecidos.

Depois disso, foi elaborado um quadro comparativo com as características de cada projeto para facilitar o entendimento de suas diferenças e similaridades. Abaixo, é possível ver parte desse quadro (ver quadro 11) que será mais detalhado nos resultados.

Quadro 12: Parte do quadro comparativo entre os projetos

Fonte: Elaboração própria.

	Projeto sistema de iluminação	Projeto sistema de condicionamento de ar	Automação predial
PROJETO	A troca de luminárias e lâmpadas foi recurso para redução de consumo?	A troca de aparelhos e sistema de condicionamento de ar foi recurso para redução de consumo?	Automação predial foi recurso para redução de consumo?
ESCO			
CONSULTORA			
FT			

4 RESULTADOS

A seguir, o resultado da pesquisa: dos questionários e da comparação entre os projetos.

4.1 Revisão sistemática sobre as ESCOs

A revisão sistemática dos artigos internacionais e nacionais selecionou os artigos mais relevantes ao tema de acordo com os critérios de Dresh (2015) já citados no método. Na produção internacional, Vine (2005) foi um dos precursores nos estudos sobre ESCOs no mundo dando um panorama internacional sobre como os mercados cresciam em diversos países desenvolvidos e em desenvolvimento e o Brasil é citado em seu artigo com dados sobre quantidades de ESCOs existentes até aquele momento e surgimento das primeiras empresas no país.

Backlund (2012), Langlois (2012), Carbonara (2017) e Bertoldi (2017) apresentam essa visão geral dos países desenvolvidos com dados mais atualizados, sendo Bertoldi e Langlois os autores que aprofundam sobre as limitações e barreiras desses países em relação aos contratos EPC, financiamentos, políticas e programas relevantes dos países da União Europeia.

Os artigos com dados pontuais sobre países como Estados Unidos (CARVALLO, 2019), Itália (PRINCIPI, 2016), China (KOTSKA, 2012), Taiwan (FANG, 2012) apresentam dados sobre seus mercados e barreiras mais comuns. E Limaye (2011) traz uma visão geral sobre os países em desenvolvimento, principalmente da América Latina.

Quadro 13: Trabalhos de banco de dados internacional selecionados

Fonte: Elaboração própria.

Tipo	Autor	Ano	Qualidade da execução	Adequação à questão	Adequação ao foco	Avaliação final do estudo
Artigo	VINE	2005	Alta	Alta	Alta	Alta
	LIMAYE et al.	2011	Alta	Média	Alta	Alta
	BACKLUND et al.	2012	Alta	Média	Alta	Alta
	KOTSKA et al.	2012	Alta	Média	Alta	Alta
	FANG et al.	2012	Alta	Média	Alta	Alta
	LANGLOIS et al.	2012	Alta	Média	Alta	Alta
	JENSEN et al.	2013	Alta	Alta	Alta	Alta
	AKMAN et al.	2013	Alta	Média	Alta	Alta
	YUAN et al.	2015	Alta	Média	Alta	Alta
	LEE et al.	2015	Alta	Alta	Alta	Alta
	PRINCIPI et al.	2016	Alta	Média	Alta	Alta
	DENG et al.	2017	Alta	Média	Alta	Alta
	CARBONARA et al.	2017	Alta	Média	Alta	Alta
	BERTOLDI et al.	2017	Alta	Média	Alta	Alta
	KAMENDERS et al.	2018	Alta	Média	Alta	Alta
CARVALLO et al.	2019	Alta	Alta	Média	Alta	

Já a revisão sistemática nos bancos de dados nacionais esclarece a falta de estudos no país sobre o assunto.

Gabriel Hidd apresenta artigo (2016) e dissertação (2015) com um estudo bem aprofundado sobre essas empresas no Brasil e traça um panorama sobre as políticas de Eficiência Energética no país. A visão de ambos os estudos têm um viés mais econômico de mercado e uma preocupação em propor melhoras para o crescimento desse. E Cavalcante (2017) aponta alguns dados mais recentes sobre quantidades de ESCOs no país, mas poucos dados mais significativos.

Quadro 14: Trabalhos de banco de dados nacional selecionados

Fonte: Elaboração própria.

Tipo	Autor	Ano	Qualidade da execução	Adequação à questão	Adequação ao foco	Avaliação final do estudo
Artigo	HIDD	2016	Media	Alta	Alta	Alta
Dissertação	HIDD	2015	Alta	Alta	Alta	Alta
Monografias	CAVALCANTE	2017	Alta	Média	Alta	Alta

Sobre as publicações e relatórios governamentais (literatura fugitiva) nacionais e internacionais, os relatórios da IEA de 2016 e 2019 detalham muitas informações relevantes sobre as ESCOs no contexto internacional e muitos dados sobre essas empresas no Brasil também. Além disso, o relatório da EUESCO fornece muitos dados importantes sobre as ESCOs na União Europeia.

Poole (1997 e 2005) foi o pioneiro a publicar relatórios governamentais no Brasil sobre as ESCOs. Embora tenham dados bem detalhados, são bastante desatualizados. A publicação do MMA (2014) traz o estado da arte dos contratos de performance energética das ESCOs no contexto internacional e aponta os mais utilizados no Brasil.

Quadro 15: Relatórios de banco de dados nacional e internacional selecionados

Fonte: Elaboração própria.

Tipo	Autor	Ano	Qualidade da execução	Adequação à questão	Adequação ao foco	Avaliação final do estudo
Nacional	POOLE et al.	1997	Média	Alta	Alta	Alta
	POOLE	2005	Média	Alta	Alta	Alta
	MME	2001	Alta	Alta	Alta	Alta
	MMA BRASIL	2014	Alta	Alta	Alta	Alta
Internacional	IEA	2016	Alta	Alta	Alta	Alta
	IEA	2019	Alta	Alta	Alta	Alta
	EUESCO	s/a	Alta	Alta	Alta	Alta

4.2 Questionário

Os questionários foram aplicados em um total de 24 (vinte e quatro) empresas válidas (as empresas sem contato – e-mail, site e telefone - foram descartadas assim como as que mudaram a área de atuação) em todo o Brasil e foram obtidas 14 (quatorze) respostas.

Destas 14 empresas, 08 são da região Sudeste, 03 da região Sul, 02 da região Centro-Oeste e 01 da região Nordeste.

4.2.1 Perfil das ESCOs

Na região Sudeste, 06 empresas são do estado de São Paulo (SP), 01 do estado do Rio de Janeiro (RJ) e 01 de Minas Gerais (MG). Na região Sul, 01 empresa é do Rio Grande do Sul (RS) e 02 de Santa Catarina (SC). E da região Centro-Oeste, 01 empresa respondente é do Mato Grosso (MT) e a outra, de Mato Grosso do Sul (MS). A única empresa respondente da região nordeste é do estado de Pernambuco (PE).

Das 14 empresas respondentes, segundo a definição da CNAE para empresas de pequeno, médio e grande porte, 9 são empresas de médio porte, 3 são empresas de pequeno porte e 2 são empresas de grande porte (ver figura 15). Relacionando o porte da empresa com a localidade das empresas, as 2 empresas de grande porte são de São Paulo, das 3 empresas de médio porte, 2 são de São Paulo e 1 no Rio de Janeiro. Já as de pequeno porte, 3 são de São Paulo, 1 de Minas Gerais, 1 de Santa Catarina, 1 do Mato Grosso e 2 de Recife.

Receita Bruta Anual da Empresa
(definição da CNAE para pequena, média e grande empresa)

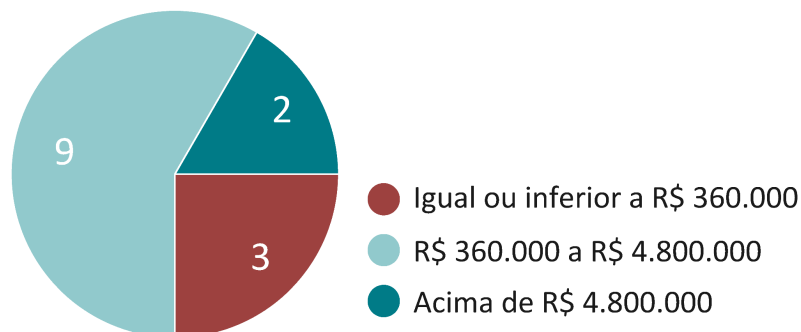


Figura 16 – Gráfico do porte das empresas entrevistadas.

Fonte: Autora adaptado do Google Forms.

Sobre a prospecção de novos clientes, todas as empresas fazem o contato direto com potenciais clientes, 8 empresas responderam que enviam e-mail a esses potenciais clientes e 3 fazem anúncios em mídias sociais. Outras estratégias como anúncio em revistas especializadas, participação em congressos, fóruns e seminários, anúncios no google e criação de perfis em redes sociais obtiveram poucas respostas.

No que diz respeito à composição de profissionais que atuam na empresa: todas as empresas respondentes têm engenheiros em seu quadro de funcionários, 12 empresas possuem administradores, 10 outros profissionais de nível superior e 04 empresas têm arquitetos em seus quadros de funcionários. Todas as 14 empresas respondentes ocupam o cargo de gerente de projetos com engenheiros e 08 dessas empresas responderam que o nível de formação do gerente de projetos é de pós-graduação, 04 delas tem apenas graduação, 02 tem especialização e apenas 01 com mestrado (ver figura 16)

Qual o nível de formação do gerente de projetos?

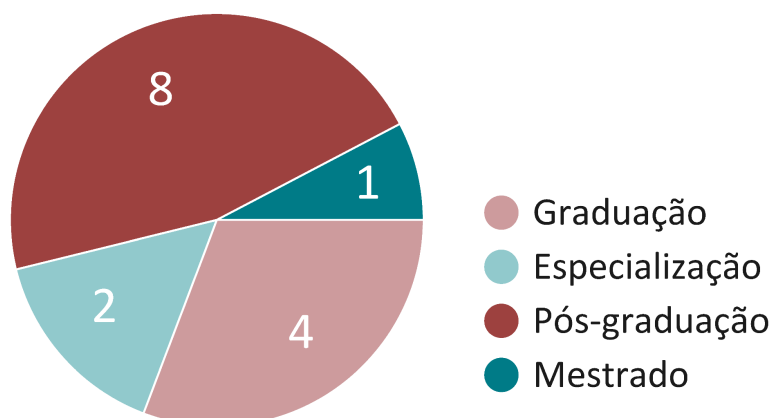


Figura 17 – Gráfico do nível de formação dos gerentes de projeto.
Fonte: Autora adaptado do *Google Forms*.

Sobre a quantidade de projetos de *retrofit* energético em edificações não residenciais são feitos por ano, os números se mostraram bastante variáveis tendo relação direta com o porte da empresa. Uma empresa de médio porte executa em média 15 projetos por ano, por exemplo.

4.2.2 Perfil dos clientes

Sobre a localidade dos projetos dos clientes, 09 são do estado de São Paulo (SP), 03 são do Rio de Janeiro (RJ), Minas Gerais (MG), Mato Grosso (MT) e Santa Catarina (SC), 02 são do Rio Grande do Sul (RS) e Pernambuco (PE), 01 de Alagoas (AL), Amazonas (AM), Goiás (GO), Mato Grosso do Sul (MS), Piauí (PI) e Tocantins (TO).

A maioria dos projetos de retrofit energético dos clientes pertencem a quais estados?

*é possível escolher mais de uma alternativa

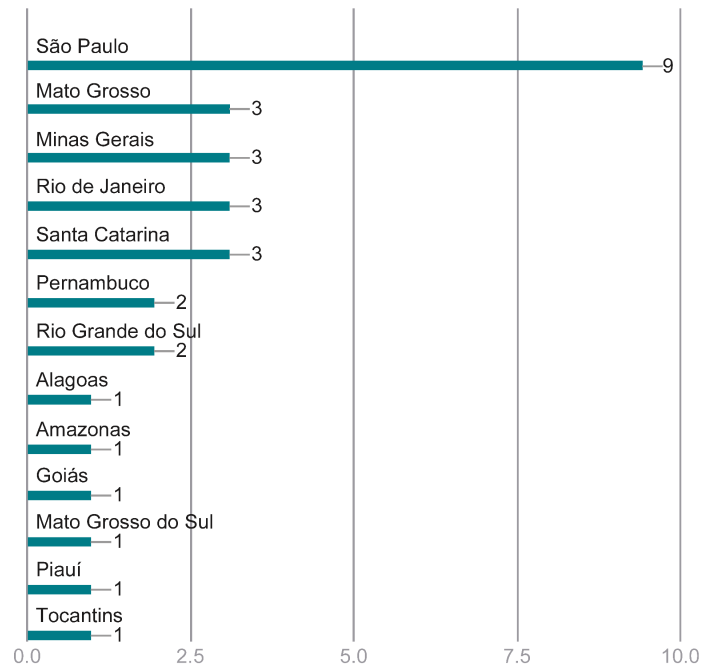


Figura 18 – Gráfico da localização dos clientes nos estados brasileiros.

Fonte: Autora adaptado do *Google Forms*.

Segue abaixo as informações da localização dos clientes e seus projetos de *retrofit* organizadas em forma de mapa.

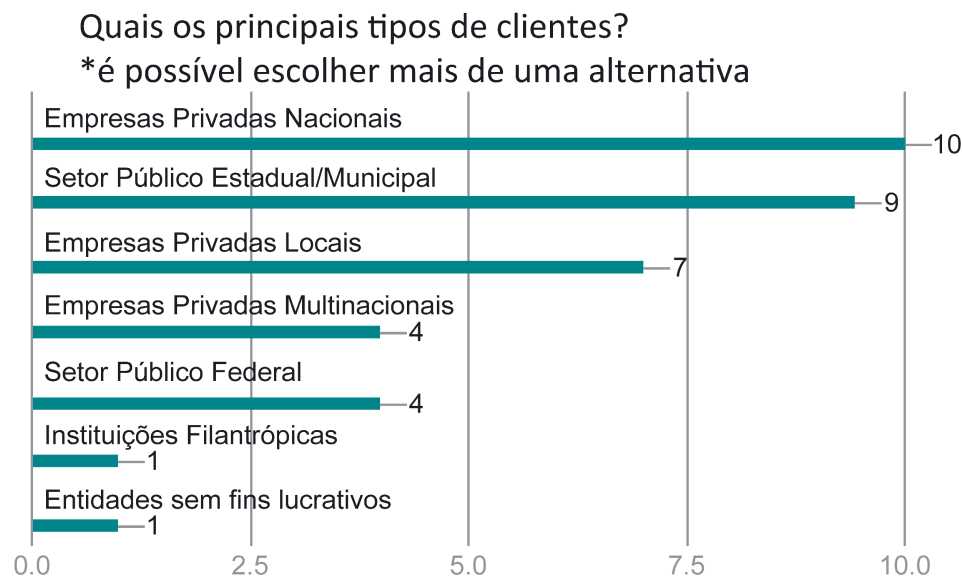


Figura 20 – Gráfico dos principais tipos de clientes.

Fonte: Autora adaptado do *Google Forms*.

Quando indagadas sobre as principais barreiras para que os projetos sejam construídos, 08 empresas respondentes dizem ter dificuldades de financiamento 06 dizem ter dificuldades contratuais e 06 têm dificuldade de captar clientes. As empresas ESCO buscam o financiamento dos projetos junto ao cliente e, como elas costumam executar seus projetos pela modalidade de contrato de desempenho, o financiamento é primordial para que o projeto seja executado. Talvez uma consequência de se não conseguir viabilizar o financiamento para execução dos projetos seja a dificuldade de contrato, já que o cliente não terá interesse em colocá-lo em prática se a ESCO não assumir os custos da obra.

Quais as principais barreiras encontradas para que os projetos sejam construídos?

*é possível escolher mais de uma alternativa

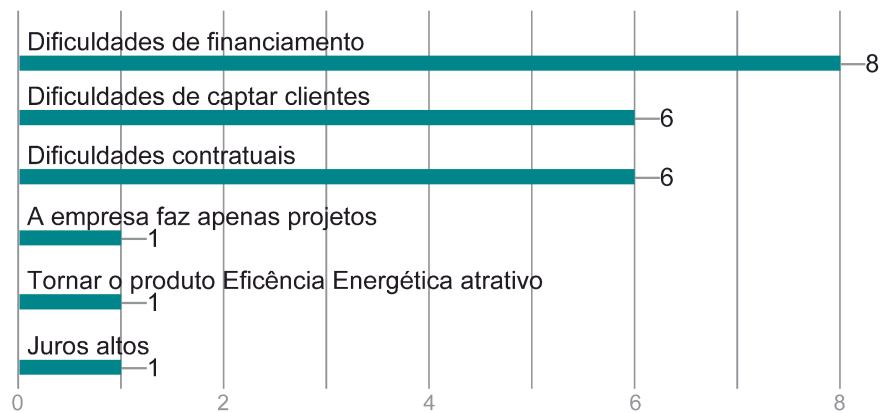


Figura 21 – Gráfico das principais barreiras encontradas.

Fonte: Autora adaptado do *Google Forms*.

Dos tipos de contrato mais recorrentes entre as empresas respondentes, o Contrato de Performance energética (EPC) é o mais habitual representando 07 empresas respondentes. 04 empresas responderam sobre contratos relacionados ao PEE. Uma empresa respondeu sobre o Contrato de Energia Integrado (IEC) assim como uma empresa sobre Contrato de prestação de serviços, modelo BOT e contrato direto para execução. As empresas respondentes justificam que o contrato de performance energética assegura os clientes de riscos, já que os riscos ficam com as ESCOs que devem comprovar a economia de energia para receber através dessa economia, e é mais fácil convencê-los a pagar pelo projeto com as economias obtidas e não com um investimento próprio

4.2.3 Perfil dos projetos de *retrofit* energético

Sobre os projetos de *retrofit* energético em edifícios públicos, as empresas foram indagadas sobre quais as principais intervenções adotadas para o alcance da eficiência energética. A troca de lâmpadas e luminárias foi a resposta de 13 empresas, 11 empresas responderam sobre a troca de aparelhos ou do sistema de condicionamento de ar e sobre a instalação de módulos fotovoltaicos. A automação predial no sistema de iluminação foi a intervenção respondida por 06 empresas e a do sistema de condicionamento de ar, por 04 empresas. Apenas uma empresa respondeu sobre a

troca de vidro ou instalação de películas, aquecimento solar, e sistema de bombeamento.

Nos edifícios públicos, quais as principais intervenções adotadas para o alcance da eficiência energética?

*é possível escolher mais de uma alternativa

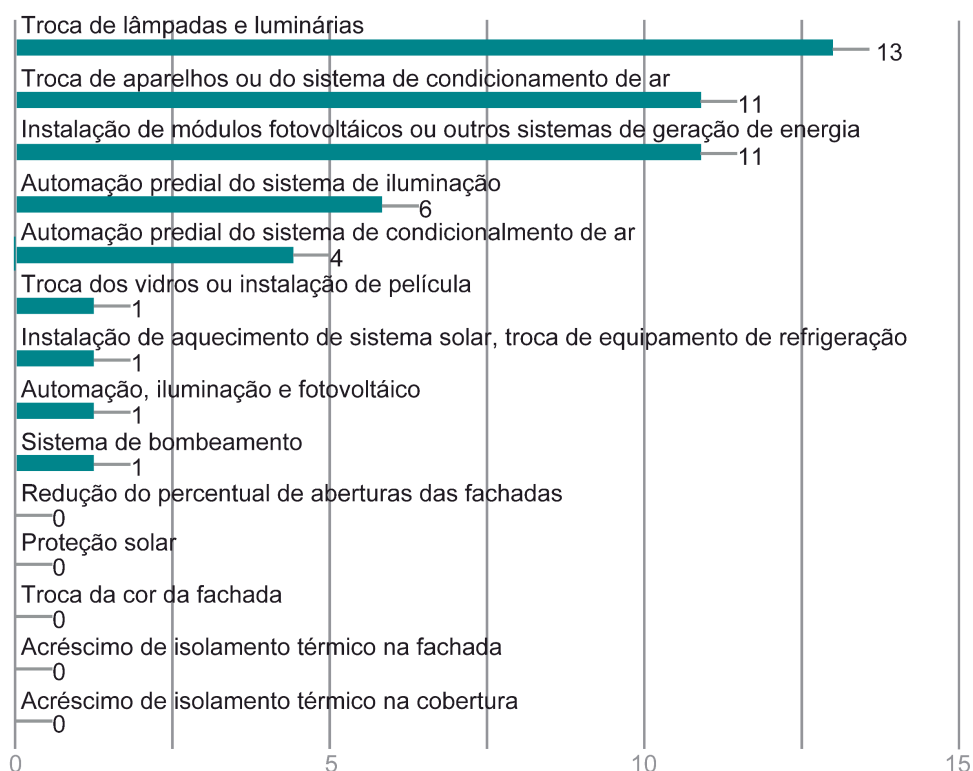


Figura 22 – Gráfico das principais intervenções em edifícios públicos.

Fonte: Autora adaptado do Google Forms.

Fica clara essa característica dos *retrofits* feitos pelas ESCOs no Brasil de abordarem principalmente sistemas de iluminação e condicionamento de ar e módulos fotovoltaicos, e em menor frequência, películas e automação dos sistemas. No mesmo viés, Langois (2012) também aponta essas abordagens no contexto internacional. No estudo de caso, onde foi comparado um projeto de uma ESCO com o de outra empresa consultora de EE, é preciso explorar essa comparação em relação a outras alternativas para saber se existem diferenças de abordagem.

Sobre a justificativa da escolha das intervenções, 05 empresas responderam ser mais prático, 04 explicam que o custo é menor e as outras respostas se resumem a menor *payback*.

Sobre os projetos de *retrofit* energético em edifícios privados, a troca de lâmpadas e luminárias foi a resposta de 13 das empresas respondentes, 12 empresas responderam sobre a troca de aparelhos ou do sistema de condicionamento de ar e a instalação de módulos fotovoltaicos. A automação predial no sistema de iluminação foi a intervenção respondida por 07 empresas e a do sistema de condicionamento de ar, por 05 empresas. Apenas uma empresa respondeu sobre a troca de vidro ou instalação de películas, aquecimento solar, e sistema de bombeamento.

Nos edifícios privado, quais as principais intervenções adotadas para o alcance da eficiência energética?

*é possível escolher mais de uma alternativa

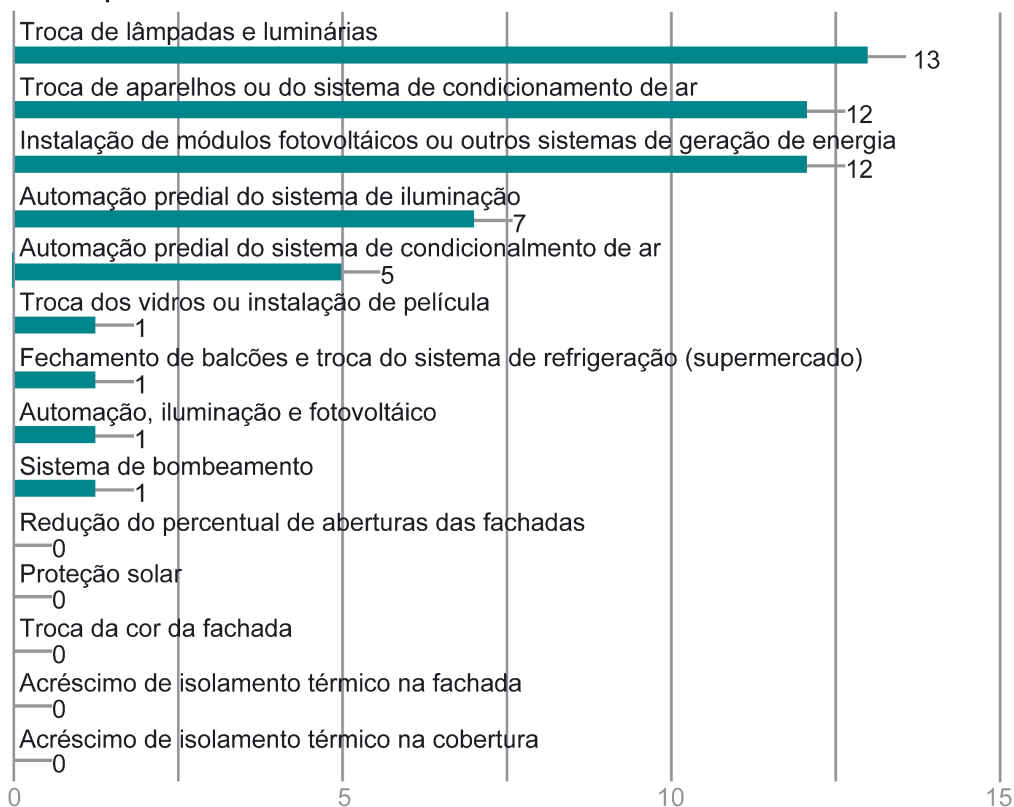


Figura 23 – Gráfico das principais intervenções em edifícios privados

Fonte: Autora adaptado do *Google Forms*.

Sobre a justificativa da escolha das intervenções 03 empresas responderam ser mais prático, 03 explicam que o custo é menor (custo menor teoricamente é a mesma coisa que custo benefício) 02 responderam que reduz o prazo de execução e as outras respostas se resumem respostas semelhantes relacionadas ao maior retorno de investimento.

Das 14 empresas entrevistadas, 10 delas seguem os parâmetros de cálculo estabelecidos pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), uma delas respondeu que segue os parâmetros estabelecidos pela ANEEL para projetos do PEE e para clientes privados, parâmetros fora do PEE. Uma empresa respondeu que se baseia em legislação internacional e outra em *payback* simples. As perguntas eram de múltipla escolha com a possibilidade de a empresa respondente acrescentar uma outra resposta e, por isso, muitas das respostas foram de certa forma repetidas, mas respondidas de forma um pouco diferente.

Os parâmetros de cálculo para a Relação de Custo Benefício (RCB) utilizados pela empresa são:

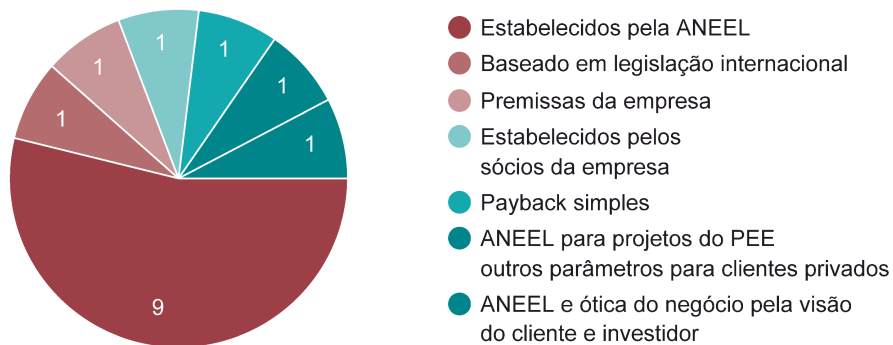


Figura 24 – Gráfico dos principais parâmetros de cálculo para a relação de custo-benefício (RCB)

Fonte: Autora adaptado do *Google Forms*.

O método de cálculo de consumo energético das edificações utilizados por todos os respondentes (14) é o de Medição e Verificação, mas apenas 5 empresas respondentes utilizam o método com simulações termo energéticas. O RTQ-C não foi citado pelos respondentes. Embora não tenha aparecido no questionário como alternativa de resposta (um erro no questionário por parte da pesquisadora), nenhuma empresa citou o RTQ-C na alternativa “outros”.

Quais métodos de cálculo de consumo energético das edificações utilizados para realizar os projetos?

*é possível escolher mais de uma alternativa

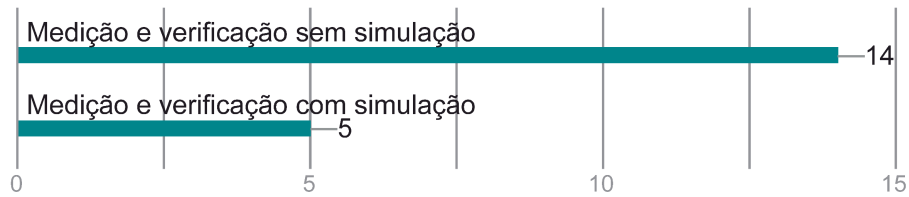


Figura 25 – Método de cálculo de consumo

Fonte: Autora adaptado do *Google Forms*.

As empresas que utilizam o método de simulação computacional para o cálculo de consumo energético das edificações utilizam os programas *Dialux* e *HelioScope* e planilhas excel PVsol (PV Sol é para dimensionamento de painéis fotovoltaicos). Nessa pergunta foram sugeridos alguns programas, mas todas as empresas que responderam acrescentaram os programas citados acima na opção “outros”.

4.3 Estudos de caso

O Projeto 1 intitulado PROJETO ESCO é um projeto de *retrofit* de uma ESCO localizada na cidade de Recife-PE e a tipologia do cliente é um supermercado. Os dados fornecidos pela ESCO foram limitados aos cálculos e relatório de diagnóstico energético. Não foi fornecida nenhuma planta do edifício devido a um contrato de confidencialidade com o cliente.

O Projeto 2 intitulado PROJETO CONSULTORA, é um projeto de uma empresa consultora de EE ligada à R3E localizada em Brasília e a tipologia do cliente é um edifício corporativo. Foram fornecidas todas as planilhas de cálculo e plantas em extensão .cad.

O projeto 3 intitulado PROJETO FT, é um projeto de *retrofit* da Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília. Foram fornecidas planilhas de cálculo e uma monografia que detalha todo o projeto.

Os dados para análise comparativa dos projetos limitaram-se aos dados fornecidos de consumo inicial, consumo final previsto, métodos de cálculo e intervenções propostas. Também foi feita uma comparação sobre as informações

fornecidas de cada projeto como a tipologia, porte, acesso ao projeto. A comparação entre os custos do *retrofit* não puderam acontecer por falta de dados fornecidos.

Depois disso, foi elaborado um quadro comparativo (ver quadros 12 e 13) com as características de cada projeto para facilitar o entendimento de suas diferenças e similaridades. Devido a contratos de confidencialidade com os clientes dos projetos de *retrofit*, não será possível disponibilizar imagens das plantas dos projetos analisados.

Sobre as tipologias, o projeto ESCO apresenta a tipologia de supermercado e não foi possível ter acesso às suas plantas, apenas aos cálculos do diagnóstico de forma mais resumida devido à um contrato de confidencialidade com o cliente. O projeto CONSULTORA apresenta tipologia de um edifício corporativo e se teve acesso a todos os cálculos e plantas do empreendimento. O projeto FT apresenta tipologia institucional e foram disponibilizadas todas as planilhas de cálculo e um documento explicando todo o projeto.

O projeto ESCO difere dos demais pelo fato de sua execução (obra) ter sido feita pela própria empresa que fez o projeto de *retrofit*. Comparando o diagnóstico energético, ambos projetos ESCO e FT utilizaram o método M&V (sendo que a ESCO não fez nenhuma simulação termo energética e a FT, sim) e o projeto CONSULTORA utilizou o método prescritivo do RTQ-C. Nos documentos disponibilizados só foi possível observar o cálculo da RCB no projeto ESCO e no projeto FT, não foi possível verificar esse cálculo no projeto CONSULTORA.

No projeto ESCO, para atingir a meta de economia, foram substituídas apenas as luminárias e lâmpadas. Inicialmente o projeto objetivava a troca de equipamentos de ar condicionado, mas devido a uma reestruturação da empresa contratante, apenas o sistema de iluminação foi alterado. Foram substituídas 879 luminárias contento 2 lâmpadas de 58W cada por 484 luminárias com duas lâmpadas de LED de 54w cada, mantendo os mesmos níveis de iluminação dentro dos padrões da norma técnica e os padrões exigidos pelo supermercado, resultando em uma energia economizada de 332,86 MWh/ano e uma redução de potência (RDP) de 40,45%. No relatório não ficou claro qual método de M&V foi utilizado, mas acredita-se que o A ou o B (conforme explicação da figura 2), pois não houve simulação.

No projeto FT, foram substituídas 2970 lâmpadas fluorescentes tubulares de 32W por modelos equivalentes LED de 18W. A medição do sistema de iluminação foi feita pelo método A (ver figura 2) onde foram medidas as potências de funcionamento das lâmpadas. A economia esperada para a substituição das lâmpadas é de cerca de 22,22 MWh/ano com uma RDP de 50%. Esse potencial teórico estimado foi depois verificado por uma comparação com os valores medidos através da opção D da M&V com simulação.

Ainda sobre o projeto FT, o método B foi escolhido para a M&V do sistema de condicionamento de ar, que consiste na medição do tempo de funcionamento dos equipamentos (tempo que o aparelho fica efetivamente acionado) e de sua potência. Com isso, foram substituídos 144 aparelhos de ar condicionado antigos por modelos equivalentes de selo A do PROCEL visando aumentar a eficiência dos equipamentos e das instalações de ar condicionado. A energia economizada esperada é 2,61 MWh/ano, representando cerca de 29,3% de redução do consumo deste sistema. Estes resultados formam comparados com as simulações realizadas pelo método D.

O projeto CONSULTORA disponibilizou as planilhas de cálculo da etiqueta e as plantas dos edifícios (embora não possam ser disponibilizadas no trabalho), mas não foi disponibilizado o relatório final do projeto. No projeto foram sugeridos principalmente troca de circuitos e acionamento das luminárias para que o sistema de iluminação passasse nos pré-requisitos exigidos pelo RTQ-C. Algumas luminárias também foram trocadas embora não esteja claro do material disponibilizado a quantidade exata. O foco do projeto foi atingir a etiqueta A no sistema de iluminação onde, pela relação da potência instalada (41.600W) com a área iluminada (24.184m²), o objetivo foi alcançado. O sistema de envoltória do edifício também foi analisado pelo RTQ-C, mas devido à etiqueta alcançada ter sido D e o projeto sugerisse algumas alterações relevantes na fachada do edifício para se chegar ao nível A, o cliente não se interessou em dar prosseguimento ao projeto de condicionamento de ar e às alterações na envoltória sugeridas. Vale ressaltar que o projeto CONSULTORA foi apenas um projeto de diagnóstico energético e que a empresa consultora não executa seus projetos não assumindo risco de investimento e execução junto ao cliente.

Quadro 16: Quadro comparativo entre os projetos do sistema de iluminação dos estudos de caso – dados de consumo. Fonte: Autora

	Consumo inicial	Redução de consumo sistema de iluminação	RDP sistema de iluminação
ESCO	Não	332,86 MWh/ano	40,45%
CONSULTORA	Não	-	-
FT	Sim	22,22 MWh/ano	50%

*RDP Redução de Potência

Sobre as intervenções sugeridas nos projetos, todos os três fizeram trocas de lâmpadas e luminárias como forma de reduzir a demanda e economizar energia, mas a troca de aparelhos ou do sistema de condicionamento de ar só ocorreu no projeto FT. Sobre a automação predial nos sistemas de iluminação e condicionamento de ar, não foi verificado em nenhum dos materiais disponibilizados dos três projetos. Talvez pela desconfiança do cliente em relação ao investimento de tais equipamentos e seu custo benefício, mas isso precisa ser mais estudado para afirmar com mais certeza. A instalação de módulos fotovoltaicos foi observada apenas no projeto FT.

Quanto às intervenções na envoltória como instalação de películas, troca de vidros, mudança na cor da fachada ou cobertura, não foi observada nenhuma alteração. No caso do projeto CONSULTORA, foi feita uma avaliação e diagnóstico da envoltória que recebeu etiqueta nível D. Foram propostas mudanças na envoltória, mas o cliente preferiu não dar seguimento à etiquetagem. .

Abaixo, é possível observar no quadro todos os comentários feitos sobre a análise comparativa dos projetos de forma mais esquemática facilitando a leitura.

Quadro 17: Quadro comparativo entre os projetos do estudo de caso. Fonte: Autora

	Confidencialidade do projeto	Execução do projeto	Tipologia	Diagnóstico energético	Diagnóstico energético	Diagnóstico energético	Custo Benefício
PROJETO	Acesso às características do projeto (planta, nome do cliente)	Foi executado por quem fez o projeto?	Qual a tipologia do projeto?	Medição e Verificação sem simulação	Medição e Verificação com simulação	RTQ-C	Cálculo da RCB
ESCO	Não	Sim	Supermercado	Sim	Não	Não	Sim
CONSULTORA	Sim	Não	Edifício comercial	Não	Não	Sim	Não
FT	Sim	Não	Edifício institucional	Sim	Sim	NV	Sim

	Projeto sistema de iluminação	Projeto sistema de condicionamento de ar	Automação predial	Módulos fotovoltaicos	Aberturas	Aberturas	Absortância	Inércia térmica	Equipe técnica
PROJETO	A troca de luminárias e lâmpadas foi recurso para redução de consumo?	A troca de aparelhos e sistema de condicionamento de ar foi recurso para redução de consumo?	Automação predial foi recurso para redução de consumo?	Instalação de módulos foi recurso para redução de consumo?	Trocas de vidros ou películas?	Redução da área das aberturas	Mudança na cor da fachada ou cobertura?	Acréscimo de elementos para aumentar a inércia térmica na fachada ou cobertura?	Arquitetos e/ou engenheiros na equipe
ESCO	Sim	Não	NV	NV	Não	Não	Não	Não	Engenheiros
CONSULTORA	Sim	Não	NV	NV	Sim	Não	Não	Não	Arquitetos e engenheiro
FT	Sim	Sim	NV	Sim	Não	Não	Não	Não	Arquitetos e engenheiros

NV: Não Verificado.

A diferença de abordagem no diagnóstico energético e *retrofit* entre a ESCO e a empresa consultora de EE é bem evidente. Enquanto a ESCO utilizou a M&V como ferramenta, a empresa consultora utilizou o RTQ-C

Enquanto a empresa consultora abordou de forma mais ampla os três aspectos do edifício, envoltória, sistema de iluminação e de condicionamento de ar, em busca de um bom nível de classificação da etiqueta geral e parciais, a ESCO se preocupou mais com a economia de energia em si. Já o projeto FT institucional dentro da Universidade buscou abordar vários aspectos (mudança nos dois sistemas verificando isso com dois métodos de M&V) para se atingir o objetivo final da economia de energia.

Houve uma dificuldade, tanto da ESCO como da empresa consultora, em implementar as mudanças propostas. A ESCO que havia feito um diagnóstico e proposto também mudanças no sistema de condicionamento de ar e a empresa, que passou por alguma reestruturação em sua coordenação, optou por apenas trocar as luminárias. A empresa consultora também não conseguiu convencer o cliente a fazer as mudanças propostas, apenas as trocas de luminárias e de acionamentos e alguns circuitos.

No caso do projeto ESCO, também executora da obra de *retrofit*, não houve nesse caso um contrato de desempenho energético e talvez, por isso, o cliente tenha sido mais temerário em relação ao investimento e tenha tido mais desconfiança para fazer todas as alterações propostas. A empresa consultora, que não executa a obra de *retrofit*, aconteceu talvez a mesma coisa: desconfiança em investir em uma obra para emitir uma etiqueta com um bom nível de classificação e não ter a garantia de que terá de fato um retorno.

5 CONCLUSÕES

Os principais objetivos deste trabalho foram apresentar uma visão geral das ESCOs no Brasil, entender as principais formas de contrato (comparando com a realidade internacional) e pesquisar sua quantidade, principais áreas de ação e tipos de projeto com foco principalmente em ESCOs que trabalham com *retrofit* energético em edificações não residenciais, foram atingidos.

A pesquisa explicita a falta de documentação, artigos e estudos sobre o tema no Brasil, evidenciando uma lacuna de informação que dificulta as ações governamentais, pois sabe-se que entender a evolução do mercado da ESCO, suas limitações e o sucesso de políticas e programas relevantes é útil para os formuladores de políticas (BERTOLDI, 2017). Portanto, o tema é de extrema importância para fomentar discussões e ações de estímulo a esse mercado no Brasil.

Ainda que não haja uma oficialização para a definição de ESCO no país e não se tenha ao certo o número de empresas que se identificam como ESCO, foram identificadas 137 empresas associadas à ABESCO e, desde 2005, seu número cresceu consideravelmente, apesar das muitas barreiras que o mercado enfrenta. As principais áreas de atuação encontradas são a automação, cogeração, *retrofit* energético e manutenção energética. O foco da pesquisa é sobre as ESCOs que trabalham com *retrofit* energético em edificações, em especial, edificações não residenciais.

O maior número de empresas com essa especialidade encontra-se na região sudeste (31 empresas), em especial o estado de São Paulo, seguido pela região sul (10 empresas). Os projetos dos clientes dessas ESCOs também se concentram na região sudeste e sul, mas aparecem de forma mais heterogênea, em menor quantidade, nas regiões nordeste, norte e centro-oeste.

São em sua maioria empresas de médio porte, que prospectam novos clientes principalmente pelo contato direto com potenciais clientes. Em sua totalidade, empregam apenas engenheiros como gerentes de projeto que têm um nível de especialização, em sua maioria, até a pós-graduação. Engenheiros e administradores de empresas compõem a maioria da equipe e profissionais arquitetos são a minoria enquanto a maioria dos profissionais consultores de EE é de arquitetos.

A tipologia mais comum de projetos de *retrofit* é a de hospitais, seguido por shopping centers, centros empresariais e supermercados. A maioria dos clientes das ESCOs são empresas privadas nacionais, como já foi percebido na pesquisa documental, mas o setor público municipal e estadual também aparece com uma grande porcentagem, o que não era esperado de acordo com a literatura.

A principal barreira encontrada pelas ESCOs brasileiras para que seus projetos sejam construídos é a dificuldade contratual e de financiamento, o que se equipara bastante com a dos países internacionais segundo a literatura (CARVALLO, 2019). E o EPC parece também ser a forma de contratação mais recorrente nos dois casos, tanto no Brasil como nos países internacionais.

As principais estratégias para alcançar a EE adotadas por essas empresas são principalmente intervenções nos sistemas de iluminação e condicionamento de ar e módulos fotovoltaicos, e em menor frequência, acréscimo de películas nas aberturas envidraçadas e automação dos sistemas de iluminação e condicionamento de ar, o que coincide com o contexto internacional, como evidenciado por Langois (2012). Nos estudos de caso, onde foram comparados um projeto de uma ESCO com o de outra empresa consultora de EE, foram constatadas estratégias semelhantes as das empresas entrevistadas (sistema de iluminação e condicionamento de ar, principalmente).

O método de M&V sem simulação é utilizado pela maioria das empresas respondentes e o método de M&V com simulação termo energética é usado por apenas algumas das empresas entrevistadas. Programas de simulação como *Dialux*, *Helioscope* e planilha de excel do PVsol foram citados no lugar dos sugeridos no questionário como *Design builder* e *Open Studio*. E o RTQ não foi mencionado como um método para diagnóstico energético. No entanto, esse foi um ponto fraco do questionário, pois não foi feita uma pergunta especificamente sobre o método e se este era utilizado pela empresa.

Um trabalho que apresenta essa visão geral de como as ESCOs estão atuando no país e suas dificuldades é importante para gerar a base de políticas de fortalecimentos dessas empresas no Brasil e fortalecer esse mercado que pode contribuir e muito para a redução do consumo energético como um todo.

As empresas consultoras e as ESCOs têm pouca interação no cenário da EE e atuam de forma distinta na maneira de diagnosticar e fazer projetos de *retrofit* energético de edifícios. Embora as intervenções tenham se assemelhado bastante nos estudos de caso, os métodos de cálculo são muito distintos: ESCOs utilizam predominantemente a M&V preconizada pelo Protocolo Internacional de Medição e Verificação e Performance (PIMVP) como método; as empresas consultoras utilizam os métodos preconizados pelo Regulamento Técnico da Qualidade (RTQ). Embora ambos tenham pontos em comum, como a simulação computacional, no RTQ a envoltória tem maior influência no cômputo geral, exigindo uma visão mais geral de análise. As ESCOs abordam os sistemas de iluminação e condicionamento de ar com mais pontualmente, sem intervenções na envoltória da edificação, sendo, portanto, uma visão mais restrita da edificação como um todo.

As ESCOs apresentam-se como empresas que atuam de forma bastante tradicional e segura no modo como abordam o edifício e suas estratégias para redução de consumo energético são mais pontuais, atuando nos sistemas de forma mais isolada. Já as empresas consultoras abordam as estratégias de maneira mais complexa e integrada, considerando também a envoltória da edificação como determinante de EE. Conforme os dados levantados, é possível que essa diferença deva-se à formação dos profissionais que compõem cada tipo de empresa e em especial as que coordenam: enquanto as ESCOs são predominantemente coordenadas por engenheiros, as empresas consultoras são compostas e coordenadas por profissionais arquitetos.

As ESCOs, em geral, executam seus projetos de EE, diferente das empresas consultoras, que apenas fazem os projetos de *retrofit* e não os executam (RODRIGUES, 2020). De qualquer forma, ambas indicaram ter dificuldade em implementar as mudanças propostas em seus projetos e seus clientes pareceram procurar as soluções mais simples e sem riscos de investimento nos estudos de caso.

Mais do que uma ferramenta que auxilia no diagnóstico para traçar estratégias de *retrofit*, a simulação termoenergética apresenta-se como um instrumento de convencimento, para o cliente que não se sente confiante sobre as mudanças de projeto propostas. As dificuldades apontadas tanto pelas ESCOs quanto pelas empresas consultoras em implementar essas mudanças propostas acontecem em grande parte pela falta de comprovação quantitativa de economia, o que pode ser feito por simulação

termoenergética. Apontar de forma mais clara essa comprovação através de estudos com simulação convence o cliente e os bancos investidores a investir nessas mudanças.

É possível reduzir o consumo com uma troca simples do número de lâmpadas e tipo de lâmpadas ou com equipamentos de condicionamento de ar mais eficientes, mas para reduzir com soluções que tornem o sistema e o edifício como um todo mais eficiente, é preciso ir um pouco além de soluções pontuais.

Então, é importante compreender que as soluções são mais complexas e exigem um encadeamento de ações: a colocação de um brise na fachada, por exemplo, sombreia o edifício e conseqüentemente reduz sua carga térmica, exigindo menos do sistema de condicionamento de ar. Compreender como a luz natural se comporta no edifício e projetar e pensar o sistema de iluminação em função disso, automatizar esse sistema e otimizá-lo, também torna todo o sistema mais eficiente e reduz o seu consumo. A simulação computacional incorpora essas soluções complexas, comprovando de forma objetiva e quantitativa essas estratégias.

A inovação para que empresas que trabalham com *retrofit* energético ganhem destaque e consigam lidar com as barreiras causadas pela falta de confiança de clientes e investidores poderia ser incorporar cada vez mais a simulação computacional em seus projetos, assimilando em sua atuação o encadeamento de soluções de eficiência energética de maneira integrada.

5.1 Limitações da pesquisa

- Quantidade de empresas ESCO respondentes foi limitada pela dificuldade de comunicação e desconfiança por parte dessas empresas. Talvez com mais tempo de pesquisa para estabelecer um diálogo esse numero poderia ser ampliado e assim, generalizar melhor os resultados obtidos;
- Mesmo com o pré-teste enviado anteriormente, algumas perguntas deveriam ter sido melhor elaboradas e a obrigatoriedade de resposta dos itens deveria impedir a continuidade e finalização do questionário. Isso foi um erro na elaboração do mesmo por parte da pesquisadora.
- O questionário deveria ter incluído uma pergunta específica sobre o RTQ-C e sua utilização pelas empresas respondentes para melhorar a comparação entre as empresas consultoras de EE;

- Um questionário também poderia ter sido aplicado para as empresas consultoras de EE para se fazer uma melhor análise sobre como elas atuam, sua estrutura e relacionar essa atuação com as ESCOs;
- Talvez nos estudos de caso, com o auxílio de uma entrevista, fosse possível extrair mais dados relevantes à pesquisa.

5.2 Encaminhamentos para pesquisas futuras

- Ampliar a quantidade de empresas respondentes para generalizar melhor os resultados
- Sugerem-se estudos que contemplem também as empresas consultoras de EE, analisando-as comparativamente à atuação das ESCOs, aplicar questionário também para as empresas consultoras de EE;
- Estudos relacionados às razões que levam às limitações das intervenções de *retrofit*;

Sugere-se estudar de forma mais profunda as chamadas públicas de EE e outras ferramentas governamentais que estimulam a EE tanto no Brasil quanto em outros países. Espera-se que este trabalho, uma visão geral das ESCOs no Brasil, possa servir de base para o desenvolvimento de novos estudos tendo por objeto as ESCOs tanto do ponto de vista focal de sua atuação quanto uma ampliação de sua amostra quantitativa. Quanto mais se ampliar o conhecimento com relação a esse objeto espera-se um incremento de suas ações buscando uma maior eficiência energética de edificações e uma melhor estruturação do setor.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABESCO (Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia). <http://www.abesco.com.br/associados/>. Acesso em 20/07/2018

ACEEE. *The International Energy Efficiency Scorecard 2016*. Disponível em: <http://ACEEE.org/portal/national-policy/international-scorecard>. Acesso em: 20 Jul. 2018.

AMORIM, Cláudia N. D. Eficiência energética em edificações: ações e perspectivas para a Universidade de Brasília. In: CATALÃO, V; LAYARGUES, P; ZANETI, I. (Org.). *Universidade para o século XXI: educação ambiental na Universidade de Brasília*. Brasília: UnB Cidade, 2011.

ANEEL. Programa de Eficiência Energética da ANEEL-PEE. Disponível em: <https://goo.gl/2efvEs> Acesso em: setembro 2017.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. Guia Prático de Chamadas Públicas do PEE para distribuidoras. Brasília: ANEEL, 2016. 70 p.

ANDRADE, M. M. Introdução à metodologia do trabalho científico: elaboração de trabalhos na graduação. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2001.

ARAÚJO, Tamara Marques. Análise da viabilidade técnico-econômica da implantação de geração solar fotovoltaica associada ao retrofit de iluminação no centro de tecnologia da UFRN. TCC, Departamento de Engenharia Civil. UFRN, 2017.

BACKLUND, S.; Eidenskog, M. *Energy service collaborations – it is a question of trust*. Springer Science, 2012.

BAUER, M. W., GASKELL, G. *Pesquisa Qualitativa com texto imagem e som: Um manual prático*. Editora Vozes, 2000.

BARRIENTOS, M.I; QUALHARINI, E. L. *Retrofit de construções: Metodologia de avaliação*. Entac, 2004.

BERTOLDI, P.; BOZA-KISS, B. An analysis of barriers and drivers for the development of the ESCO market in Europe. *Energy Policy*, 2017.

BORGES, Celso. *Procedimentos para elaboração do projeto básico para obras públicas*. Artigo. Universidade de Rondônia, 2008

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. *Agenda Ambiental na Administração Pública p-A3P*. Revista e atualizada: 5ª ed. Brasília- DF, 2009.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Guia prático de eficiência energética: reunindo a experiência prática do projeto de etiquetagem: Ministério do Meio Ambiente e Ministério da Cultura. Brasília: MMA, 2014. 93 p.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Estudo sobre o Estado da Arte dos mecanismos de contratação de serviços de eficiência energética em edificações no Brasil. Ministério do Meio Ambiente e Programa da Nações Unidas para o Desenvolvimento - PNUD. Brasília: MMA, maio de 2014. 66 p.

BRASIL. ELETROBRAS/PROCEL – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica, 2008 Resultados do PROCEL. Rio de Janeiro, 2009.

BULLOCK, C.; George, C. A Guide to Energy Service Companies. Editora Faimont Press, 2001

_____. Lei nº 10.295, de 17 de outubro de 2001. Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 17out. 2001.

_____. Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993. Regulamento o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências.

_____. Lei nº 11.079 de 30 de dezembro de 2004. Institui normas gerais para licitação e contratação de parceria público-privada no âmbito da administração pública.

_____. Instrução Normativa nº 02/2014. Dispõe sobre regras para a aquisição ou locação de máquinas e aparelhos consumidores de energia pela Administração Pública Federal direta, autárquica e fundacional, e uso da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) nos projetos e respectivas edificações públicas federais novas ou que recebam retrofit.

_____. Portaria nº 42/2021. Aprova a Instrução Normativa Inmetro para a Classificação de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas (INI-C) que aperfeiçoa os Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C), especificando os critérios e os métodos para a classificação de edificações comerciais, de serviços e públicas quanto à sua eficiência energética.

BIDERMAN, Rachel, et al. (Org). Guia de compras públicas sustentáveis: uso do poder de compra do governo para a promoção do desenvolvimento sustentável. 2. ed. Rio de Janeiro: FGV, 2008.

BUENO, C. Avaliação de desempenho ambiental de edificações habitacionais: análise comparativa dos sistemas de certificação no contexto brasileiro. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

CALDAS, Lucas Rosse. *Uso do Excellence in Design for Greater Efficiencies (EDGE) como ferramenta de apoio para projetos de retrofit sustentável*. Revista de Gestão e Gerenciamento NPPG, São Paulo, 2020.

CARVALLO, J. P.; MURPHY, P.; STUART E.; LARSEN, P.; GOLDMAN, C. Evaluating project level investment trends for the U. S ESCO industry: 1990 – 2017. Energy Policy, 2019

CAVALCANTE, M. M. PEE nas chamadas públicas das concessionárias de energia elétrica reguladas pela ANEEL. UFC, Departamento de Engenharia Elétrica, 2017.

CÓIAS, V. Reabilitação: a melhor via para a construção sustentável. Lisboa, 2007. Disponível em: http://www.gecorpa.pt/upload/documentos/reab_susten1.pdf. Acesso em março, 2020.

CORBELLA, O. Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos: conforto ambiental. Rio de Janeiro: Revan, 2003.

COLE, R. J. Building environmental assessment methods: clarifying intentions. Building Research & Information, v. 27, p. 230-246, 1999. Disponível em: < <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/096132199369354>>. Acesso em: 10 mar. 2019.

DUISBERG, C. et al. Contratos de Desempenho para Serviços de Eficiência Energética no Setor Público do Brasil: Questões Jurídicas e Possíveis Soluções. Nexant, 2004.

DRESH, Aline; LACERDA, Daniel; JUNIOR, José Antônio. Design Science Research – Método de pesquisa para avanço da Ciência e Tecnologia. Ed. Springer. Brasil, 2015

EDWARDS, B. O Guia Básico para a Sustentabilidade. Barcelona: GG, 2005.

ELETOBRAS/PROCEL – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica, 2008 Resultados do PROCEL. Rio de Janeiro, 2009.

EPE - Empresa de Pesquisa Energética. Balanço Energético Nacional, BEN, 2018 – Ano base 2017: Relatório Síntese. Rio de Janeiro, 2018.

FERNANDES, Luciana. Procedimento para *retrofit* do desempenho termoenergético de edifícios de ensino através da aplicação de estratégias passivas de condicionamento. Tese Doutorado. Unicamp, 2015.

FREEBODY, P. Qualitative research in Education: interaction and practice. Londres: Sage. 2003.

GERHARDT, T.E.; SILVEIRA, D.T. (org.). *Métodos de Pesquisa*. Porto Alegre: UFRGS, 2009. 120 p. (Educação a Distância).

GHISI, E. Desenvolvimento de uma metodologia para retrofit em sistemas de iluminação: estudo de caso na Universidade Federal de Santa Catarina. 305 p. Tese (Mestrado) — Universidade Federal de Santa Catarina, 1997.

GONÇALVES, J. C. S. Introdução. In: GONÇALVES, J. C. S., BODE, K., organizadores. Edifício ambiental. São Paulo: Oficina de textos, 2015.

GOMES, Anderson Ferreira. Eficiência energética em edificações públicas do poder executivo federal: oportunidades e desafios no contexto do programa brasileiro de etiquetagem (pbe – edifica). Brasília, 2017.

GLOBAL ABC (Global Alliance for Buildings and Construction). Relatório de situação Global 2020 para Edifícios e Construção. ONU, 2020

HANON, M. J. Co-evolution of innovative business models and sustainability transitions: the case of the Energy Service Company (ESCO) model and the UK energy system. University of Leeds, 2012.

HONORATO, J.P. Medição de Verificação: uma análise da utilização de simulação computacional para avaliar os resultados da eficiência energética. Faculdade UnB Gama FGA. Universidade de Brasília UnB, 2019.

INMETRO. Regulamento Técnico da Qualidade para Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos, 2009.

IEA Energy efficiency market report 2016.

KOTSKA, G.; SHIN, K. Energy conservation through energy service companies: Empirical analysis from China. Energy Policy, 2012.

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando O. R. Eficiência Energética na Arquitetura. 2. ed. São Paulo: ProLivros, 2004.

LANGLOIS, P., HANSEN, S. World ESCO Outlook 201; The Faimont Press, Inc.: Liburn, GA, USA, 2012.

LEAL, João Bosco: depoimento (jan 2021). Entrevistadora: Renata Albuquerque Maciel. Brasília. Via mensagens por *Whastapp*.

LIMAYE, D.; LIMAYE, E. Scaling up energy efficiency: the case for a Super ESCO. Springer Science, 2011)

_____. Eficiência Energética na Arquitetura. 3.ed. Editora Eletrobras: Procel, 2014.

NAKAMURA, J. *Retrofit* de Edifícios. Revista Equipe de Obra. São Paulo: PINI, ed. 37 de julho 2011.

NICOLODI, João Carneletto. Análise financeira de medidas de eficiência energética e previsão do impacto das mudanças climáticas no desempenho térmico de uma edificação educacional de nível superior. Departamento de Engenharia Civil. UFSC, 2020.

OLIVEIRA, M. *Como fazer pesquisa qualitativa*. São Paulo: Vozes, 2016.

PAINULY, J. P.; PARK, H.; LEE, M. -K.; NOH, J. Promoting energy efficiency financing and ESCOs in developing countries: mechanisms and barriers. Journal of Cleaner Production, 2002.

JUNIOR, P., QUEIROZ, H.; Economia da Energia: fundamentos econômicos, evolução histórica e organização industrial; Editora: Elsevier, 2007.

POOLE, A. D.; GELLER, H. O novo mercado de serviços de eficiência energética no Brasil. INEE, 1997

POOLE, A. D. Análise dos Resultados da Pesquisa das Empresas de serviços de eficiência energética no Brasil. Organizado pela ABESCO. Apoio Banco Mundial, PNUMA e Fundação das Nações Unidas, 2005.

QUALHARINI, E., Metodologia Prospectiva. Apostila da disciplina de Metodologia Prospectiva, Rio de Janeiro, COPPE/UFRJ, 1997.

REGULAMENTO TÉCNICO DA QUALIDADE PARA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE EDIFÍCIOS COMERCIAIS, DE SERVIÇOS E PÚBLICOS. Disponível em: www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC001424.pdf. Acessado em 10/10/2020.

ROCHA, Marcius H.; QUALHARINI, E. L., Modelagem gerencial de sistemas de manutenção predial em edificações históricas. In : Construção 2001, p.137-144, Lisboa, dezembro de 2001.

ROMERO, Marcelo; REIS, Lineu. Eficiência Energética em edifícios. Ed. Manole, São Paulo, 2014

ROXO, Letícia Figueiredo. Credibilidade das Reformas: Uma Análise do Setor Elétrico Brasileiro. Dissertação de Mestrado em Economia. Instituto de Economia - Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2005.

TREZZA, Ricardo: depoimento (jan 2020). Entrevistadora: Renata Albuquerque Maciel. Brasília. Via ligação telefônica.

VALENTE, Manoel Adam Lacayo. Marco legal das licitações e compras sustentáveis na administração pública. Consultoria Pública. Estudo março, 2011.

VIEIRA, Sonia. Como elaborar questionários. Ed. Atlas. 2009

VINE, Edward. An international survey of the energy service company (ESCO) industry. Energy Policy, 2005.

WARGERT, D. Energy contracting models in Germany and Sweden. Lunds Universit t. Lund, 2011.

YIN, R. K. Estudo de Caso: planejamento e métodos. 5 ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

7 APÊNDICES

Perfil das ESCOs no Brasil

Esta é uma pesquisa de mestrado conduzida no Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília (FAU - UnB) - a seção 1 tem como objetivo traçar o perfil das ESCOs que atuam na área de retrofit energético em edificações não residenciais.

Todos os dados fornecidos pelo entrevistado são confidenciais e o nome da empresa constará como anônimo na pesquisa.

Muito obrigada por participar.

Você levará cerca de 4 minutos para responder.

* Required

1. Email address *

2. Qual o nome da Empresa?* (opcional)

3. Localidade (cidade/estado)

4. Qual o ano de fundação da empresa?

5. Qual a quantidade de funcionários fixos da empresa?

6. Qual a quantidade de consultores autônomos?

7. Que profissionais atuam na empresa? *é possível escolher mais de uma alternativa

Check all that apply.

- Engenheiros
 Arquitetos
 Administradores
 Outros profissionais de nível superior
 Outros profissionais de nível médio

8. O gerente de projetos da empresa é:

Mark only one oval.

- Engenheiro
 Arquiteto
 Other: _____

9. Qual o nível de formação do gerente de projetos?

Mark only one oval.

- Graduação
 Especialização
 Pós graduação
 Other: _____

10. Quantos projetos de retrofit energético em edificações não-residenciais são feitos por ano?

11. Quais as estratégias de captação de clientes mais usadas pela empresa? *é possível escolher mais de uma alternativa

Check all that apply.

- Anúncios veiculados na tv, jornais
- Anúncios em mídias sociais
- Anúncios em revistas especializadas
- Contato direto com potenciais clientes
- Envio de e-mail à potenciais clientes
- Nenhuma

Other: _____

12. Receita Bruta Anual da Empresa (definição da CNAE para pequena, média e grande empresa)

Mark only one oval.

- igual ou inferior a R\$ 360 mil
- R\$ 360 mil a R\$ 4,8 milhões
- acima de R\$ 4,8 milhões

Perfil
dos
clientes

A seção 2 tem como objetivo traçar o perfil dos clientes que contratam as empresas (ESCOs) para o retrofit energético de edificações não residenciais

13. A maioria dos projetos de retrofit energético dos clientes pertencem a quais estados?

Check all that apply.

- Acre
- Alagoas
- Amapá
- Amazonas
- Bahia
- Ceará
- Distrito Federal
- Espírito Santo
- Goiás
- Maranhão
- Mato Grosso
- Mato Grosso do Sul
- Minas Gerais
- Pará
- Paraíba
- Pernambuco
- Piauí
- Rio de Janeiro
- Rio Grande do Norte
- Rio Grande do Sul
- Rondônia
- Roraima
- Santa Catarina
- São Paulo
- Sergipe
- Tocantins

14. Quais as tipologias mais comuns nos projetos de retrofit da empresa? *é possível escolher mais de uma alternativa

Check all that apply.

- Hotel
- Centro comercial
- Edifício de escritório
- Supermercado
- Hospital

Other: _____

15. Quais os principais tipos de clientes? *é possível escolher mais de uma alternativa

Check all that apply.

- Empresas Privadas Nacionais
- Empresas Privadas Multinacionais
- Empresas Privadas Locais
- Setor Público Federal
- Setor Público Estadual/Municipal

Other: _____

16. Quais as principais barreiras encontradas para que os projetos sejam construídos? *é possível escolher mais de uma alternativa

Check all that apply.

- Dificuldades de captar clientes
- Dificuldades contratuais (conseguir participar de licitações, leilões, etc)
- Dificuldades de financiamento
- A empresa faz apenas projetos

Other: _____

17. Quais os tipos de contrato mais recorrentes? *é possível escolher mais de uma alternativa

Check all that apply.

Contrato de Performance Energética (EPC)

Contrato de Fornecimento de Energia (ESC)

Contrato de Energia Integrado (IEC)

Other: _____

18. Porquê é o mais recorrente?

Projetos de retrofit energético

A seção 3 tem como objetivo traçar um perfil dos projetos de retrofit energético de edificações não residenciais das ESCOs.

19. Nos edifícios públicos, quais as principais intervenções adotadas para o alcance da eficiência energética? *é possível escolher mais de uma alternativa

Check all that apply.

Troca de lâmpadas e luminárias

Troca de aparelhos ou do sistema de condicionamento de ar

Instalação de módulos fotovoltaicos ou outros dispositivos de geração de energia

Automação predial do sistema de iluminação

Automação predial no sistema de condicionamento de ar

Redução do percentual de abertura das fachadas

Troca dos vidros ou instalação de películas (Fator Solar)

Proteção solar das aberturas

Mudança da cor da fachada ou cobertura (absortância)

Acréscimo de isolamento térmico na fachada

Acréscimo de isolamento térmico na cobertura

Other: _____

20. Justifique o porquê das principais intervenções nos edifícios públicos. *é possível escolher mais de uma alternativa

Check all that apply.

- O custo é menor
- É mais prático
- Reduz o prazo de execução

Other: _____

21. Nos edifícios privados, quais as principais intervenções adotadas para o alcance da eficiência energética? *é possível escolher mais de uma alternativa

Check all that apply.

- Troca de lâmpadas e luminárias
- Troca de aparelhos ou do sistema de condicionamento de ar
- Instalação de módulos fotovoltaicos ou outros dispositivos de geração de energia
- Automação predial do sistema de iluminação
- Automação predial do sistema de condicionamento de ar
- Redução do percentual de abertura das fachadas
- Troca dos vidros ou instalação de películas (Fator Solar)
- Proteção solar das aberturas
- Mudança da cor da fachada ou cobertura (absortância)
- Acréscimo de isolamento térmico na fachada
- Acréscimo de isolamento térmico na cobertura

Other: _____

22. Justifique o porquê das principais intervenções nos edifícios privados. *é possível escolher mais de uma alternativa

Check all that apply.

- O custo é menor
- É mais prático
- Reduz o prazo de execução

Other: _____

23. Os parâmetros de cálculo para a Relação de Custo Benefício (RCB) utilizados pela empresa são:

Mark only one oval.

- Estabelecidos pela ANEEL
 Baseados em legislação internacional
 Other: _____

24. Quais métodos de cálculo de consumo energético das edificações utilizados para realizar os projetos? *é possível escolher mais de uma alternativa

Check all that apply.

- Medição e Verificação (sem simulação)
 Medição e Verificação (com simulação)
Other: _____

25. Se a resposta anterior foi simulação computacional, quais programas mais utilizados para o cálculo do consumo energético das edificações? *é possível escolher mais de uma alternativa

Check all that apply.

- Energy plus - Design Builder
 Energy plus - Hooneybee
 Energy plus - Open studio
 DOE2
 Velux
 IES
Other: _____

26. Os projetos de retrofit buscam atender qual tipo de meta de desempenho?

Check all that apply.

Etiquetação Brasileira PBE-Edifica

NBR 15575

LEED

AQUA

Não tem metas específicas

Other: _____

This content is neither created nor endorsed by Google.

Google Forms

15 responses

Accepting responses

Summary

Question

Individual

Who has responded?

Email

gian@e4.com.br

lucas@avanteenergia.com.br

newton.lopes@kmrenergia.com.br

marilia.damiao@greenyellow.com.br

adalberto@escoenergy.com.br

alisson@expersolution.com.br

dione@instalwatt.com.br

rodrigo@p3engenharia.com.br

rodolfo@p3engenharia.com.br

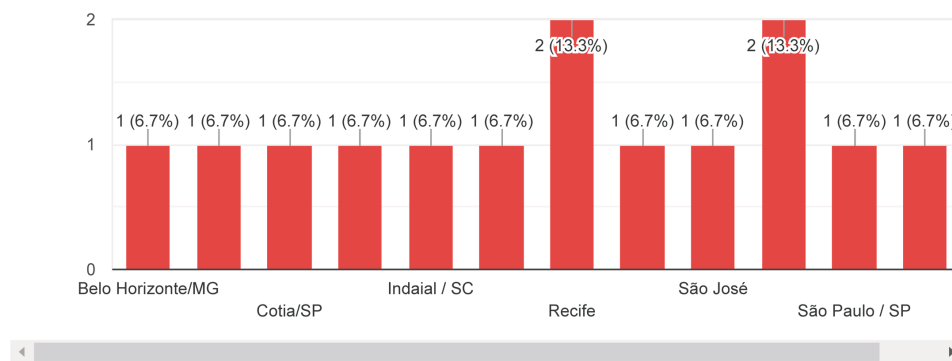
Qual o nome da Empresa?* (opcional)

14 responses

- E4 Engenharia e Consultoria Ltda
- Avante Energia e Serviços
- KMR Energia e Meio Ambiente Ltda
- GreenYellow
- ESCO ÁGUA E ENERGIA LTDA
- Exper Soluções Luminotécnicas
- Instalwatt
- Amper Energia
- ACE ENERGIA

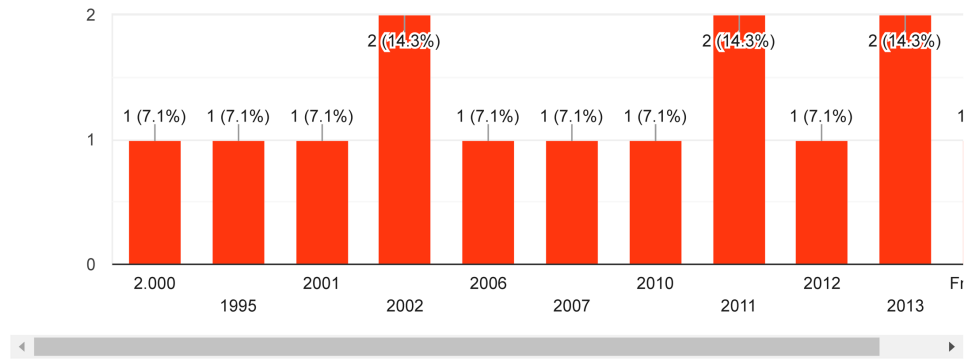
Localidade (cidade/estado)

15 responses



Qual o ano de fundação da empresa?

14 responses



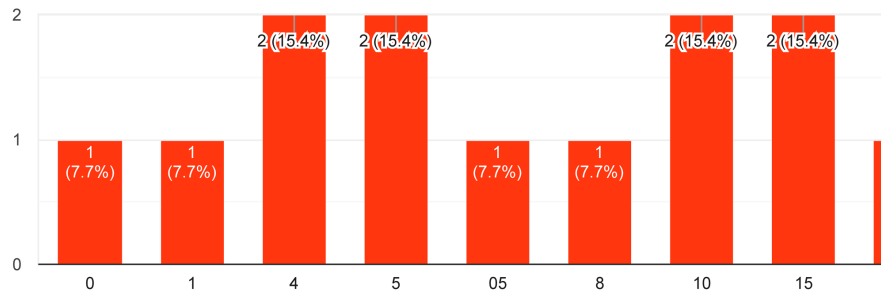
Qual a quantidade de funcionários fixos da empresa?

14 responses



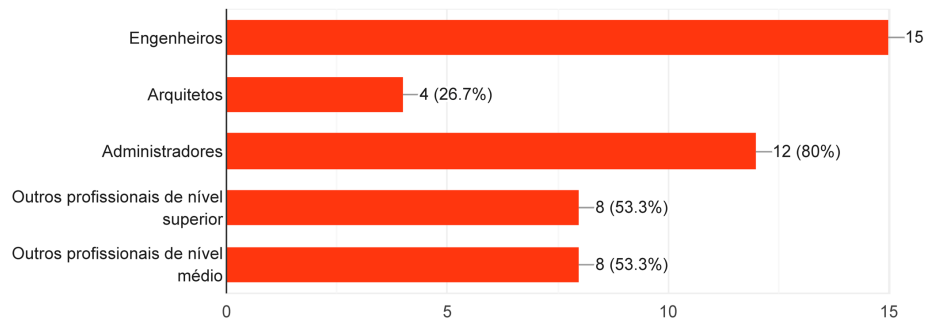
Qual a quantidade de consultores autônomos?

13 responses



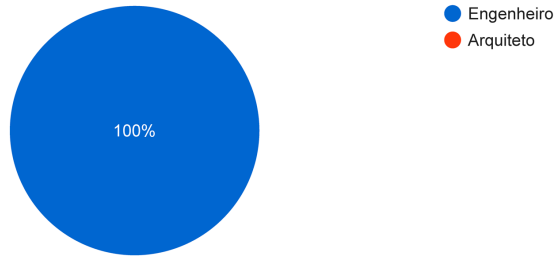
Que profissionais atuam na empresa? *é possível escolher mais de uma alternativa

15 responses



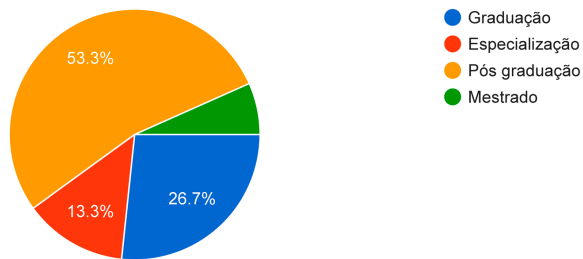
O gerente de projetos da empresa é:

15 responses



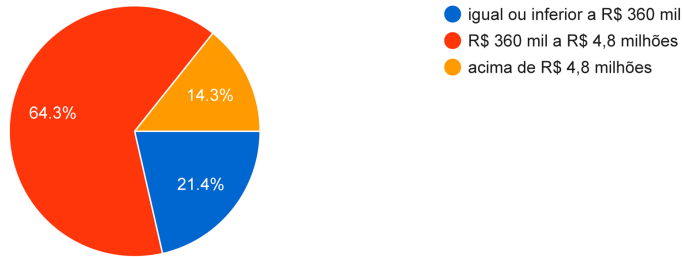
Qual o nível de formação do gerente de projetos?

15 responses



Receita Bruta Anual da Empresa (definição da CNAE para pequena, média e grande empresa)

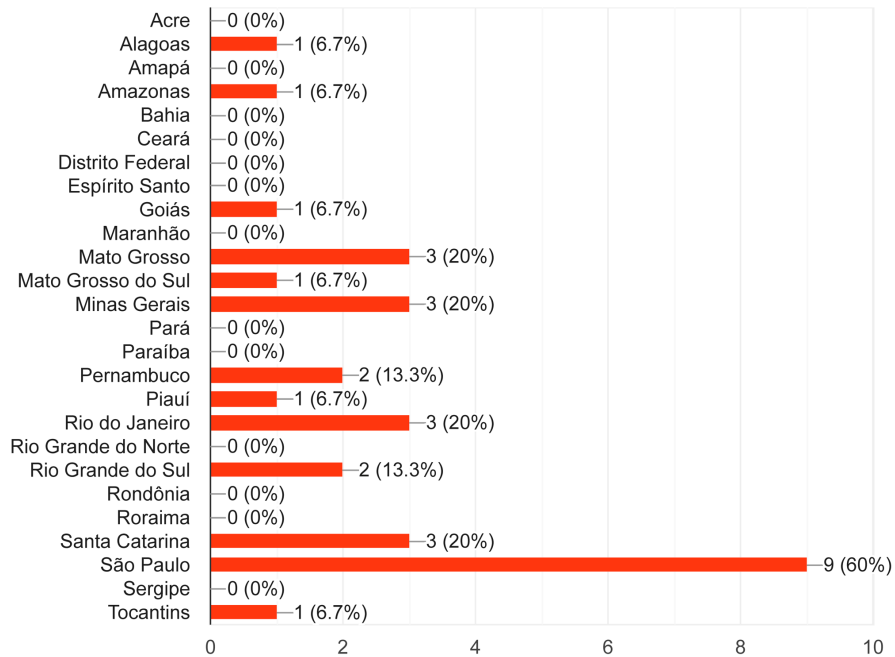
14 responses



Perfil dos clientes

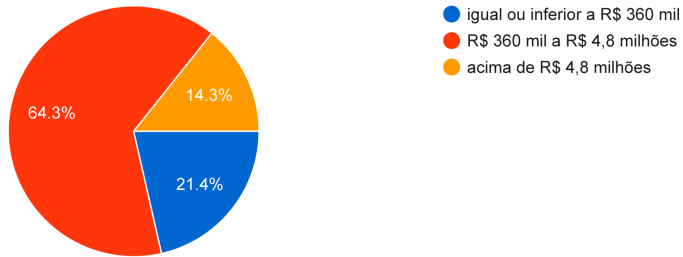
A maioria dos projetos de retrofit energético dos clientes pertencem a quais estados?

15 responses



Receita Bruta Anual da Empresa (definição da CNAE para pequena, média e grande empresa)

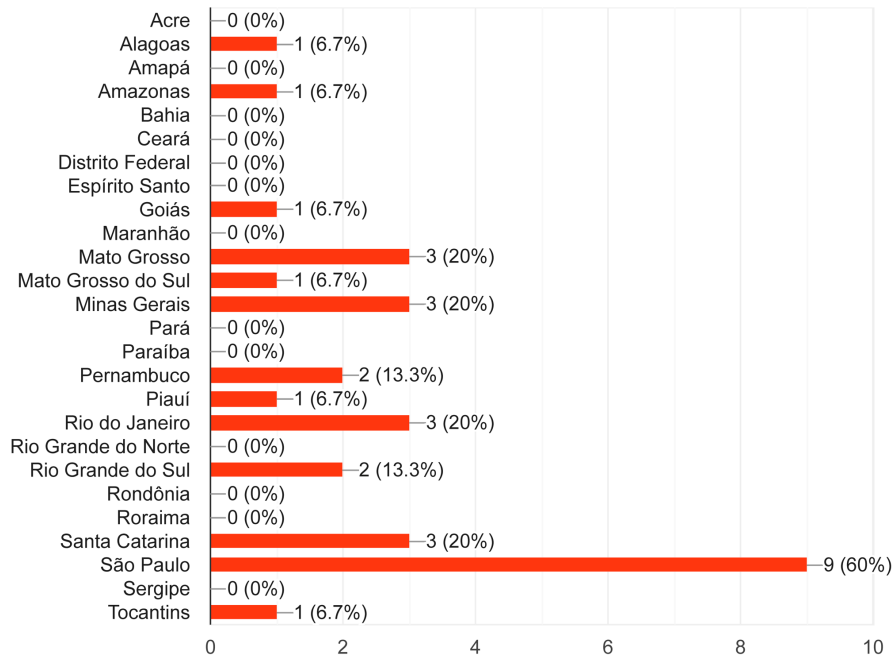
14 responses



Perfil dos clientes

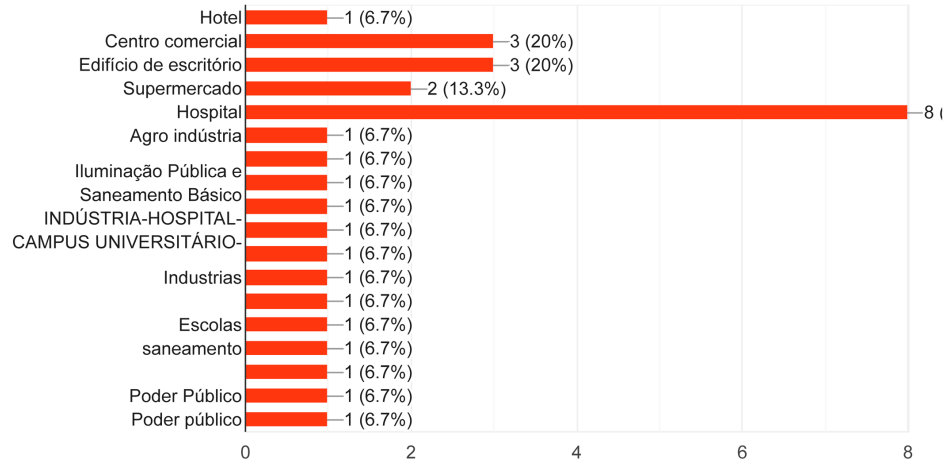
A maioria dos projetos de retrofit energético dos clientes pertencem a quais estados?

15 responses



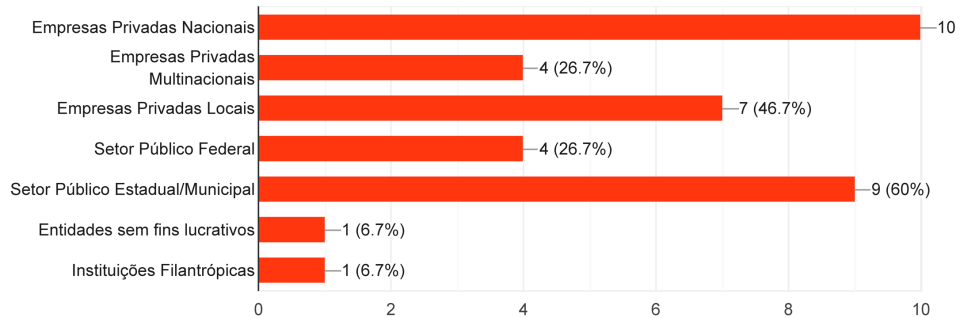
Quais as tipologias mais comuns nos projetos de retrofit da empresa? *é possível escolher mais de uma alternativa

15 respostas



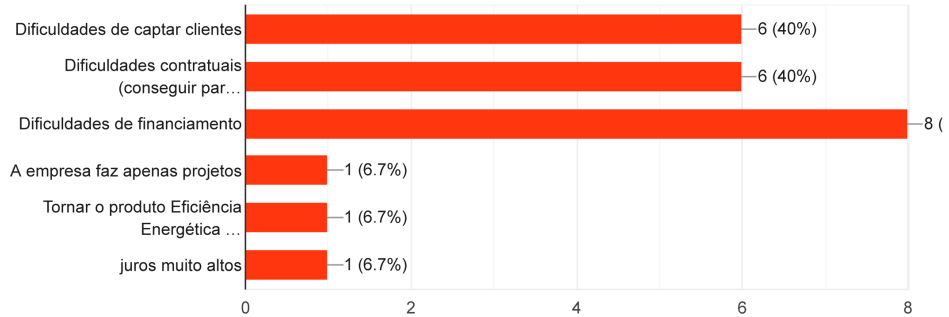
Quais os principais tipos de clientes? *é possível escolher mais de uma alternativa

15 respostas



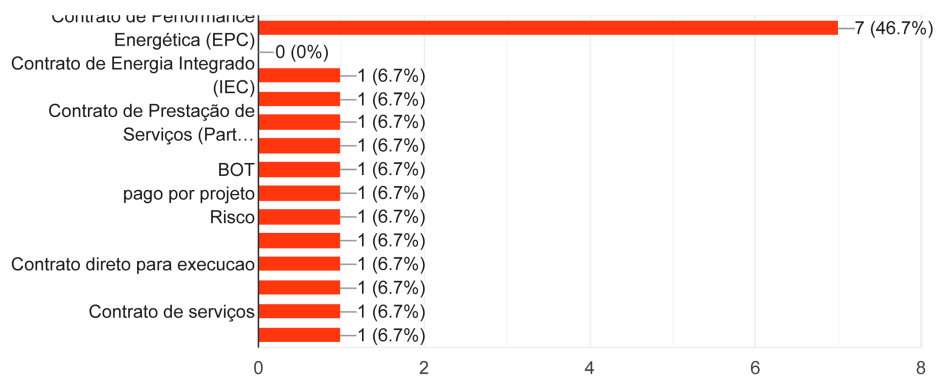
Quais as principais barreiras encontradas para que os projetos sejam construídos? *é possível escolher mais de uma alternativa

15 respostas



Quais os tipos de contrato mais recorrentes? *é possível escolher mais de uma alternativa

15 respostas



Porquê é o mais recorrente?

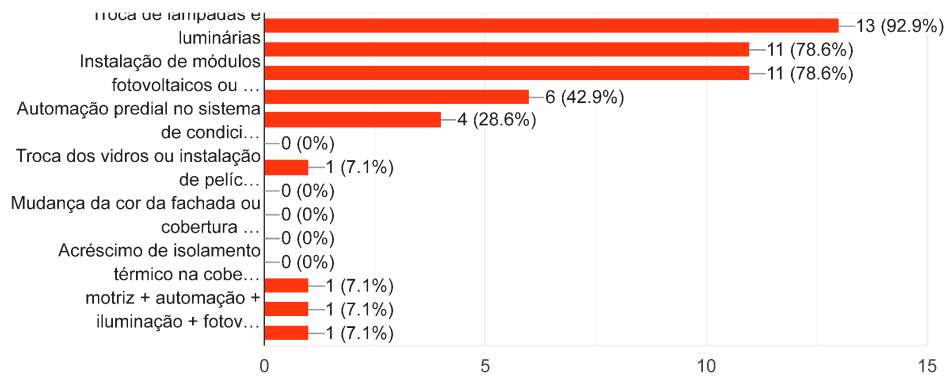
13 responses

- Não trabalhamos com contrato de performance devido restrição de recurso financeiro
- Pela justa concorrência e benefício ao cliente ser um recurso à fundo perdido.
- Clientes não possuem capex para investimento nos projetos e o CPE é uma boa alternativa.
- O modelo da empresa é exclusivo de CONTRATO DE PERFORMANCE
- é o mais adequado para o nosso perfil
- Pré-determinado pela concessionária
- chamada pública de concessionárias de energia
- São os que geram mais economias
- No EPC é mais fácil convenceremos o cliente a pagar pelo projeto com as economias obtidas. Fundo perdido é ainda mais recorrente pois o cliente não devolverá os custos investidos para

Projetos de retrofit energético

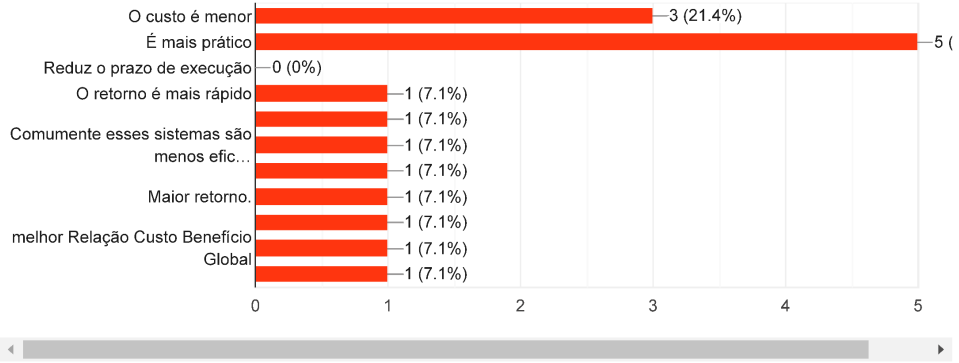
Nos edifícios públicos, quais as principais intervenções adotadas para o alcance da eficiência energética? *é possível escolher mais de uma alternativa

14 responses



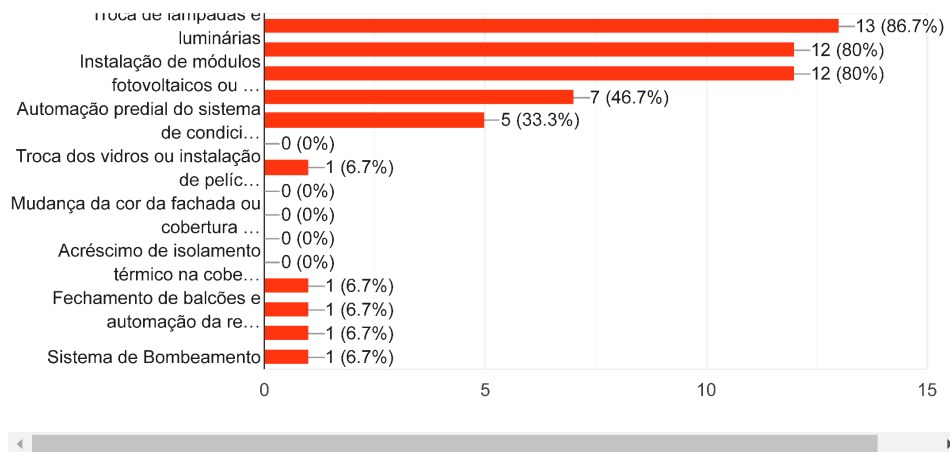
Justifique o porquê das principais intervenções nos edifícios públicos. *é possível escolher mais de uma alternativa

14 respostas



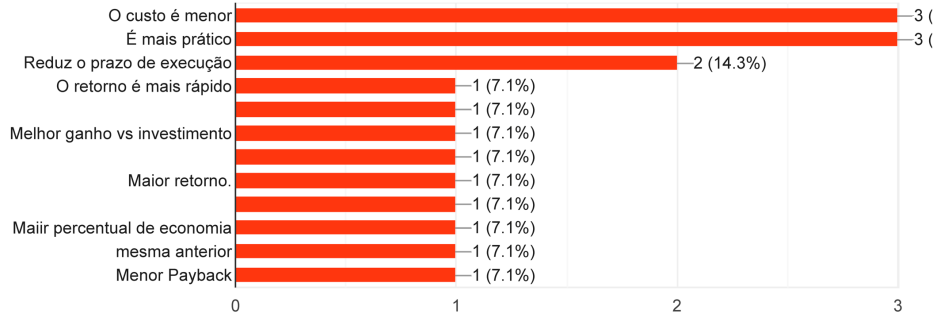
Nos edifícios privados, quais as principais intervenções adotadas para o alcance da eficiência energética? *é possível escolher mais de uma alternativa

15 respostas



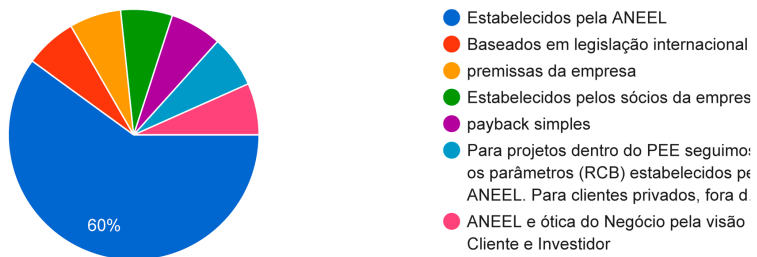
Justifique o porquê das principais intervenções nos edifícios privados. *é possível escolher mais de uma alternativa

14 respostas



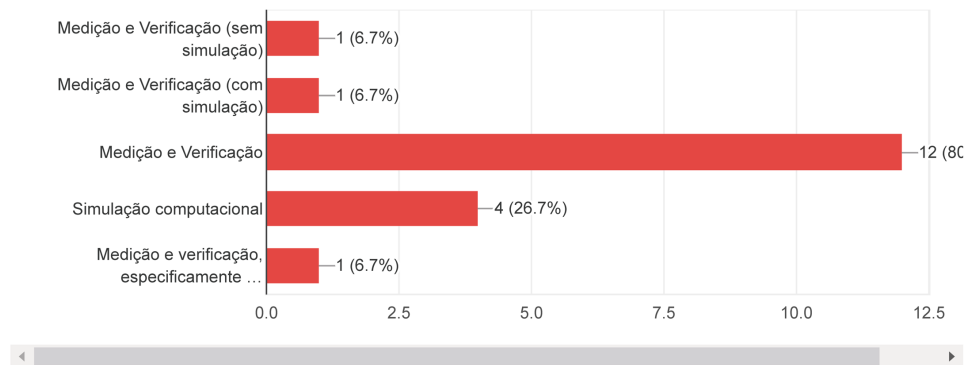
Os parâmetros de cálculo para a Relação de Custo Benefício (RCB) utilizados pela empresa são:

15 respostas



Quais métodos de cálculo de consumo energético das edificações utilizados para realizar os projetos? *é possível escolher mais de uma alternativa

15 respostas



Se a resposta anterior foi simulação computacional, quais programas mais utilizados para o cálculo do consumo energético das edificações? *é possível escolher mais de uma alternativa

4 respostas

