

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE TECNOLOGIA
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**PROPOSTA DE MODELO DE DIAGNÓSTICO E AUDITORIA
ENERGÉTICA PARA INSTITUIÇÕES PÚBLICAS DE ENSINO:
ESTUDO DE CASO NA UFRN**

LARA GABRIELE FERREIRA DE MEDEIROS

**NATAL-RN
2017**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE TECNOLOGIA
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**PROPOSTA DE MODELO DE DIAGNÓSTICO E AUDITORIA
ENERGÉTICA PARA INSTITUIÇÕES PÚBLICAS DE ENSINO:
ESTUDO DE CASO NA UFRN**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Produção, como requisito para obtenção do Título de Engenheira de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

Orientador: Prof. Dr. Mario Orestes A. González

LARA GABRIELE FERREIRA DE MEDEIROS

**NATAL-RN
2017**

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Ao(s) **24º dia do mês de novembro de 2017**, nas dependências da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, foi realizada a sessão pública de apresentação e defesa do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) intitulado de **“Proposta de modelo de diagnóstico e auditoria energética para instituições públicas de ensino: um estudo de caso na UFRN”**, autoria da acadêmica **Lara Gabriele Ferreira de Medeiros**. A Banca Examinadora foi formada pelo **Prof. Dr. Mario Orestes Aguirre Gonzalez** (orientador) e os convidados **Prof. Dr. Marco Antônio Leandro Cabral** e **Prof. Dr. José Luiz da Silva Junior**. Após apresentação e arguição e tendo o aluno respondido satisfatoriamente aos questionamentos, o trabalho foi considerado Aprovado com nota final 10,0, cumprindo assim o requisito final para a conclusão do curso de Engenharia de Produção desta Universidade. Nada mais havendo a tratar, encerrou-se a presente sessão lavrando-se a presente ata.

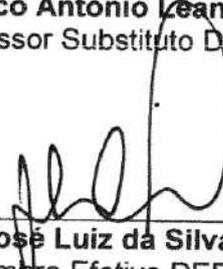
Natal, 24/11/2017



Prof. Dr. Mario Orestes Aguirre González
Presidente da banca



Prof. Dr. Marco Antônio Leandro Cabral
Professor Substituto DEP



Prof. Dr. José Luiz da Silva Junior
Membro Efetivo DEE



Lara Gabriele Ferreira de Medeiros
Acadêmica

Reitora da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Prof.^a. Dr.^a. Ângela Maria Paiva Cruz

Diretor do Centro de Tecnologia

Prof. Dr. Luiz Alessandro Pinheiro da Câmara de Queiroz

Coordenador do Curso de Engenharia de Produção

Prof. Dr. Werner Kleyson da Silva Soares

Coordenador de Trabalho de Conclusão de Curso

Prof. Dr. Werner Kleyson da Silva Soares

Orientação

Prof. Dr. Mario Orestes Aguirre González

Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN
Sistema de Bibliotecas – SISBI
Catalogação da Publicação na Fonte - Biblioteca Central Zila Mamede

Medeiros, Lara Gabriele Ferreira de.

Proposta de modelo de diagnóstico e auditoria energética para instituições públicas de ensino: estudo de caso na UFRN / Lara Gabriele Ferreira de Medeiros. - 2017.

123 f. : il.

Monografia (graduação) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Tecnologia, Engenharia de Produção. Natal, RN, 2017.

Orientador: Prof. Dr. Mario Orestes Aguirre González.

1. Energia elétrica – Monografia. 2. Diagnóstico – Monografia. 3. Eficiência energética – Monografia. 4. Prédio público – Monografia. 5. Revisão bibliográfica sistemática – Monografia. I. González, Mario Orestes Aguirre. II. Título.

RN/UF/BCZM

CDU 621.31

Dedico este trabalho aos meus pais, Luiz e Inês, pelos esforços sem medidas que fizeram para a minha formação e pelos ensinamentos passados em cada fase da minha vida. E a todos que estiveram presentes nesta etapa.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela dádiva do viver e pela saúde que me foi concedida para que esta caminhada se tornasse possível. Agradeço aos meus pais, pelo apoio que recebi desde a escolha inicial dessa jornada, pelo investimento e esforço que sempre fizeram em prol da minha educação e formação, e pelo exemplo de determinação e palavras de encorajamento que me dão diariamente.

A todos os meus familiares, em especial aos meus irmãos, por acreditarem em mim e por estarem sempre ao meu lado.

Aos meus professores pelo compartilhamento do conhecimento em sala de aula e participação no meu processo de aprendizado, de maneira especial ao meu orientador Prof. Mario González que me orientou não somente na realização deste trabalho, mas desde os meus primeiros passos nesta jornada, compartilhando comigo sua experiência e me incentivando no meu objetivo de me tornar Engenheira de Produção.

Aos meus amigos de graduação que, ao longo destes anos de academia, dividiram comigo muitos momentos e experiências. Especialmente, a todos do Grupo de Pesquisa Cri-Ação, que compartilham comigo o objetivo de produção de conhecimento para o avanço da ciência.

A toda equipe de professores, técnicos e assistentes da UFRN e da Budapest Business School pelos ensinamentos acadêmicos fornecidos durante o período da graduação. Meu muito obrigada a todos.

RESUMO

A preocupação com o meio ambiente, o aquecimento global e o esgotamento de recursos naturais incorporam, progressivamente, relevância nos debates da sociedade do século XXI. No Brasil, a busca pela eficiência no uso do recurso público também é uma questão cuja discussão tem se ampliado nos últimos anos. Neste sentido, a eficiência energética atua como um vetor nessas duas problemáticas, pois à medida que contribui para a minimização dos impactos ambientais, melhor dispõe dos recursos e, conseqüentemente, reduz os gastos públicos com a energia elétrica. Dado que o diagnóstico energético é o primeiro passo para alcançar eficiência energética, o objetivo deste trabalho é propor um modelo de diagnóstico e auditoria energética para uma instituição pública de ensino. O método da pesquisa foi a revisão bibliográfica sistemática com análise de 148 artigos e o estudo de caso em uma instituição pública de ensino superior. Como resultado, o modelo é composto por 4 categorias (definição do escopo, coleta e análise de dados, monitoramento e recomendações e resultados). Ainda, cada categoria é composta por subcategorias.

Palavras-chave: Diagnóstico; Energia elétrica; Eficiência energética; Prédio público; Revisão Bibliográfica Sistemática.

ABSTRACT

Concerns about the environment, global warming and depletion of natural resources are progressively relevant in the debates of the society of the 21st century. In Brazil, the search for efficiency in the use of public resource is also an issue whose discussion has widened in recent years. In this sense, energy efficiency acts as a vector in those two problems because, as it contributes to the minimization of environmental impacts, it better manages the resources available and, consequently, it reduces the public expenses with electricity. Given that the energy diagnosis is the first step to achieve energy efficiency, the objective of this work is to propose an energy diagnosis and auditing model for a public educational institution. The research method was the systematic bibliographic review with analysis of 148 articles and the case study in a public higher educational institution. As a result, the model is composed of 4 categories (definition of scope, data collection and analysis, monitoring and recommendations and results). Also, each category is composed of subcategories.

Keywords: Diagnosis; Electricity; Energy efficiency; Public institution; Systematic Bibliographic Review.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

LISTA DE QUADROS

Quadro 1-Resumo do primeiro processo de revisão bibliográfica sistemática	25
Quadro 2-Resumo do segundo processo de revisão bibliográfica sistemática	26
Quadro 3-Principais medidas de eficiência energética adotadas no brasil.....	38
Quadro 4-Medidas adotadas por ies voltadas à eficiência energética.....	42
Quadro 5- As 10 boas práticas para eficiência energética em prédios públicos ...	48
Quadro 6-Diagnóstico e auditoria energético por Rigoberto et al. (2015).....	53
Quadro 7-Diagnóstico e auditoria energético por Noro e Lazzarin (2016).....	54
Quadro 8-Diagnóstico e auditoria energético por ASHRAE (2014)	55
Quadro 9-Diagnóstico e auditoria energético por Xing et al. (2014)	56
Quadro 10-Diagnóstico e auditoria energético por Alan et al (2015)	57
Quadro 11-Diagnóstico e auditoria energético por Kamble e Kamble (2014).....	57
Quadro 12-Diagnóstico e auditoria energético por Gembicki (2016)	58
Quadro 13-Diagnóstico e auditoria energético por Srinath e Kumar (2014)	60
Quadro 14-Diagnóstico e auditoria energético por Vladimir et al. (2015)	60
Quadro 15-Diagnóstico e auditoria energético por Salvadori et al. (2016)	61
Quadro 16-Diagnóstico e auditoria energético por Oyleran et al. (2016).....	62
Quadro 17-Diagnóstico e auditoria energético por Karimi e Forrest (2016)	63
Quadro 18-Diagnóstico e auditoria energético por Chiaroni et al. (2017)	63
Quadro 19-Diagnóstico e auditoria energético por Trimble e hirst (1983)	64
Quadro 20-Diagnóstico e auditoria energético por Alajmi (2012)	64
Quadro 21-Diagnóstico e auditoria energético por Aduda (2009)	66
Quadro 22-Diagnóstico e auditoria energético por Sebastian e Ioan (2014)	66
Quadro 23-Modelo conceitual de diagnóstico e auditoria energética.	73
Quadro 24- Primeira etapa da proposta de modelo de diagnóstico e auditoria energética para a UFRN	82
Quadro 25- Segunda etapa da proposta de modelo de diagnóstico e auditoria energética para a UFRN	84
Quadro 26- Terceira etapa da proposta de modelo de diagnóstico e auditoria energética para a UFRN	85
Quadro 27- Quarta etapa da proposta de modelo de diagnóstico e auditoria energética para a UFRN.....	86

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1- Variação do PIB e variação do consumo de energia elétrica (1998-2007)	17
Gráfico 3- Distribuição do perfil de consumo de energia elétrica em prédios públicos	40
Gráfico 4- Evolução das pesquisas relacionadas à eficiência energética em edifícios públicos.	45
Gráfico 5- Publicações conforme o país de origem – Periódico CAPES	46
Gráfico 6- Publicações conforme meio publicado.....	47
Gráfico 7- Número de artigos sobre auditoria energética por ano de publicação.	50
Gráfico 8- Publicações sobre auditoria energética por país	51
Gráfico 9- Classificação dos artigos quanto abordagem teórica ou prática.....	51
Gráfico 10- Aplicação do tema auditoria energética	52

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Classificação do método de pesquisa.....	23
Figura 2- Procedimento da pesquisa.....	27
Figura 3- Países com leis de eficiência energética	37
Figura 4- Principais marcos e políticas de eficiência energética no Brasil	38
Figura 5- Pontos de interligação da UFRN à rede elétrica da COSERN.....	78

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Consumo de energia elétrica no mundo (TWh)	16
Tabela 2- Consumo de energia elétrica no Brasil por classe (GWh)	18
Tabela 3- Quantitativo total de edificações públicas brasileiras	40
Tabela 4- Periódicos que mais publicaram artigos sobre auditoria energética.....	49
Tabela 5- Pontuação das etapas e subetapas para elaboração de um modelo conceitual de diagnóstico e auditoria energética.....	67
Tabela 6- Disposição das etapas de um diagnóstico e auditoria energética por relevância	70
Tabela 7- Demanda contratada (em W), demanda medida (em kW) e demanda de ultrapassagem (em kW).	79
Tabela 8- Consumo mensal ativo na ponta, fora da ponta e total referente aos anos de 2013, 2014 e 2015 (em kWh).....	80

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica

BEN - Balanço Energético Nacional

CICE - Comissão Interna de Conservação de Energia

Eletrobras - Centrais Elétricas Brasileiras S.A.

EPE - Empresa de Pesquisa Energética

GLP - Gás Liquefeito de Petróleo

IES - Instituições de Ensino Superior

LED - Light-Emitting Diode

MME - Ministério de Minas e Energia

PNEf - Plano Nacional de Eficiência Energética

Procel - Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica

WEC - World Energy Council

SUMÁRIO

CAPITULO 1 - INTRODUÇÃO	14
1.1 Contextualização.....	16
1.2 Objetivos	20
1.2.1 Objetivo geral.....	20
1.2.2 Objetivos específicos	20
1.3 Justificativa.....	20
1.4 Estrutura de apresentação do trabalho	22
CAPÍTULO 2 - MÉTODO DA PESQUISA	23
2.1 Classificação do método de pesquisa.....	23
2.2 Procedimento da pesquisa.....	24
CAPÍTULO 3 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	28
3.1. Diagnóstico organizacional	28
3.2. Diagnóstico energético.....	31
3.3. Eficiência energética	32
3.3.1. Definições e estratégias	32
3.3.2. Eficiência energética no Brasil e no mundo	36
3.3.3. Eficiência energética em instituições públicas.....	39
3.3.3.1. Principais programas de eficiência energética para edificações públicas	40
3.3.4. Eficiência energética em Instituições de Ensino Superior	42
CAPÍTULO 4 – ESTADO DA ARTE EM EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM PRÉDIOS PÚBLICOS E AUDITORIA ENERGÉTICA	45
4.1. Análise descritiva	45
4.2. Modelos de diagnóstico e auditoria da eficiência energética	53
4.3. Modelo conceitual de diagnóstico e auditoria da eficiência energética	67
CAPÍTULO 5 – PROPOSTA DE MODELO DE DIAGNOSTICO E AUDITORIA ENERGÉTICA PARA UMA INSTITUIÇÃO PUBLICA DE ENSINO.....	76
5.1 A Universidade Federal do Rio Grande do Norte.....	76
5.1.1 Justificativa	76
5.1.2 Características gerais	77
5.2 Modelo de Diagnóstico e Auditoria Energética para a UFRN	81
5.2.1 Primeira etapa	81
5.2.2 Segunda etapa	82
5.2.3 Terceira etapa.....	85

5.2.4 Quarta etapa.....	86
CAPÍTULO 6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES.....	87
REFERÊNCIAS.....	90
APÊNDICES.....	99

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

A eletricidade é um insumo básico no progresso de uma nação, sendo uma das aspirações fundamentais nos tempos hodiernos. O leque de possibilidades de desenvolvimento que a energia elétrica oferece estende-se de maneira expressiva ao passar dos anos, e revolucionam desde a forma de se comunicar ao redor do mundo, até a eficiência nos meios de transportes e o crescimento na produtividade industrial e agrícola, por exemplo.

Observa-se a vivência de uma sociedade cujas atividades humanas se apoiam na necessidade de energia. Por meio da utilização intensiva de tecnologias, da evolução da ciência, do crescente número de serviços oferecidos pelas organizações dos mais diversos setores da economia, a demanda e o consumo de energia elétrica crescem significativamente.

A Empresa de Pesquisa Energética – EPE (2017) relata esse crescimento no consumo de energia elétrica, conforme Tabela 1, que traz os 10 maiores países no *ranking* de consumo de energia elétrica no mundo.

Tabela 1 - Consumo de energia elétrica no mundo (TWh)

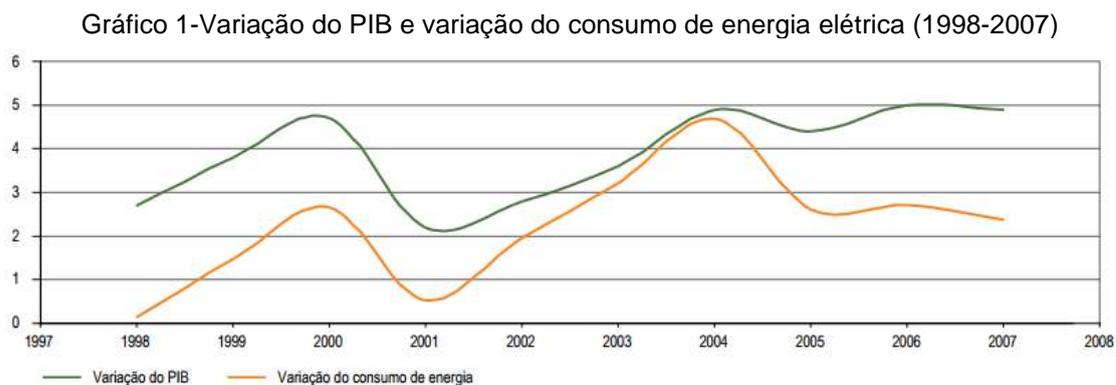
	2010	2011	2012	2013	2014	Δ% (2014/2013)	Part. % (2014)	
Mundo	18.654,5	19.341,6	19.706,4	20.326,0	20.730,6	2,0	100	World
China	3.713,3	4.178,9	4.434,9	4.845,7	5.066,8	4,6	24,4	China
Estados Unidos	3.886,5	3.882,6	3.832,3	3.868,3	3.912,8	1,1	18,9	United States
Índia	727,1	802,2	831,4	903,5	972,6	7,6	4,7	India
Japão	1.038,4	1.028,6	966,1	959,1	934,4	-2,6	4,5	Japan
Rússia	858,5	874,8	889,1	881,1	890,9	1,1	4,3	Russia
Alemanha	553,0	546,6	546,7	544,6	533,0	-2,1	2,6	Germany
Brasil	464,7	481,0	498,4	516,2	532,6	3,2	2,6	Brazil
Canadá	501,8	519,4	514,3	530,9	528,1	-0,5	2,5	Canada
Coreia do Sul	450,2	472,7	482,9	487,8	495,0	1,5	2,4	South Korea
França	474,0	443,6	454,7	455,1	431,0	-5,3	2,1	France
Outros	5.986,9	6.111,3	6.255,6	6.333,5	6.433,3	1,6	31,0	Other

Fonte: Empresa de Pesquisa Energética – EPE (2017)

Neste panorama, pode-se observar a China e os Estados Unidos como sendo os maiores consumidores, fato explicado pelo crescente desenvolvimento econômico dos países. Para Mundial (2009), não se pode almejar crescimento na economia e redução na pobreza sem considerar a utilização dos recursos

energéticos. Trata-se de uma necessidade para o funcionamento de todos os setores econômicos, uma vez que viabiliza as atividades industriais, comerciais, agrícolas, sociais, além do transporte de pessoas e produtos.

Esta inter-relação entre consumo de energia elétrica e desenvolvimento econômico pode ser observada quando se analisa a variação do PIB (Produto Interno Bruto) e a variação do consumo de energia (Gráfico 1).



Fonte: Agência Nacional de Energia Elétrica – Aneel (2008).

Tendo que o consumo de energia elétrica é um dos principais indicadores de desenvolvimento econômico e do nível de qualidade de vida de uma sociedade, o cenário mundial que a crescente necessidade de energia elétrica ocupa, gera um quadro que vem despertando nas últimas décadas a atenção das políticas públicas: o desequilíbrio entre a oferta e a demanda de energia, bem como as consequências de um consumo perdulário para o meio ambiente e para os fundos públicos.

É neste contexto aliado à percepção de esgotamento dos recursos naturais que o setor energético adquire uma notoriedade ainda maior perante a sociedade, que gradativamente incorpora a importância do meio ambiente e o desenvolvimento sustentável em seus debates e ações.

O trabalho de Menkes (2004) explica esse foco no setor energético como sendo resultado dos efeitos negativos que os projetos de grande porte de energia causam ao meio ambiente e à população, como também pelo desperdício e ineficiência na produção e no uso de energia elétrica.

Neste sentido, uma das estratégias mais discutidas e adotadas ao redor do mundo atualmente para comedir o consumo de energia elétrica sem afetar o bem-estar da sociedade e o crescimento econômico tem sido o fomento ao uso

eficiente. De acordo com o National Energy Policy (2001) eficiência energética é a capacidade de utilizar menos energia para produzir a mesma quantidade de iluminação, aquecimento, transporte e outros serviços baseados na energia.

No Brasil, no que se diz respeito ao uso eficiente de energia elétrica, iniciativas têm sido tomadas de maneira sistemática desde 1985, com a criação do Procel (Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica) pelo Ministério de Minas e Energia (MME).

Desde então, outros programas e medidas vem sendo desenvolvidas e, por abordar o tema de maneira específica, merece destaque o PNEf (Plano Nacional de Eficiência Energética). Segundo MME (2011) o plano descreve ações diversas que podem ser desenvolvidas para aumentar a conservação de energia nos setores industrial, transportes, edificações, iluminação pública, saneamento, educação, entre outros. Como premissa básica, o plano adotou a meta de redução de 10% do consumo de energia elétrica ao final do horizonte previsto no Plano Nacional de Energia 2030 referente ao cenário B1 (Consumo Base) (MME, 2011).

Os dados da EPE (2017) detalham o consumo de energia elétrica no Brasil, por classes, conforme Tabela 2.

Tabela 2-Consumo de energia elétrica no Brasil por classe (GWh)

	2012	2013	2014	2015	2016	$\Delta\%$ (2016/2015)	Part. % (2016)	
Brasil	448.177	463.134	474.823	464.976	460.829	-0,9	100	Brazil
Residencial	117.646	124.908	132.302	131.190	132.872	1,3	28,8	Residential
Industrial	183.475	184.685	179.106	168.856	164.557	-2,5	35,7	Industrial
Comercial	79.226	83.704	89.840	90.768	87.873	-3,2	19,1	Commercial
Rural	22.952	23.455	25.671	25.899	27.266	5,3	5,9	Rural
Poder público	14.077	14.653	15.354	15.189	15.092	-0,6	3,3	Public Sector
Iluminação pública	12.916	13.512	14.043	15.333	15.035	-1,9	3,3	Public lighting
Serviço público	14.525	14.847	15.242	14.730	14.969	1,6	3,2	Public service
Próprio	3.360	3.371	3.265	3.011	3.164	5,1	0,7	Own use

Fonte: EPE (2017)

As possibilidades de alcançar a meta proposta pelo PNEf de redução do consumo de energia elétrica são inúmeras para todas as classes, desde a residencial até a pública. Entretanto, uma diminuição no consumo de energia elétrica nas instituições públicas revelaria um maior compromisso do governo e serviria de exemplo para as outras classes.

Dentro desta perspectiva do setor público, estão os campi universitários. Os campi universitários podem possuir proporções semelhantes ao funcionamento

de cidades quanto ao consumo de energia elétrica e, por esta razão, adotar práticas direcionadas para a eficiência energética é uma questão necessária a estes.

Além disso, as Instituições de Ensino Superior (IES) assumem outro papel de destaque. Preparar, conscientizar e qualificar os cidadãos, por meio do fornecimento de informações e construção de conhecimento, são responsabilidades destas instituições que em tudo se relacionam na formação de uma sociedade sustentável, justa e consciente. Kemp, Loorbach e Rotmans (2007) enfatizam este papel ao afirmar que uma IES se constitui em ator capaz e com potencial único de catalisar e/ou acelerar uma transição social rumo à sustentabilidade.

De fato, na formação de agentes mais conscientes, a educação é uma grande aliada das universidades no processo de transformação de mentalidades. Para Mayor (1998), não só uma grande aliada, a educação é a chave do desenvolvimento sustentável, autossuficiente. Para além desta responsabilidade educativa, é através do próprio exemplo que uma universidade pode incentivar e assumir um compromisso primordial na preparação das futuras gerações.

Materializar as boas ideias de eficiência energética nas suas práticas de gestão faz com que as universidades se tornem agentes ainda mais ativos, elevando a importância e servindo de exemplo daquilo que propagam através da educação. Com este propósito, o diagnóstico energético é visto como uma ferramenta poderosa.

Para Viana *et al.* (2012), o diagnóstico energético é o primeiro passo a ser dado por uma organização que almeje o uso eficiente de energia. Trata-se não somente de identificar fluxos energéticos e especificar quem, quanto e como se está consumindo energia, como também serve como norte para implantação de um programa de eficiência energética.

Sendo assim, considerando a relevância de encontrar os caminhos que trazem consigo a promoção da eficiência energética de um campus universitário, surge a problemática: **Quais as atividades necessárias para realizar um diagnóstico energético em um campus universitário?**

A pesquisa pretende responder esse questionamento.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Esse trabalho tem como objetivo principal propor um modelo conceitual de diagnóstico e auditoria energética para uma instituição pública de ensino.

1.2.2 Objetivos Específicos

Para atingir o objetivo geral, fez-se necessário desdobrá-lo em objetivos específicos, sendo eles:

- Construir uma base teórica sobre diagnóstico e eficiência energética;
- Identificar o estado da arte mediante a revisão bibliográfica sistemática com as palavras-chave: eficiência energética, auditoria energética e prédios públicos;
- Estruturar um modelo conceitual de diagnóstico e auditoria da eficiência energética;
- Estruturar um modelo de diagnóstico e auditoria energética para a instituição de ensino em estudo.

1.3 Justificativa

A atualidade e pertinência do tema eficiência energética são indiscutíveis frente ao cenário do elevado consumo e demanda de energia elétrica, bem como do esgotamento dos recursos naturais.

O uso eficiente de energia utiliza como parâmetro práticas que otimizem o consumo de energia elétrica sem que, para isso, sejam afetados o desempenho do sistema ou o nível de conforto para os usuários.

Para identificar tais práticas, faz-se necessário a realização de um estudo na organização com a finalidade de levantar os dados voltados ao uso de energia elétrica, bem como as condições de operação e o desempenho do sistema elétrico. A partir de uma análise destas informações torna-se confiável a proposição de ações que culminem na eficiência energética da edificação.

De acordo com Scridelli (2013), um projeto de eficiência energética traz inúmeros benefícios para quem o implanta, sejam estes a otimização dos seus processos, a modernização e adequação na infraestrutura, a redução de custos, o aumento da competitividade e um consumo de forma eficiente.

Para a universidade, um dos principais benefícios de adotar medidas para eficiência energética é a diminuição das despesas com a conta de energia elétrica. O capital destinado para custear o consumo desnecessário de energia elétrica poderia ser investido em outros setores da instituição, tais como o de pesquisa, infraestrutura, segurança.

Além disso, para Curi (2015) a gestão pública necessita de um instrumento que ampare a tomada de decisão, o controle gerencial, a transparência e a eficiência do gasto público e, para isto, precisa de informações que possam lhe oferecer parâmetros e mecanismos que fundamentam o planejamento e a mensuração do resultado das atividades públicas. Neste caso, o diagnóstico energético apresenta-se como a ferramenta que coletaria e analisaria essas informações referentes ao consumo de energia, um dos potenciais gastos públicos.

No entanto, a bibliografia que discorre sobre os procedimentos específicos envolvidos na realização de um diagnóstico energético ainda é limitada, não sendo amplamente discutida uma metodologia globalizante e explícita que se adeque para instituições públicas de ensino e ao mesmo tempo, seja abrangente o bastante para ser utilizada em qualquer tipo de organização.

Com fundamento nestas informações, observa-se que desenvolver um modelo de diagnóstico e auditoria energética para uma instituição pública de ensino traz um grande potencial de aplicação para a consecução da eficiência energética.

Dessa forma este trabalho se justifica: 1) do ponto de vista acadêmico, pois pode servir de referência para futuros estudos sobre eficiência energética, 2) do perspectiva econômica, por trazer a discussão sobre a necessidade de implementar ações de otimização de recursos, principalmente de fonte pública e, 3) socioambiental, pois o tema da eficiência energética contribui para redução do consumo do planeta.

1.4 Estrutura de apresentação do trabalho

A estrutura de apresentação do trabalho está dividida em seis capítulos nomeados respectivamente como: Introdução, Método da Pesquisa, Fundamentação Teórica, Estado da arte em eficiência energética em prédios públicos e auditoria energética, Proposta de modelo de diagnóstico e auditoria energética para uma instituição pública de ensino e, por último, Considerações Finais e Recomendações.

No primeiro capítulo, Introdução, é apresentada uma contextualização do tema, bem como o objetivo da pesquisa e sua justificativa.

No segundo capítulo, Método de Pesquisa, é caracterizado a pesquisa e apresentado o procedimento utilizado.

No terceiro capítulo, Fundamentação Teórica, é abordado o embasamento teórico sobre Diagnóstico e eficiência energética.

No quarto capítulo, Estado da arte em eficiência energética em prédios públicos e auditoria energética, é realizada a classificação e análise dos conteúdos dos artigos coletados na revisão bibliográfica sistemática, bem como a apresentação dos modelos de diagnóstico e auditoria da eficiência energética presentes na literatura e o modelo conceitual de diagnóstico e auditoria da eficiência energética criado a partir destes.

No quinto capítulo, Proposta de modelo de diagnóstico e auditoria energética para uma instituição pública de ensino, são apresentadas as características da instituição de ensino em estudo e exposto o modelo de diagnóstico e auditoria energética proposto para esta.

Por fim, no sexto capítulo, Considerações Finais e Recomendações, é realizada a síntese geral do trabalho, analisando se os objetivos foram atingidos, e apresentando as limitações e recomendando temáticas de pesquisas futuras.

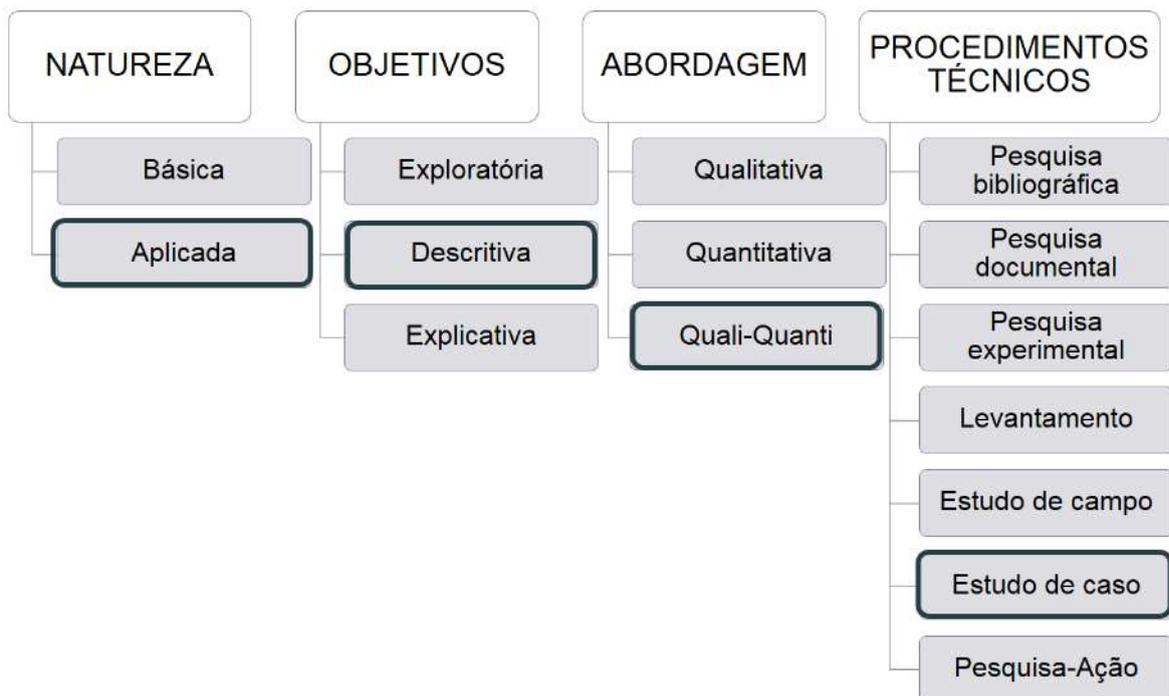
CAPÍTULO 2 - MÉTODO DA PESQUISA

Este capítulo tratará sobre o método da pesquisa utilizado. Para tanto, faz-se necessário explorar por dois tópicos: a classificação do método da pesquisa e procedimento da pesquisa.

2.1 Classificação do método de pesquisa

Existem diversas maneiras de se classificar o método de pesquisa. Turrioni e Mello (2012) sugerem a classificação baseado em quatro principais tópicos: natureza, objetivos, abordagem e método. Nesta pesquisa, serão analisados estes quatro pontos principais. A figura 1 aborda as classificações da pesquisa em cada tópico sugerido.

Figura 1-Classificação do Método de Pesquisa



Fonte: Adaptado de Turrioni e Mello (2012)

Quanto à natureza, as pesquisas podem ser classificadas em básicas e aplicadas. Conforme Turrioni e Mello (2012) definem, a pesquisa aplicada possui interesse prático, ou seja, que os resultados sejam aplicados ou utilizados imediatamente na solução de problemas que ocorrem na realidade. Sendo assim, esta pesquisa classifica-se como aplicada.

Pelos objetivos, a pesquisa pode ser: exploratória, descritiva e explicativa (TURRIONI E MELLO, 2012). Esta pesquisa busca verificar com que frequência ocorre um fenômeno e quais são as suas características, por meio de um estudo padronizado de coleta de dados, onde serão feitas observações, registros e análises, caracterizando-a como descritiva, conforme destacam Cervo, Bervian e Silva (2007).

No que diz respeito à abordagem, uma pesquisa pode ser classificada em quantitativa (quando as informações podem ser quantificadas em valores numéricos), qualitativa (informações subjetivas, que não podem ser expressas em números) e combinada ou quali-quantitativa (quando integra as pesquisas quantitativas e qualitativas) (TURRIONI e MELLO, 2012).

Por fim, considerando o procedimento técnico utilizado, esta pesquisa se classifica como estudo de caso já que, de acordo com Yin (2010), trata-se de investigar um fenômeno da atualidade em profundidade e em seu contexto de vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não são claramente evidentes.

2.2 Procedimento da pesquisa

O procedimento desta pesquisa pode ser dividido em cinco macro fases. A primeira foi a fundamentação teórica, explicitada no Capítulo 3 deste trabalho, na qual formou-se um embasamento teórico sobre diagnóstico e eficiência energética. A segunda macro fase desta pesquisa se deu com a realização de uma revisão bibliográfica sistemática. Neste sentido, adotou-se o procedimento proposto por González e Toledo (2012) para este tipo de revisão, que propõe seis fases.

A primeira macro fase é a seleção da base de dados informatizada, na qual optou-se pelo Portal Periódico CAPES. A segunda é a identificação das palavras-chave, que após alguns testes, foram definidas como “*energy efficiency*” e “*public building*”. Considerando estas palavras-chave e limitando a pesquisa apenas à

publicações do tipo artigo e na língua inglesa, iniciou-se em agosto de 2017 a terceira fase: a coleta de documentos. Nesta, um total de 24 artigos foram encontrados. Deste montante total, foram excluídos os textos repetidos e 19 artigos se submeteram a quarta fase: leitura dos títulos, resumos e palavras-chave objetivando identificar quais artigos deveriam ser considerados para a análise. Destes, 18 foram considerados e, sendo assim, a quinta fase foi efetuada, a leitura por completo. A última fase classificou os artigos de acordo com ano, periódico, distribuição geográfica e sintetizou tais elementos e conteúdos por meio de uma figura (Apêndice I). O quadro 1 resume as seis fases acima descritas.

Quadro 1-Resumo do primeiro processo de revisão bibliográfica sistemática

FASE	OBJETIVO	RESULTADO
1	Seleção da base de dados informatizada	Portal Periódico CAPES
2	Identificação das palavras-chave	' <i>energy efficiency</i> ' e ' <i>public building</i> '
3	Coleta de documentos: Artigos encontrados	24 artigos
4	Artigos disponíveis: leitura dos títulos, resumos e palavras-chave	19 artigos
5	Artigos considerados: leitura por completo	18 artigos
6	Classificação dos artigos de acordo com ano, periódico, distribuição geográfica.	18 artigos

Fonte: Elaboração própria (2017)

A partir dos resultados do conteúdo analisado nesta revisão bibliográfica sistemática, segunda macro fase da pesquisa, elaborou-se um quadro com as boas práticas para eficiência energética em prédios públicos e, como auditoria energética foi a prática mais recomendada entre os autores, fez-se necessário a realização de outra revisão bibliográfica sistemática, desta vez com o termo '*energy audit*'. O mesmo procedimento proposto por González e Toledo (2012) para este tipo de revisão foi adotado e encontra-se descrito no quadro 2.

Quadro 2-Resumo do segundo processo de revisão bibliográfica sistemática

FASE	OBJETIVO	RESULTADO
1	Seleção da base de dados informatizada	Portal Periódico CAPES
2	Identificação das palavras-chave	' <i>energy audit</i> '
3	Coleta de documentos: Artigos encontrados	124 artigos
4	Artigos disponíveis: leitura dos títulos, resumos e palavras-chave	69 artigos
5	Artigos considerados: leitura por completo	42 artigos
6	Classificação dos artigos de acordo com ano, periódico, distribuição geográfica.	69 artigos

Fonte: Elaboração própria (2017)

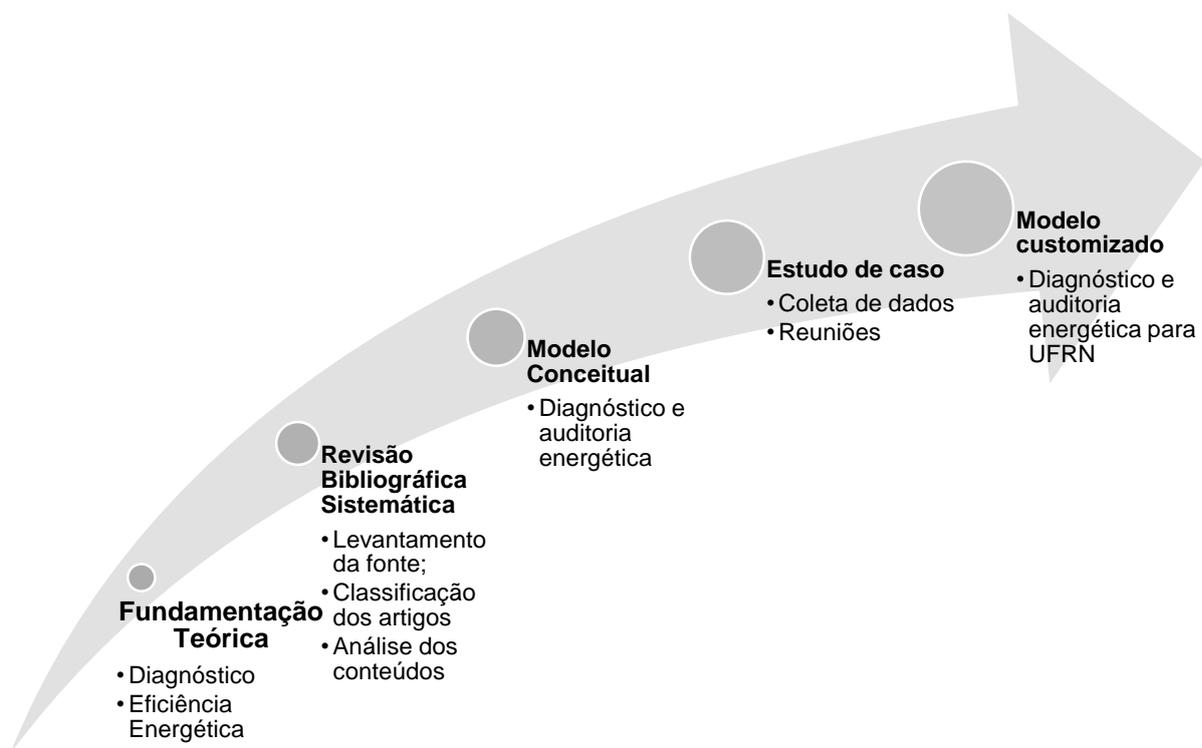
A sexta fase decidiu por classificar os 69 artigos resultantes e encontra-se resumida no Apêndice II.

Na terceira macro fase desta pesquisa, foi desenvolvido um modelo conceitual de diagnóstico e auditoria energética, para o desenvolvimento da eficiência energética em qualquer tipo de organização. O modelo usou como premissa o conteúdo de 17 artigos dos 42 resultantes da segunda revisão bibliográfica sistemática, com "*energy audit*" como palavra-chave.

A quarta macro fase se deu com a coleta de informações sobre a instituição de ensino em estudo. A coleta de informações se deu em setembro e outubro, por meio de reuniões, observações, registros e análises.

Por fim, a quinta macro fase trata-se da elaboração de um modelo de diagnóstico e auditoria energética para a instituição de ensino estudada. O modelo conceitual elaborado na terceira macro fase foi adaptado considerando as informações coletadas na quarta marco fase e deu origem ao modelo de diagnóstico e auditoria energética para a instituição estudada. A Figura 2 sintetiza o procedimento da pesquisa.

Figura 2-Procedimento da pesquisa



Fonte: Elaboração própria (2017)

CAPÍTULO 3 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo discorre sobre os temas Diagnóstico e Eficiência Energética. Para melhor compreensão do primeiro, este foi apresentado sob dois pontos de vista, o diagnóstico organizacional e, de maneira mais específica, o diagnóstico energético. Quanto ao segundo tema, eficiência energética, discute-se definições e estratégias e um panorama do tema no Brasil e no mundo é traçado. Pelo objeto de estudo desta pesquisa, também é importante o embasamento teórico da eficiência energética em instituições públicas e de ensino, discutido no fim do capítulo.

3.1. Diagnóstico Organizacional

A palavra diagnóstico é comumente associada ao glossário das ciências médicas. O trabalho de Coopers e Lybrand (1996) faz referência a este sentido da palavra quando pesquisa sua origem grega, a qual traz o significado de fazer análise, frequentemente utilizada no comum senso como descobrir uma disfunção ou uma doença.

Coopers e Lybrand (1996) não se limitam a abordar um diagnóstico apenas pelo sentido que a aplicação médica ou científica traz. Em sua obra, os autores agregam a aplicação organizacional ao termo diagnóstico produzindo o conceito:

O diagnóstico de uma empresa é a atividade de, usando a experiência de um analista e uma metodologia conveniente, melhorar o conhecimento sobre a empresa para, a partir daí, indicar soluções adequadas para as questões levantadas (COOPERS; LYBRAND, 1996, p.118-119).

É possível ainda unir os dois entendimentos. Se enquanto aplicação médica, diagnóstico está atrelado ao descobrimento de disfunções ou doenças, na aplicação organizacional pode-se obter o mesmo sentido se considerarmos as doenças e disfunções como os pontos fracos e crises da organização. Assim enxergam Padula e Vandon (1996) que conceituaram Diagnóstico Organizacional como uma forma de verificar o desempenho da organização, de forma qualitativa, até chegar ao diagnóstico dos possíveis problemas e crises por ela vivenciados.

Também Schmitt (1996) colabora com a definição de diagnóstico

organizacional ao defini-lo como um processo que tem como finalidade a compreensão da estrutura e da dinâmica de uma problemática empresarial.

Hesketh (1979) posicionam o diagnóstico organizacional em um contexto, ao definirem o instrumento como sendo a primeira fase de um processo de intervenção, consultoria ou assessoria técnica. Bergamini (1980) acrescenta complexidade à esta fase, ao posicionar-se afirmando que de todas as fases do processo, o diagnóstico possui o maior grau de dificuldade, uma vez que exige grande dose de sensibilidade situacional.

Quanto aos objetivos da realização de um diagnóstico, os autores convergem em suas definições. Para Santos e Canêo (2009), o principal deles é conhecer e examinar o funcionamento da organização em toda sua complexidade, possibilitando uma avaliação de todas as suas dimensões.

Cury (2000) fornece um maior nível de detalhamento dos objetivos de um diagnóstico organizacional, ao mencionar os principais como sendo identificar de forma situacional as causas e estudar as soluções integradas dos problemas empresariais, com o objetivo de planejar mudanças, aperfeiçoar o clima e a estrutura da organização, assim como analisar os métodos e processos de trabalho.

Já para Cavalcanti e Mello (1981) o diagnóstico visa levantar as necessidades passadas, presentes ou futuras por intermédio de pesquisas internas, a fim de descrever o problema e prescrever uma intervenção. Silva (2010) cita estes objetivos como base e acrescenta ainda a busca por detectar onde ocorre o desequilíbrio, a fim de prescrever uma reorganização.

O termo eficiência aparece quando Hesketh (1979) fala sobre os objetivos de um diagnóstico organizacional. Para o autor, o instrumento visa proporcionar à empresa as condições necessárias para seu desenvolvimento e aprimoramento de modo que seu desempenho atinja níveis satisfatórios de eficiência e eficácia. Araújo (2005) posiciona-se também utilizando o termo e afirma que a eficiência de uma organização aumenta quando se aprende a diagnosticar suas próprias forças e fraquezas.

Berti (2001) posiciona-se com maior simplicidade. Sob a ótica do autor, o objetivo de um diagnóstico em uma organização é verificar como está sua

administração, ou seja, se ela está sendo bem administrada ou não.

Seja conhecer o funcionamento de uma organização, analisar métodos e processos de trabalhos, levantar necessidades, detectar desequilíbrios, proporcionar desenvolvimento ou verificar a administração, os objetivos de um diagnóstico organizacional precisam de métodos claros para serem alcançados.

Para Pina *et al.* (1972) os métodos que um diagnóstico pode se valer podem ser questionários e dados quantitativos. Silva (2010) cita ainda as pesquisas internas quantitativas e qualitativas, além de envolver a coleta e o cruzamento de dados.

Goulart Júnior *et al.* (2014) enfatiza a importância da definição desses métodos de coleta de dados para a obtenção de informações da organização, dado que isto gera uma sistematização e, ainda de acordo com o autor, um diagnóstico organizacional estruturado e condizente com as peculiaridades de cada organização é fundamental para o sucesso do trabalho de diagnóstico.

O trabalho de Schmitt (1996) propõe ainda outras características fundamentais para êxito nos resultados do diagnóstico. Segundo o autor, uma equipe de profissionais de alto nível e diferentes especialidades sem dependência com a problemática da organização são essenciais, pois garantem abrangência no estudo e objetividade profissional. Além disto, também é mencionado o comprometimento e apoio da direção como condicionantes do sucesso de um bom diagnóstico.

Assim sendo, diagnosticar é atividade substancial para o funcionamento de uma organização. Um bom diagnóstico, aquele em que seus resultados são fiéis à realidade, é uma poderosa ferramenta para qualquer área da empresa, pois inteira-se do seu funcionamento e fornece suporte para as tomadas de decisões e direções a serem seguidas.

3.2. Diagnóstico Energético

Dado que um diagnóstico pode ser considerado um conjunto de etapas práticas em busca do detalhamento de uma atividade, adaptadas às conjunturas específicas desta mesma, considera-se como diagnóstico energético a ferramenta que se utiliza destas concepções para estudar o uso de energia.

O diagnóstico energético originou-se pelo Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica - PROCEL, em 1987, que o introduziu por meio de um projeto de auditoria energética. A palavra explícita “auditoria”, causou um certo nível de desconforto nas organizações a serem “auditadas”, em serem abordadas pelas concessionárias e permissionárias de serviços públicos de energia elétrica da época. Esta abordagem acrescentava barreiras ao processo. Para desconstruir tal desconforto e facilitar a aplicação, surgiu o diagnóstico energético (GODOI, 2011).

Conforme Krause (2002) define, diagnóstico energético se trata de um trabalho executado por um profissional ou por uma empresa especializada em uso eficiente de energia.

Para Viana *et al.* (2012), dado um determinado sistema, o diagnóstico energético é a abordagem sistemática de seus fluxos energéticos e objetiva especificar quem, quanto e como se está consumindo energia, além de fundamentar a implantação de programa de uso racional de insumos energéticos

O diagnóstico energético também pode ser visto como a ferramenta apropriada para obter valores confiáveis sobre a economia de energia que pode ser atingida, assim como para entender os benefícios que a eficiência energética traz. Conciliando as duas análises, a de engenharia e a econômica, o diagnóstico fornece uma clara compreensão dos investimentos a serem feitos rumo ao uso eficiente de energia, para que estes não sejam rejeitados. Além disso, é baseado nos dados que a ferramenta fornece que se tornam conhecidos os fatores e causas desta economia de energia (ARAGON; PAMPLONA; MEDINA, 2013).

Mathias (2014) reforça a importância do diagnóstico energético em seu trabalho ao colocar em questão a necessidade de dados mensuráveis para o atingimento da eficiência energética.

Segundo Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, através da NBR ISO 50001:2011 relata que eficiência energética é mensurada como a razão, ou outra relação quantitativa entre a saída de desempenho, serviços, produtos ou energia e uma entrada de energia. Para Mathias (2014) tanto a entrada como a saída precisam ser claramente especificadas em quantidade e qualidade mensuráveis, como, por exemplo, energia requerida e energia usada, ou energia teórica utilizada e energia usada para operar.

Ao colocar a necessidade de entrada e saída de energia especificadas em quantidade e qualidade mensuráveis, o autor valida o uso de um diagnóstico energético, pois, como visto, é através da aplicação desta ferramenta que serão obtidas tais dados e mensurações desejáveis.

A importância do diagnóstico energético também é ressaltada no trabalho de Viana *et al.* (2012), quando os autores consideram este o primeiro passo para o uso racional de energia:

No Brasil ou nos demais países, restrições de ordem financeira e ambiental se conjugam de modo a incrementar os custos dos energéticos e configuram perspectivas preocupantes de descompasso entre as disponibilidades e as demandas energéticas, ampliando significativamente a importância do uso racional de energia. E a auditoria energética é, efetivamente, o primeiro e essencial passo nesta direção (VIANA *et al.*, 2012, p.4).

Diagnosticar as condições reais da organização sob o ponto de vista do uso de energia, levantando suas necessidades e detectando seus desequilíbrios, norteia a organização com soluções e recomendações que buscam alcançar a eficiência energética.

3.3. Eficiência Energética

3.3.1. Definições e estratégias

A energia faz-se necessária nas atividades de um ser humano de maneira intensiva e exponencial ao longo das últimas décadas, colocando em funcionamento os mais diversos setores da economia. Para Burattini (2008) esse aumento na demanda de energia elétrica está relacionado ao crescente desenvolvimento tecnológico, que envolve dispositivos que fazem uso da eletricidade.

Dada esta necessidade de energia elétrica, bem como sua não disponibilidade direta na natureza, é que Roméro e Reis (2012) se posicionam em relação ao seu consumo. Na percepção dos autores, um consumo de forma adequada expressa-se como uma das condições primordiais para construir um modelo de desenvolvimento embasado na sustentabilidade.

É neste contexto que se insere a eficiência energética. O entendimento de Godoi (2011) traz que eficiência energética significa racionalização de energia. O autor ainda complementa sua definição:

Compreende ações ou medidas comportamentais, tecnológicas e econômicas, as quais, ao serem realizadas sobre sistemas e processos de conversão/produção, resultem em diminuição da demanda energética, sem prejuízo da quantidade ou da qualidade dos bens e serviços produzidos (GODOI, 2011, p.73).

Fica, então, esclarecido que a eficiência energética não se trata tão somente da diminuição do consumo de energia e sim de um consumo de forma racional, ou seja, inteligente, onde a qualidade do serviço (como o conforto térmico ou luminoso) não é afetada.

Nesta mesma direção, Aguiar (2014) enfatiza que o nível de produção de bens, serviços e de conforto tem que ser mantido ao utilizar a energia de forma racional e que, para conseguir reduzir o consumo sem alterá-los, deve-se fazer o uso de tecnologias.

Em uma determinada atividade, a razão entre a energia utilizada e a energia total disponível é entendida como eficiência energética caso objetive-se nesta divisão sempre reduzir ao máximo possível o primeiro termo, a energia utilizada. (AGUIAR, 2014)

De forma mais sintetizada, de acordo com Viana *et al.* (2012), a eficiência energética trata-se da aplicação dos conceitos de engenharia, economia e administração em sistemas energéticos.

Ainda conceituando a eficiência energética e se valendo do termo racionalização, Rodrigues (2011) vem acrescentar ao trabalho a ideia que não se trata apenas de combater o desperdício em uma determinada atividade, e sim que a eficiência energética preocupa-se com todo o processo, compreendido pelo autor como sendo a aquisição, uso, produção e distribuição de energia.

Com efeito, se uma organização almeja ser eficiente, do ponto de vista do consumo de energia, tem de compreender a complexidade de seu sistema, a fim de proporcionar consumo racional para todos os seus processos.

Em virtude da diversidade desses sistemas, é que Viana *et al.* (2012) aponta o uso de técnicas e métodos na definição de objetivos e ações como aliados na melhoria de um desempenho energético e redução de perdas ao longo de todo o processo em que a energia está inserida.

Ao se tratar de eficiência, de modo geral, faz-se necessário a analogia entre conceitos tradicionais, como o de eficácia, tema de muitos debates pela semelhança dos termos. Do ponto de vista que toda organização deve ser analisada sob os desígnios da eficácia e eficiência, Chiavenato (1994) conceitua:

Eficácia é uma medida normativa do alcance dos resultados, enquanto eficiência é uma medida normativa da utilização dos recursos nesse processo. (...) A eficiência é uma relação entre custos e benefícios. Assim, a eficiência está voltada para a melhor maneira pela qual as coisas devem ser feitas ou executadas (métodos), a fim de que os recursos sejam aplicados da forma mais racional possível (...) (CHIAVENATO, 1994, p.70)

Não obstante a isso, eficácia e eficiência energética também podem ser alvo de equívocos e, portanto, devem ser esclarecidos. Fernandes (2014) oferece essa distinção em seu trabalho:

A eficácia energética traduz-se em optar pela melhor forma de alcançar um resultado, enquanto a eficiência passa por desempenhá-la bem. Ou seja, torna-se não só necessário optar por equipamentos energeticamente mais eficientes, mas também por estudá-los e perceber qual a sua forma de aplicação mais eficaz e que promova ainda mais sua eficiência energética (FERNANDES, 2014, p.19).

Deste modo, tanto a eficácia quanto a eficiência energética caminham na direção da melhoria do consumo de energia de um dado sistema, Portanto a sustentabilidade energética é resultado da associação de ambos os termos. Assim, para um aumento da eficiência energética, a eficácia energética pode surgir como um aspecto bastante contributivo.

A partir dos conceitos debatidos em eficiência energética, faz-se necessário entender de que maneira pode-se alcançá-la em uma organização. Neste intuito, o trabalho de Godoi (2011) sugere que o consumo de energia pode se tornar eficiente por meio de três diferentes tipos de medidas, as tecnológicas,

as econômicas e as comportamentais.

De acordo ainda com o autor, as medidas tecnológicas são aquelas que consistem em uma atualização tecnológica, onde substitui-se parcial ou totalmente sistemas por outros mais eficientes.

Como exemplo de uma medida tecnológica a ser adotada na direção da eficiência energética, tem-se a substituição das lâmpadas fluorescentes/incandescentes por lâmpadas *light-emitting diode* (LED). Fernandes (2014) afirma que essa tecnologia tem um baixo consumo de potência, atingido por tensões e correntes de operações baixas e, por esse fator, oferece uma alta eficiência energética e tem como efeito final a economia de eletricidade.

Quanto à tecnologia de lâmpadas LED, Fernandes (2014) ainda relata que o grande problema se dá quanto ao seu custo inicial. Contudo, Aguiar (2014) esclarece que mesmo que os equipamentos mais eficientes sejam mais caros em termos de custo inicial, estes levam a diminuição dos custos de funcionamento, por apresentar um consumo inferior de energia.

Além da tecnologia exposta, novas tecnologias também contribuem para a Eficiência Energética. Dentre estas tecnologias, o trabalho de Sônego, Marcelino e Gruber (2016) sugere a aplicação do paradigma de Internet das Coisas. Já Godoi (2011) apresenta, nesta linha, a ideia de cogeração.

Ainda no sentido de discutir as medidas que levam à eficiência energética, as medidas econômicas são aquelas que, a priori, visam diminuir os custos de energia e são adotadas no planejamento de produção, podendo incluir ou não uma medida tecnológica. O objetivo destas é reduzir ou eliminar a eletricidade dos horários de pico, já que possuem custos mais altos (GODOI, 2011).

Neste âmbito, ainda existem as medidas comportamentais, definidas por Godoi (2011) como sendo aquelas que se apoiam nas mudanças de hábitos e padrões de uso e que não necessitam de nenhuma alteração nos sistemas para levar à diminuição no consumo de energia. Para Burattini (2008) a busca pela eficiência energética deve fazer parte consciente de todas as ações do ser humano moderno.

Com efeito, este tipo de mudança não pode deixar de fazer parte da cultura organizacional. Medidas simples como desligar lâmpadas e equipamentos ao não

utilizar mais, além de possuírem o poder de resultados expressivos na eficiência energética, alinham as pessoas da organização com o seu propósito.

Sendo assim, por meio das medidas e práticas supracitadas, torna-se evidente a relevância da eficiência energética, que propõe um consumo de energia mais favorável ao ambiente e oferece ainda um retorno económico mediante o uso racional de energia pretendido.

3.3.2. Eficiência energética no Brasil e no mundo

A discussão sobre eficiência energética no mundo se acentuou, de acordo com o MME (2011) com a crise do petróleo na década de 1970. A ideia de esgotamento deste recurso levou a uma alta no preço da energia, e desencadeou as reflexões sobre medidas de conservação e eficiência na utilização.

Além disso, o debate sobre as emissões de gases de efeito estufa se intensificou e a melhoria na eficiência energética se mostrou uma forte aliada na redução de tais emissões. De maneira simultânea, surgiu a necessidade de diversificar a matriz energética, para se obter energia de forma adequada e sustentável. Os tratados internacionais sobre mudanças climáticas também alavancaram ações voltadas à eficiência energética.

A pesquisa de Maginador (2017) afirma que neste contexto, países ao redor do mundo foram implementando políticas de eficiência energética. Por meio de acordos, etiquetagem, medidas regulatórias e informações, os programas de eficiência energética atuam na direção de conscientizar a população, capacitar profissionais, substituir equipamentos ineficientes, mudar hábitos de consumo e promover uso racional de energia e desenvolvimento sustentável. A Figura 3 ilustra os países do mundo que apresentam lei de Eficiência Energética.

Figura 3-Países com Leis de Eficiência Energética



Fonte: WEC - World Energy Council (2015)

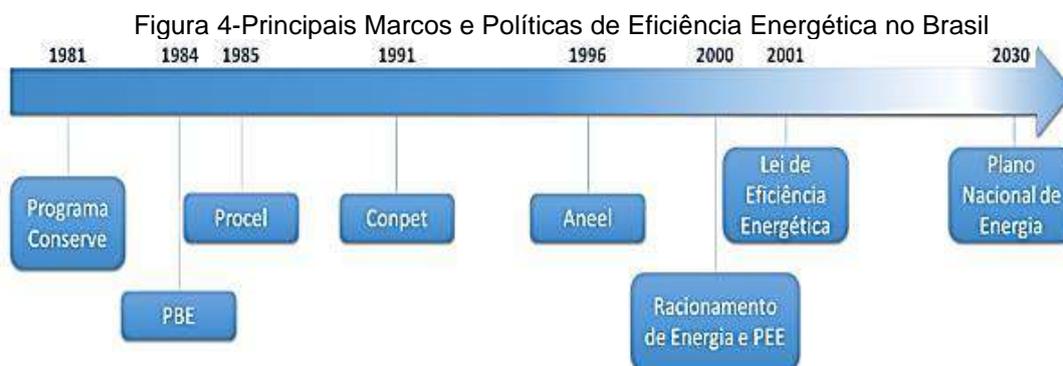
O destaque vai para as medidas de muitos países europeus e norte-americanos, que utilizam políticas mais severas, como retirar do mercado equipamentos ineficientes energeticamente. Com uma abordagem mais sutil, estão os programas de etiquetagem, que informam categoria do consumo energético de equipamentos e estão presentes na maioria dos países (MAGINADOR, 2017).

Segundo dados obtidos do UN (2007), o Brasil tem um nível elevado de comprometimento com medidas que propiciam um melhor uso da energia, tendo a mesma quantidade de programas na área de etiquetagem no nível obrigatório, relativamente à União Europeia e mais que EUA em nível voluntário.

Quanto às políticas e programas de eficiência energética no Brasil, o histórico se inicia em 1981, com o Programa Conserve. Outros programas, como Procel, tornaram-se marcos neste histórico, mas foi só em 2001 que o Brasil criou a sua lei de eficiência energética (nº 10.295/2001). Foi neste ano que o país passou pela famosa crise do racionamento de energia onde, de acordo com Hollanda e Erber (2009), grande parte das regiões sofreu com cortes de energia, provocada por fatores climáticos (escassez na água devido à seca) e pela falta de planejamento e medidas em eficiência energética.

Uma linha do tempo contendo os principais marcos e políticas de eficiência energética no Brasil foi construída no trabalho de Maginador (2017), e ajuda a

visualizar o histórico do tema no país (Figura 4).



Fonte: Maginador (2017)

Com o propósito de compreender melhor do que trata cada um destes principais marcos, elaborou-se o quadro 3, que resume informações sobre os programas.

Quadro 3-Principais medidas de eficiência energética adotadas no Brasil

Medida	Objetivo
Programa Conserve	Promover a conservação de energia no setor industrial, acelerar o desenvolvimento de novos produtos e processos energeticamente eficientes e o estímulo à substituição de energéticos importados por fontes alternativas nacionais.
Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE)	Fornecer informações aos consumidores sobre o consumo de energia do equipamento, possibilitando a escolha do produto com menor consumo de energia e maior eficiência energética, podendo reduzir investimentos do governo em novas instalações de geração.
Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel)	Promover o uso da energia elétrica de forma eficiente, além de combater o seu desperdício, atuando de maneira direta por meio de seus subprogramas.
Programa Nacional de Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural (Conpet)	Promover o desenvolvimento de uma cultura antidesperdício racionalizando o consumo dos derivados do petróleo e do gás natural e reduzindo a emissão de gases poluentes na atmosfera.
Práticas do Programa de Eficiência Energética (PEE) - Aneel	Promover o uso eficiente da energia elétrica em todos os setores da economia diminuindo a necessidade de investimento em infraestrutura.
Lei de Eficiência Energética	O Poder Executivo estabelecerá níveis máximos de consumo específico de energia, ou mínimos de eficiência energética, de máquinas e aparelhos consumidores de energia fabricados ou comercializados no País, com base em indicadores técnicos pertinentes.
Plano Nacional de Energia (PNE 2030)	Primeiro estudo de planejamento dos recursos energéticos do Governo Brasileiro. Fornece subsídios para a formulação de uma estratégia de expansão da oferta de energia econômica e sustentável para atender a evolução da demanda, em uma perspectiva de longo prazo.

Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

Constata-se que o Brasil é bastante diverso nos seus programas de

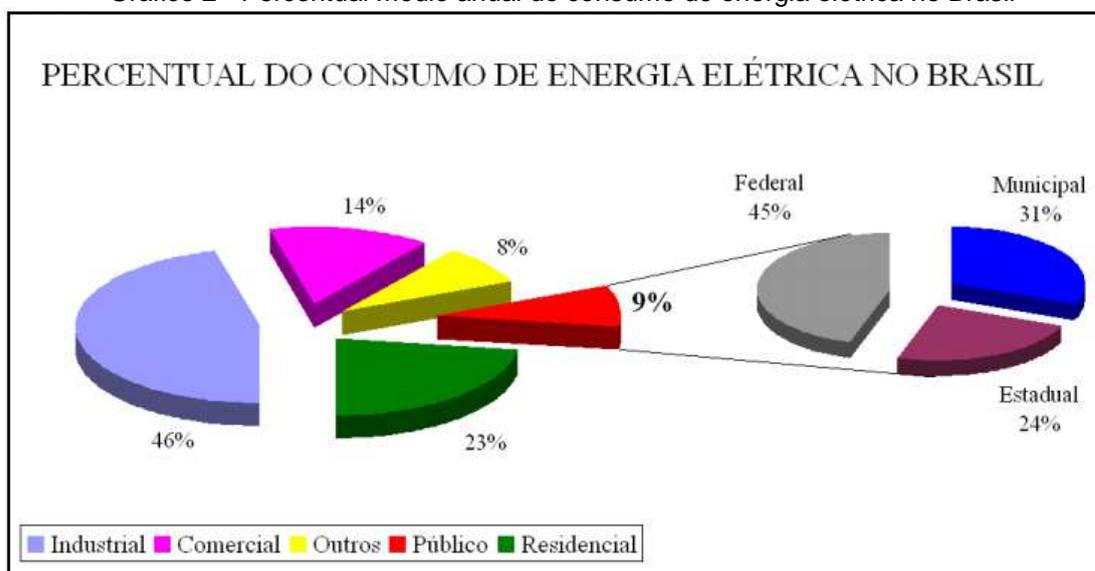
eficiência energética e possui atuação nos mais diversos setores, cada um com suas peculiaridades de atuação, que vão de educacionais a assistencialistas, e sob responsabilidade de determinados órgãos competentes.

3.3.3. Eficiência energética em instituições públicas

As instituições públicas, de maneira majoritária, revelam oportunidades consideráveis de economia e redução de custos no consumo de energia, seja por meio de práticas mais acertadas quanto ao gerenciamento da instituição, por alterações nas estruturas de seus edifícios, ou pela mudança e conscientização dos hábitos, costumes e rotinas de seus utilizadores.

No Brasil, o consumo de eletricidade no setor público corresponde a 9% do total de energia que o país consome, como ilustra no Gráfico 2. Esta parcela equivale a 32 TWh, e foi calculada nos estudos de Oliveira (2013), conforme médias anuais do BEN: Balanço Energético Nacional (2001-2011).

Gráfico 2 - Percentual médio anual do consumo de energia elétrica no Brasil



Fonte: [BEN, 2001-2011] *apud* Oliveira (2013)

Estas edificações públicas foram quantificadas no trabalho de Oliveira (2013), conforme mostra a Tabela 3, somando um número total de 508.519 edifícios?, distribuídas entre instituições de ensino, estabelecimentos de saúde e administração pública, sendo estes os setores de atendimento ao público com maior consumo de energia elétrica no país.

Tabela 3-Quantitativo total de edificações públicas brasileiras

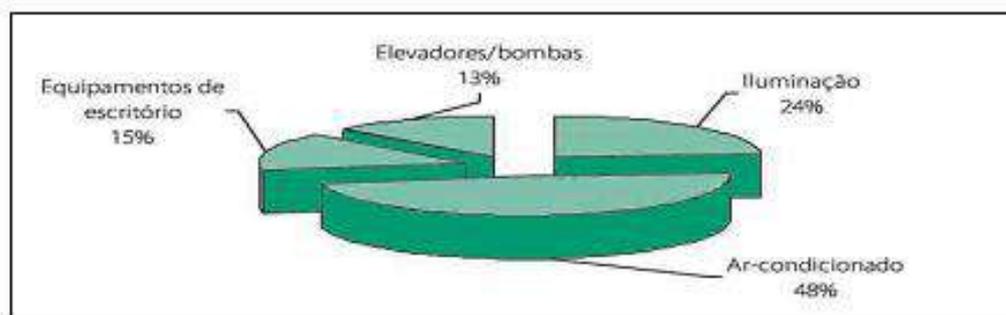
Setor	Federal	Estadual	Municipal	Total
Instituições de ensino	8341	133240	126744	268.325
Estabelecimentos de saúde	3320	6398	64236	73.954
Administração pública	36526	41316	88398	166.240
Total	48187	180954	279378	508.519

Fonte: Adaptado de Oliveira (2013)

A partir deste levantamento realizado pelo autor, observa-se que são as instituições de ensino que possuem mais edificações no setor público brasileiro, com 52,76% do total de prédios públicos.

Já acerca do consumo de energia nas instituições públicas, a Eletrobrás/Procel (2009) apresentou a distribuição que se vê no Gráfico 3.

Gráfico 2-Distribuição do perfil de consumo de energia elétrica em prédios públicos



Fonte: ELETROBRÁS /PROCEL (2009)

Observa-se que os sistemas de ar-condicionado e de iluminação tem maior participação na conta, responsáveis por 48% e 24%, respectivamente, na distribuição do perfil de consumo de energia elétrica em um prédio público típico.

3.3.3.1. Principais programas de eficiência energética para edificações públicas

No que se refere a legislação sobre eficiência energética com interferência nos prédios públicos, ressalta-se o decreto 99.656 (1991), que regula a forma como os Prédios Públicos devem fazer a redução no consumo de energia elétrica, além de dispor sobre a criação da CICE (Comissão Interna de Conservação de Energia) em prédios públicos federais.

Ainda, no intuito de reduzir os gastos com energia elétrica em edificações públicas, nas esferas de governo (federal, estadual e municipal), o PROCEL criou o programa denominado Programa de Eficiência Energética nos Prédios Públicos (PROCEL EPP).

O Programa de Eficiência Energética em Prédios Públicos foi instituído em 1997 pela ELETROBRÁS / PROCEL a fim de promover a eficiência energética nos prédios públicos nos níveis federal, estadual e municipal.

O programa objetiva implementar medidas de eficiência energética e difundir informação junto aos agentes envolvidos com a administração pública. Para isso, os prédios públicos devem promover:

- A economia de energia;
- A melhoria na qualidade nos sistemas de iluminação, refrigeração, forçasmotriz e demais sistemas relevantes que visem à redução dos gastos com energia elétrica;
- A atualização tecnológica em laboratórios de pesquisa voltados para este segmento.

O Procel EPP desenvolve, dentre outras, as seguintes ações: apoio aos agentes envolvidos na administração de prédios públicos, promoção de projetos demonstração, suporte à normatização, implantação de infraestrutura e apoio às concessionárias de energia elétrica em projetos de eficiência energética.

Quanto à regulamentação, atualmente o governo brasileiro dispõe das premissas e diretrizes básicas do Plano Nacional de Eficiência Energética (PNEf) [PNEf, 2010] que propõe para as edificações públicas:

- Implantar o Programa Eficiência e Sustentabilidade na Esplanada dos Ministérios, divulgando-o adequadamente em todo país, sensibilizando gestores públicos para replicar práticas que sejam compatíveis com instalações sob sua responsabilidade;
- Estimular a inserção dos conceitos de eficiência energética nas edificações públicas, tanto para as novas construções como para as já estabelecidas, por meio do incentivo à instalação de sistemas mais eficientes e econômicos de ar condicionado, iluminação, equipamentos e

aquecimento de água;

- Estabelecer formas de estímulo ao funcionamento das CICE em edificações públicas, como, por exemplo, estabelecimento de metas de economia, com premiação pelo cumprimento destas.

Sendo assim, apresentou-se as principais medidas e programas que a legislação brasileira dispõe acerca das edificações públicas, revelando suas limitações e peculiaridades.

3.3.4. Eficiência energética em Instituições de Ensino Superior

Os campi universitários, consideradas as suas proporções, consomem energia elétrica e possuem entre outras tantas atividades pelas quais adotar ações rumo a eficiência energética é uma questão necessária a estes. Infelizmente, em consequência da burocracia e da escassez de recursos que as Instituições de Ensino Superior públicas possuem, as ações de eficiência energética encontram dificuldades para se concretizar.

Mesmo enfrentando esta realidade, muitos esforços têm sido feitos por parte dos gestores das IES públicas no intuito de promover eficiência energética. O trabalho de Crispim (2016) abordou diversas medidas, em IES de todo o mundo, que promovem um consumo de energia eficiente e contribui, assim, para o desenvolvimento sustentável nas edificações públicas. O Quadro 4 foi elaborado reunindo todas estas medidas, por universidade.

Quadro 4-Medidas adotadas por IES voltadas à eficiência energética

UNIVERSIDADES	MEDIDAS
Universidade de Nottingham	Contrato de fornecimento de computadores especificando baixa demanda de energia e previa retorno de embalagens e reciclagem dos computadores antigos.
	Nas construções são usadas medidas sustentáveis como: o aproveitamento de água da chuva, bombas de calor geotérmicas, sistemas de drenagem urbanas sustentáveis, diminuição do transporte durante a construção, uso de materiais reciclados, baixo consumo de energia, o reforço da biodiversidade e caldeiras de biomassa, entre outros.
	Construção de casas a fim de aprofundar o estudo sobre a eficiência energética e habitação de baixa ou zero emissão de carbono.
	Projeto para construção de um novo laboratório a partir de materiais naturais. A energia necessária para o seu funcionamento virá de fontes renováveis, como a energia solar, por exemplo. O excesso de energia produzido será usado para aquecer outra área da universidade.

UNIVERSIDADES	MEDIDAS
	<p>Conscientização dos alunos e funcionários para utilizar a energia elétrica de modo consciente.</p> <p>O uso de caldeiras de biomassa, painéis solares e aquecimento solar de água,</p> <p>Isolamento térmico nos edifícios.</p> <p>Aproveitamento da luz natural.</p> <p>Melhora dos sistemas de ventilação dos corredores.</p> <p>Construção de novos edifícios com a máxima eficiência energética possível.</p> <p>Redução da necessidade do uso de ar condicionado.</p>
Universidade do Texas	Construção de um de seus edifícios, que foi projetado para permanecer naturalmente fresco e iluminado, diminuindo a necessidade de uso de energia elétrica para refrigeração e iluminação.
Universidade de Copenhague	O edifício Green Lighthouse gera e armazena o excesso de energia a partir de células e painéis solares.
Faculdade Green Mountain	Gera energia pela queima de metano a partir de esterco de vaca,
Universidade de Lausanne	Envia os resíduos alimentares para uma fazenda próxima, onde são utilizados para a produção de fertilizantes orgânicos e também biogás combustível, gerando calor e eletricidade para a comunidade agrícola e vizinhos.
Universidade Nanyang	Possui construções com telhados verdes - onde são plantados algum tipo de vegetação em sua cobertura - que gozam de um ambiente mais fresco, em razão do isolamento térmico que esse tipo de telhado proporciona. Explica ainda que a irrigação dos telhados é feita com água das chuvas que são armazenadas em reservatórios subterrâneos.
UFLA	O estacionamento do complexo das engenharias será o local da usina solar experimental, que terá 250 placas fotovoltaicas para a geração de energia.
UFG	<p>Medição de energia elétrica em alta tensão em todas as unidades, o que possibilita o levantamento mais preciso da energia consumida em cada Campus,</p> <p>Campanhas de incentivo ou conscientização acerca da redução do consumo de energia elétrica.</p> <p>Prioridade para aquisição de bens e produtos com o menor consumo e energia, como monitores com tecnologia LED (Light Emitting Diode) e luminárias com menor consumo de energia.</p> <p>Exigência nas licitações de equipamentos/aparelhos com selo do Inmetro, informando o baixo consumo.</p> <p>Especificou que os aparelhos de ar condicionado possuísem selo de consumo de energia reduzida (A ou B) e que fossem de gás ecológico.</p>
UFJF	<p>Criou em 2001, o laboratório de eficiência energética – LEENER, que visa apoiar as ações de formação, transferência de tecnologia e pesquisa e desenvolvimento, voltado para a eficiência energética, bem como criar um ambiente capacitado para realização de palestras e interação com a comunidade, podendo assim disseminar a cultura do combate ao desperdício de energia elétrica.</p> <p>Foram instaladas aproximadamente 60 luminárias de LED (diodo emissor de luz) no anel viário em torno da Faculdade de Engenharia.</p>

UNIVERSIDADES	MEDIDAS
	<p>Troca do sistema de iluminação das salas de aula e ambientes administrativos.</p> <p>O projeto do Hospital Universitário da UFJF na unidade Dom Bosco, adotou, para a obra, sistemas que priorizassem a economia de energia e preservação do meio ambiente (como o aquecimento da água pelo calor do sol e as torneiras automáticas), procurando manter a qualidade aos pacientes, funcionários e à comunidade local. O sistema de aquecimento solar é dotado de um reservatório que tem a capacidade desconservar a água aquecida para o uso posterior, funcionando dia e noite durante todo o ano. Nos dias nublados, o sistema recebe um auxílio elétrico que é acionado quando necessário.</p>
UNIFESP	<p>Programas para conscientização do uso da energia elétrica;</p> <p>Implementação de comissões de racionamento e eficiência energética, memorandos com dicas e boas práticas de economia energética e adaptação de suas edificações aos conceitos de sustentabilidade.</p> <p>Substituição avulsa de monitores CRT (“tubo”) por telas de LCD e LED, mais econômicas.</p> <p>Substituição de projetores multimídia por TVs de LED em salas de reunião de médio e pequeno porte.</p> <p>Aquisição de equipamentos com selo de restrição de substâncias altamente tóxicas como preferência pelo selo RoHS (Restrictions of certain Hazardous Substances) em conformidade com a Comunidade Europeia e a ausência das substâncias perigosas como o chumbo, mercúrio, cromo hexavalente, cádmio, bifenilos polibromados (PBB) e éteres difenil-polibromados (PBDE).</p> <p>Aquisição de microcomputadores e servidores com selo de eficiência energética de suas fontes.</p> <p>Descarte sustentável de lixo eletrônico.</p> <p>Consolidação e virtualização de servidores em detrimento de maior número de servidores físicos.</p> <p>Indução à adoção do sistema de “ilhas de impressão”.</p> <p>Redução de deslocamentos com uso de ferramentas tecnológicas.</p>
UFRJ	<p>Possui o maior estacionamento solar do Brasil. Com 414 painéis solares fotovoltaicos capazes de gerar 140 mil kWh por ano, o que permite uma economia de R\$ 63 mil por ano na conta de luz da universidade.</p>

Fonte: Adaptado de Crispim (2016)

Desta maneira, sabendo do papel que as universidades desempenham como referência para todos e na mudança do comportamento da sociedade é que se enfatiza a adoção de medidas para eficiência energética, que devem ser passadas a todos os colaboradores e universitários, visando a percepção de maneira holística.

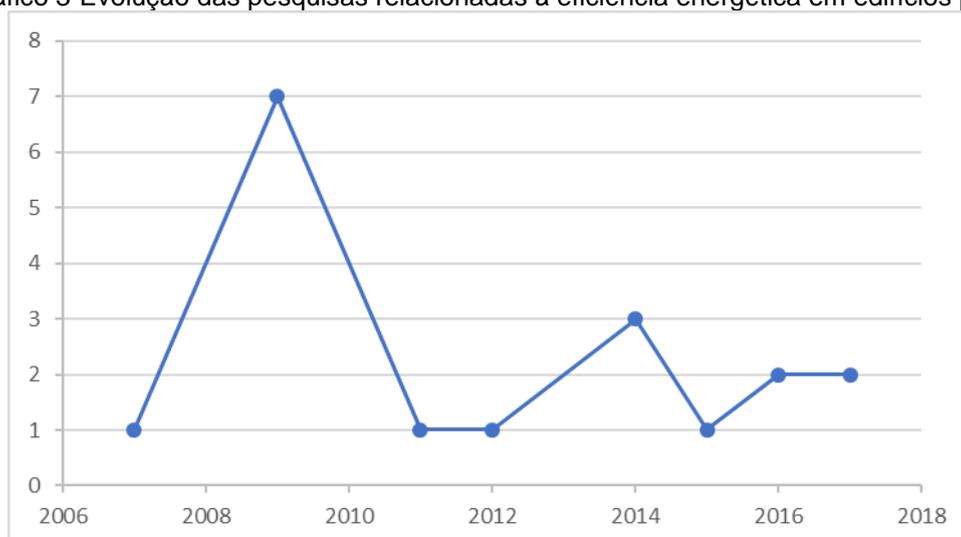
CAPÍTULO 4 – ESTADO DA ARTE EM EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM PRÉDIOS PÚBLICOS E AUDITORIA ENERGÉTICA

Este capítulo apresenta os resultados das duas revisões bibliográficas sistemáticas realizadas neste trabalho. A primeira parte se destina a apresentar a análise descritiva dos artigos revisados, trazendo suas classificações por ano, periódico e distribuição geográfica. O conteúdo presente nos artigos também é abordado e deu origem ao modelo conceitual de diagnóstico e auditoria energética, proposto ao fim do capítulo.

4.1. Análise descritiva

Como procedimento inicial, decidiu-se pela análise estatística dos artigos incluindo-se, na pesquisa avançada da plataforma Periódico Capes, os termos *energy efficiency* e *public buildings*. Com a restrição para documentos apenas do tipo artigos e na linguagem inglesa, a busca reportou a ocorrência de 24 publicações. Deste total, 18 artigos foram classificados e foram distribuídos de acordo com o Gráfico 4.

Gráfico 3-Evolução das pesquisas relacionadas à eficiência energética em edifícios públicos.



Fonte: Elaboração própria (2017)

Observa-se o início das pesquisas em 2007, tendo seu ápice em 2009, seguido por uma brusca queda em 2011 e 2012 e leve ascensão em 2014. Por

2017 ser o ano em curso, ainda não há dados conclusivos sobre a pesquisa, devido a não totalidade dos dados.

O Gráfico 5 apresenta a distribuição das publicações por países, considerando todos os que contribuíram.

Gráfico 4-Publicações conforme o país de origem – Periódico Capes

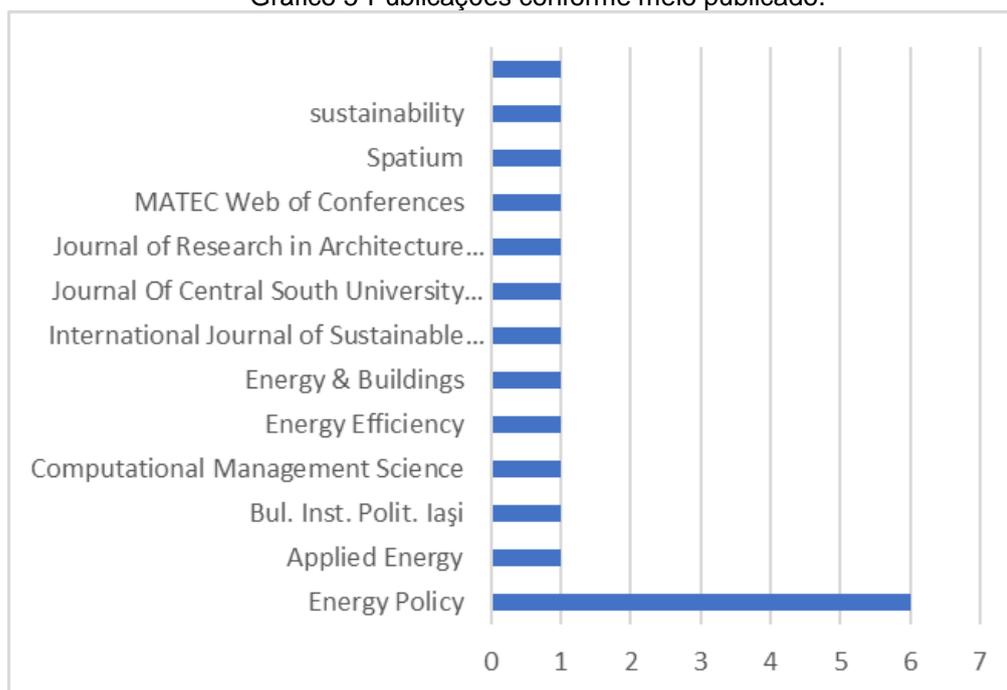


Fonte: Elaboração própria (2017)

Constata-se que as publicações derivam de 10 países diferentes, com a predominância da China, que apresenta uma superioridade de oito vezes mais no número de publicações da maioria dos outros países. É interessante ressaltar ainda que a China é responsável por quase metade (44%) de todas as publicações reportadas. Frisa-se também, quanto à esta classificação, que o Brasil não contribuiu com publicações.

Em se tratando dos meios que foram mais utilizados para publicação de pesquisas relacionadas a este tema, o Gráfico 6 apresenta os arquivos obtidos.

Gráfico 5-Publicações conforme meio publicado.



Fonte: Elaboração própria (2017)

No total, foram utilizados 12 periódicos diferentes. Atenta-se ao fato que o periódico *Energy Policy* merece destaque, por ser responsável por 33% das publicações. Os demais periódicos apresentam a mesma quantidade de publicações, apenas uma.

O artigo *A close look at the China Design Standard for Energy Efficiency of Public Buildings*, de Hong (2009), recebeu 99 citações, assumindo a primeira posição nesse quesito de classificação. O foco do trabalho é a abordagem do novo padrão para edifícios públicos na China. O documento também recomenda algumas medidas de conservação de energia que podem ser avaliadas no projeto de edifícios públicos para obter economias.

Em segundo colocado ficou a pesquisa de Y, intitulada de *Energy-efficiency supervision systems for energy management in large public buildings: Necessary choice for China*, aborda o estudo do desempenho energético em grandes edifícios públicos, além de descrever as barreiras que surgem no processo de melhoria da eficiência energética e examinar as políticas e programas adotados nos Estados Unidos e na União Europeia no que se diz respeito ao tema. O artigo apresenta uma quantidade de 35 citações.

A próxima etapa se deu com a leitura completa dos 18 artigos classificados. Por meio desta, foram identificadas boas práticas para a eficiência energética em

prédios públicos. O quadro 5 foi, então, elaborado com o intuito de reunir todas as boas práticas mencionadas nos artigos, atribuindo-as por autor e pontuando a medida que estas eram citadas. As 10 boas práticas, por ordem de mais citadas nas obras, compõem o quadro 5 abaixo.

Quadro 5- As 10 boas práticas para eficiência energética em prédios públicos

BOAS PRÁTICAS PARA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	
Realizar auditoria energética	
Estabelecer um sistema eficiente de monitoramento de consumo energético	Medir consumo energético
	Criar base de dados para consumo
	Realizar análise de dados de consumo frequentemente
Capacitar e envolver funcionários	
Elaborar uma política/plano energético formal com metas de redução do consumo	
Otimizar o uso/realizar manutenção de equipamentos	
Formar um comitê para eficiência energética	
Realizar benchmarking	
Utilizar uma abordagem integrada	
Identificar o estado da arte na implementação de eficiência energética e as principais barreiras que impedem a sua aplicação a nível local	
Investir em energias renováveis	

Fonte: Elaboração própria (2017)

A ênfase se dá na prática relacionada a realizar uma auditoria energética. Citada por mais de 50% dos autores como sendo recurso para alcançar a eficiência energética em prédios públicos, esta prática alcançou a posição de maior relevância entre as demais.

O estabelecimento de um sistema eficiente de monitoramento de consumo energético também é uma atividade que recebeu destaque. Este foi mencionado por meio de 3 diferentes boas práticas: a medição propriamente dita do consumo; a criação de uma base de dados para este consumo medido e a análise frequente destes dados. Dentre estas, é a medição do consumo energético que ganha notoriedade, ocupando a segunda posição dentre as práticas mais citadas, indicada em quase 39% dos trabalhos pesquisados.

Quanto à pontuação por autor, foi o trabalho de Maistry e McKay (2016)

que mais agregou boas práticas para a pesquisa, citando 6 dos 10 totais. A pesquisa trata-se de um estudo de caso em uma universidade sul-africana que objetiva torná-la eficiente em termos energéticos.

Dada a importância da realização de uma auditoria energética como ferramenta na busca pela eficiência energética em prédios públicos, apontada como principal boa prática, devido a recorrência em trabalhos no tema, entende-se como necessário o detalhamento da ferramenta. Neste sentido, a fim de compreender o que uma auditoria energética contempla, optou-se pela realização de uma revisão bibliográfica sistemática do tema.

Utilizando a plataforma do Periódico Capes e o termo *energy audit* como palavra-chave, a busca avançada resultou num número de 124 artigos. Deste total, 69 foram classificados e analisados.

Os 69 artigos encontrados sobre auditoria energética foram publicados em 48 periódicos no período de 1981 a 2017. Observou-se que 38 periódicos, dentre os 48 nos quais os artigos foram identificados, apresentavam apenas um artigo sobre o tema. Os periódicos que publicaram o maior número de artigos sobre o tema foram: *Energy*, que publicou 9 artigos (13% do total de 69) e *ASHRAE Transactions, Journal of Cleaner Production, Renewable and Sustainable Energy Reviews* que apresentaram cada 3 artigos publicados (4,3% do total de 69).

A Tabela apresenta os periódicos que mais publicaram artigos sobre auditoria energética. Esses periódicos, juntos, acumulam 31 dos 69 artigos publicados. Em outros 38 periódicos que não aparecem na tabela 4, foi encontrado apenas um artigo por periódico.

Tabela 4-Periódicos que mais publicaram artigos sobre auditoria energética.

Periódicos	Número de publicações
Energy	9
ASHRAE Transactions	3
Energy policy	3
Journal of Cleaner Production	3
Renewable and Sustainable Energy Reviews	3
Acta Technica Corviniensis	2

Periódicos	Número de publicações
Applied Energy	2
Energies	2
Energy & Buildings	2
International Journal of Engineering Research and Applications	2

Fonte: Elaboração própria (2017)

O interesse sobre as auditorias energéticas, no meio acadêmico, aumentou significativamente nos últimos anos. Conforme consta no Gráfico 7 essa afirmação pode ser justificada pelo notório aumento no número de artigos publicados a partir de 2012, ano que apresentou um aumento significativo em relação ao anterior. Os anos seguintes, de 2013 e 2014, apresentaram leve queda no número de artigos publicados, mas o número voltou a ascender em 2015, onde atingiu o ápice, com 12 artigos publicados.

Gráfico 6-Número de artigos sobre auditoria energética por ano de publicação.



Fonte: Elaboração própria (2017)

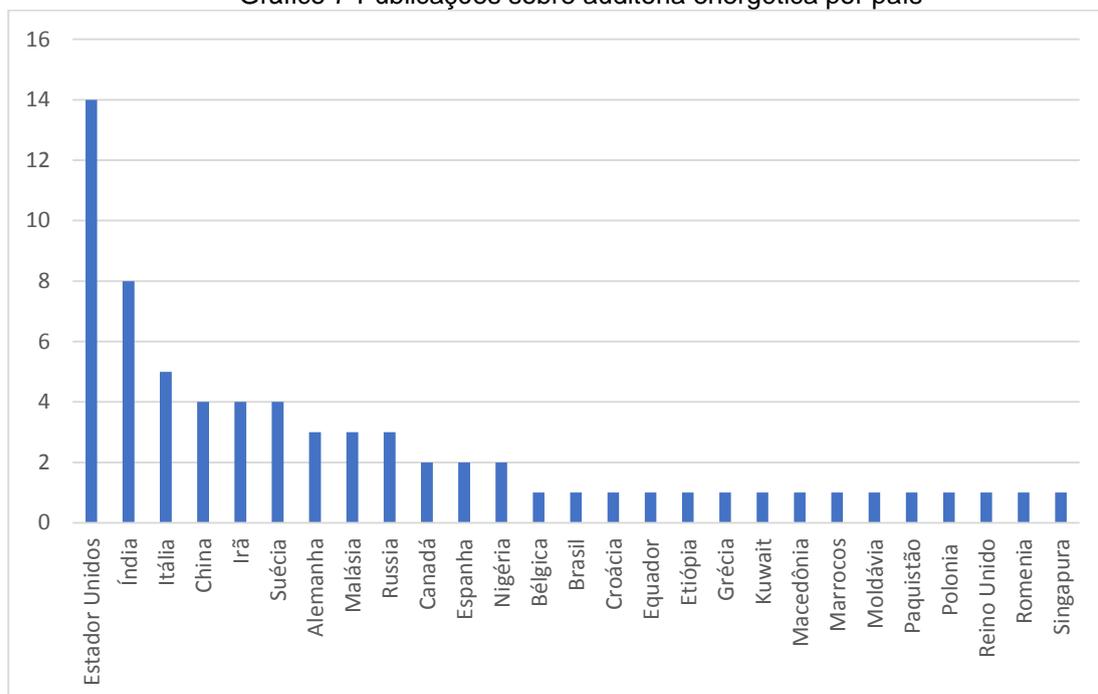
Os 69 artigos também se submeteram a categorização por país, conforme dispõe o Gráfico 8. Nesta classificação, merecem destaque os Estados Unidos, responsáveis por 20,3% das publicações, sendo o país com maior predominância no tema.

No total, os 69 artigos publicados provêm de 27 países diferentes. Neste quesito, a soberania dos Estados Unidos é seguida pela relevância da Índia, que assume a segunda colocação num *ranking* de países que mais publicam sobre

auditoria energética, com 8 artigos publicados. Juntos, Estados Unidos e Índia são responsáveis por 31,8% das publicações.

É válido ainda ressaltar que 15 dos 27 países apresentam apenas uma publicação, como é o caso do Brasil.

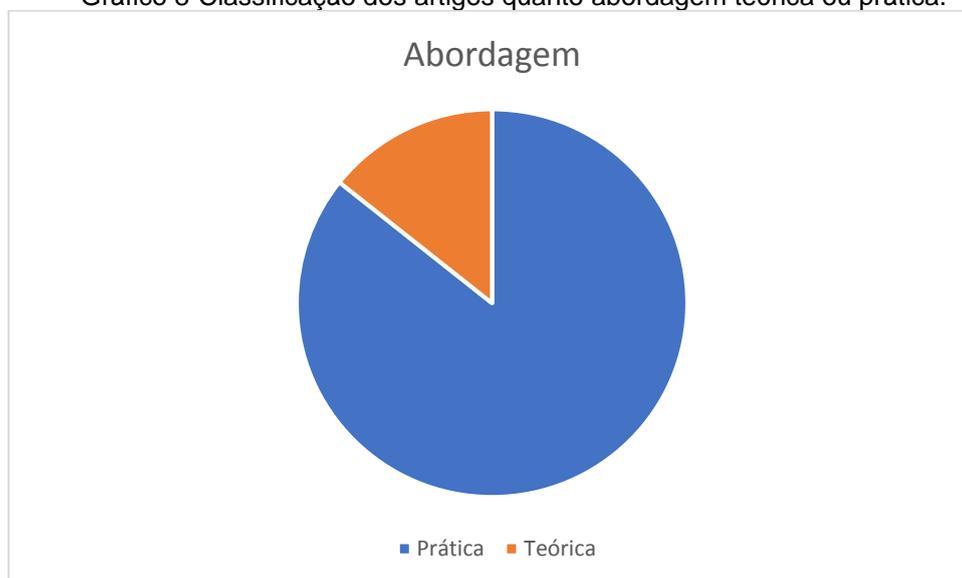
Gráfico 7-Publicações sobre auditoria energética por país



Fonte: Elaboração própria (2017)

Na perspectiva de abordagem teórica ou prática, os artigos publicados apresentaram um comportamento majoritário quanto à abordagem prática, com um número de 36 artigos (85,71%) nesta perspectiva.

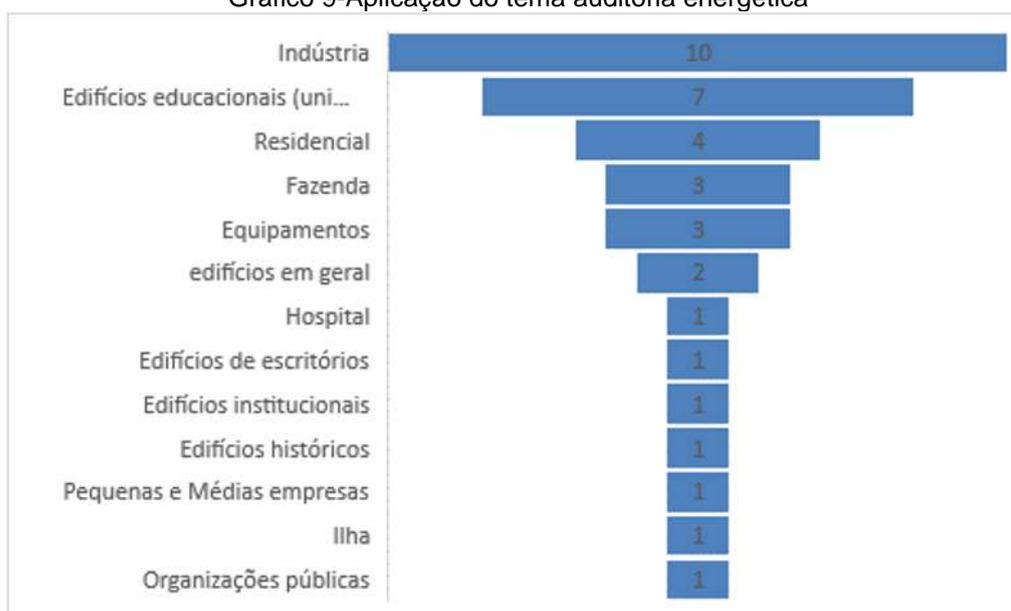
Gráfico 8-Classificação dos artigos quanto abordagem teórica ou prática.



Fonte: Elaboração própria (2017)

Dos 36 artigos com abordagem prática, 10 tiveram sua aplicação voltada a indústrias, compondo uma maioria. Logo em seguida, com 7 publicações, está a aplicação de auditorias energéticas em edifícios educacionais (universidades e escolas). Outros lugares, como residências, fazendas, hospitais, também são utilizados para a prática de uma auditoria de energia. O Gráfico 10 contempla todas as aplicações.

Gráfico 9- Aplicação do tema auditoria energética



Fonte: Elaboração própria (2017)

O artigo intitulado *Energy audit of a full scale MBR system*, escrito por Fenu et al. (2010), é o trabalho com maior número de citações, 104. O segundo mais citado artigo é o nomeado como *Adoption of energy-efficiency measures in SMEs— An empirical analysis based on energy audit data from Germany'*, de Fleiter et al. (2012), que foi citado 103 vezes. Neste último, os autores investigaram fatores que impulsionam a adoção de medidas de eficiência energética por pequenas e médias empresas.

Após a classificação dos 69 artigos nos quesitos abordados, foi realizada a leitura do resumo dos mesmos. Por meio desta, foi possível identificar os trabalhos que estão alinhados com o objetivo desta pesquisa. Resultaram desta etapa, 42 artigos, nos quais foi realizada a leitura completa.

4.2. Modelos de diagnóstico e auditoria da eficiência energética

Na busca pelo detalhamento de uma auditoria energética, 17 trabalhos se destacaram, uma vez que contribuíram com as etapas que uma auditoria energética deve seguir, sendo eles: Lara *et al.* (2015); Noro e Lazzarin (2016); Jamaludin *et al.* (2013); Han *et al.* (2014); Hossain *et al.* (2015); Kamble e Kamble (2014); Gembicki (2016); Srinath e Kumar (2014); Mijakovski *et al.* (2015); Salvadori *et al.* (2016); Oyeleran *et al.* (2016); Karimi e Forrest (2016); Chiaroni *et al.* (2016) Trimble e Hirst (1983); Alajmi (2012); Sebastian e Ioan (2014) e Aduda (2009).

A partir da leitura completa dos trabalhos supracitados, foram elaboradas tabelas que resumiam as informações que cada trabalho especificava serem necessárias para realização de um diagnóstico e auditoria energética.

Rigoberto *et al.* (2015) apresentaram como as variáveis de um processo de diagnóstico energético características gerais do prédio, com cinco principais subetapas, cronograma de ocupação e sistemas de aquecimento e consumos de energia (quadro 6).

Quadro 6-Diagnóstico e auditoria energético por Rigoberto et al. (2015)

Etapa	Subetapa	Descrição	
Descrição geral	Período de construção		
	Localização		
	Geometria		A área das paredes verticais exposta ao ambiente externo
			Área do telhado
			A área do chão
			Área do chão em contato térmico com o chão
			Área total do envelope opaco
			Área total do envelope transparente
			relação entre a área das janelas e a área das paredes verticais
			A relação entre a área das janelas e a área total do piso
	Relação entre o envelope transparente e o envelope opaco		

Etapa	Subetapa	Descrição
Descrição geral	Geometria	Transmitância térmica média do envelope
		O fator de forma da escola, expresso em termos de relação entre a superfície dissipadora s e o volume condicionado
	Propriedades térmicas do envelope do edifício	Transmitância térmica para o envelope externo opaco (paredes verticais, piso, telhado) e janelas
	Consumo de energia últimos 5 anos	
Cronograma de ocupação	horários de ocupação	
	Diferenças horárias entre a temperatura do ar externo e uma suposta temperatura interna	
Sistemas de aquecimento e consumos de energia	Tipos	
	Capacidade de aquecimento	
	Consumo anual de energia por unidade de volume aquecido e por unidade de grau de hora	

Fonte: Adaptado de Rigoberto et al. (2015)

Noro e Lazzarin (2016) acrescentaram ainda às informações de Rigoberto *et al.* (2015), que um diagnóstico energético deve possuir variáveis relacionadas ao monitoramento, além de apresentar seus resultados e recomendações, que os autores descrevem em quatro subetapas, entre elas vantagens econômicas e o tempo de retorno dos investimentos sugeridos. O Quadro 7 apresenta todas as variáveis do trabalho.

Quadro 7-Diagnóstico e auditoria energético por Noro e Lazzarin (2016)

Etapas	Subetapas
Análise dos consumos e custos de energia	Analisando as contas de energia dos últimos 12 a 24 meses
Dados gerais	Localização geográfica
	Temperatura em graus Celsius por dia
	Dado do clima da instalação e sua localização
	Layout da instalação
	O tipo e o horário de funcionamento
lista de equipamentos (características técnicas e modelos)	
Análise da energia consumida pelo equipamento.	Cada equipamento deve ser imputado pela energia consumido mensalmente e anualmente

Etapas	Subetapas
Análise da energia consumida pelo equipamento.	Potência do equipamento
	As horas de operação
	Fatores de carga de trabalho
Dados detalhados	O sistema de alimentação elétrica
	Sistema de distribuição
	Sistema de aquecimento, ventilação e ar condicionado
	O sistema de iluminação
	Características do envelope do edifício e janelas
Balço energético	Fluxos de energia são divididos por entradas e saídas
Indicadores de desempenho chave	Tipos de consumos de energia
	Atribuir consumo de energia para os diferentes departamentos
	Monitorar o desempenho próprio durante os meses e anos
	Monitorar a própria performance em relação a benchmarks
Produzir alguma recomendação de economia de energia	Ordenado pela vantagem econômica da investimento
	Presente líquido
	Tempo de retorno
	Lista de intervenções prioritárias
Monitoramento contínuo	Os efeitos das intervenções de poupança de energia realizadas sobre consumos de energia e indicadores de desempenho

Fonte: Adaptado de Noro e Lazzarin (2016)

No trabalho de ASHRAE (2014) resumido no quadro 8, vale o destaque a variável descrita como o índice de eficiência energética (IEE), calculado dividindo o consumo de energia em quilowatt-hora por metro quadrado, em um ano.

Quadro 8-Diagnóstico e auditoria energético por ASHRAE (2014)

Etapa	Subetapa
Etapa 1	Área
	Capacidade (nº ocupantes)
	Consumo mensal
	Consumo anual
	Kwh/pessoa/ano
	IEE (kwh/m2/ano)
Etapa 2	Lista de todos os equipamentos por área
	Duração de uso
	Potência de cada equipamento

Etapa	Subetapa
	Energia consumida (kwh/ano)
Etapa 3	Uso anual mínimo de eletricidade de cada prédio (Soma da utilização anual de todos os dispositivos básicos)
	O potencial de economia de eletricidade (calculando a diferença entre o uso total médio de energia em um ano (kwh) e uso mínimo de eletricidade)

Fonte: Adaptado de ASHRAE (2014)

Também Xing *et al.* (2014) apresenta o índice de eficiência energética em seu trabalho. O autor sugere também abordar o consumo de energia de maneira repartida, entre os sistemas de ar-condicionado, iluminação, elevadores, bombas e *plugs* (quadro 9).

Quadro 9-Diagnóstico e auditoria energético por Xing *et al.* (2014)

Etapa	Descrição
Tipo de edifício (uso)	-
Ano de construção	-
Área	-
(kwh/m²)	-
A carga de trabalho máxima durante a operação no verão e inverno	Através dos horários de operação
Repartição do consumo de energia	(AC, Iluminação, Elevadores, Bombas, <i>Plugs</i>)

Fonte: Adaptado de Xing *et al.* (2014)

Além das variáveis citadas nos trabalhos anteriores, Alan *et al.* (2015) acrescentam a simulação como parte de um diagnóstico energético. O autor explicita com uma ferramenta como fazer o consumo simulado dos equipamentos de resfriamento, vapor, etc. O consumo simulado é, posteriormente, comparado ao consumo real e apresentado nos resultados. Todas as variáveis do diagnóstico energético abordado em seu trabalho estão presentes de maneira resumida no quadro 10.

Quadro 10-Diagnóstico e auditoria energético por Alan et al (2015)

Etapa	Subetapa
Área de construção, altura e peso do teto	
Paredes, janelas, construção de portas	
Construções de piso e telhado	
Infiltração de ar	
Tipo de partições	
Cargas de aquecimento e arrefecimento do sistema de ar	
Programação de atividade de ocupação	
Cronograma de iluminação	
Cronograma de equipamentos	
Ventilação	
Demanda de eletricidade	
Uso total de eletricidade por unidade de área de edifícios	
Simulações	Simulação de carga de resfriamento
	Cálculo do aquecimento do espaço
	Uso de eletricidade hidrelétrica simulado
	Consumo simulado de vapor
Resumo de resultados	O consumo real de contas
	O consumo simulado
	Consumo de análise prisma

Fonte: Adaptado de utilizado em Alan et al (2015)

O trabalho de Kamble e Kamble (2014) apresenta um diagnóstico energético simples, porém conciso, com três etapas: auditoria inicial, análise do consumo de energia e recomendações. Cada etapa possui subetapas, detalhadas no quadro 11 a seguir.

Quadro 11-Diagnóstico e auditoria energético por Kamble e Kamble (2014)

Etapa	Subetapa	Descrição	
Auditoria inicial de energia (visita ao local e observações visuais)	Layout da faculdade		
	Fluxo de energia		
	Fornecimento de eletricidade		
	Medidores elétricos		
	Infraestrutura	Número de salas	
		Número de lâmpadas	
		Tipo de uso do prédio	
		Número de ventiladores	
		Outros equipamentos	

Etapa	Subetapa	Descrição	
Análise de consumo de energia	Fonte principal		
	Fornecedor		
	Análise das contas	Valor pago	
		Energia consumida	
	Consumo mensal dos principais aparelhos elétricos	Potência	
		Horas de operação/dia	
		Horas de operação/mês	
		Consumo mensal	
Recomendações			

Fonte: Adaptado de Kamble e Kamble (2014)

O quadro 12 apresenta as variáveis discutidas no diagnóstico energético apresentado em Gembicki (2016), que aborda 14 etapas, voltadas ao espaço físico e às características dos sistemas de ar condicionado, iluminação, etc.

Quadro 12-Diagnóstico e auditoria energético por Gembicki (2016)

Etapa	Subetapa
Espaço / Instalações de produção	Local, localização em termos de uma parte do mundo, dimensões, cubico volume, forma, construção idade, superfície de construção e Fator de uso do volume cúbico.
Energia primária	Local de armazenamento, consumo primário fonte de custos de energia possibilidade de mudança entregas e energia fornecedores de transporte.
Energia elétrica	Fonte de energia e Carga máxima, condição do transformador, possibilidade de corrigir poder de pico, possibilidade de usar taxas alternativas.
Conversões de energia	Tipo, modelo, idade de caldeiras e queimadores, qualidade de queima, eficiência; consumo de combustíveis por cada dispositivo.

Etapa	Subetapa
Dispositivos de resfriamento	Equipamento, tipo, classe e idade dos compressores; operação e uso condições; eficiência de Dispositivos de resfriamento.
Distribuição de energia	Vazamento e perdas em distribuição de água quente vapor de água e aquecido líquidos; vazamento e Perdas na água arrefecida sistema de distribuição.
Aquecimento de sala	Tipo de sistema de aquecimento; operação do dispositivo de aquecimento agenda com referência para o uso real da instalação; ajuste de sala temperatura para tecnologia de produção requisitos e condições de operação.
Ar condicionado e ventilação	Condições de funcionamento de condicionadores de ar e dispositivos de ventilação com referência ao uso da instalação.
Quente doméstico água	Condição e capacidade de aquecedores de água de armazenamento; parâmetros de água de alimentação.
Aquecimento e resfriamento processos	Grau de adaptação real Parâmetros para projetos relacionados condições.
Iluminação	Tipo de iluminação; medições de fluxo luminoso; condições, configurações, ativação de acessórios de iluminação.
Ar comprimido	Potência instalada, idade e grau de desgaste do ar compressores; equipamento condição; uso e condições de operação.
Desperdício de energia	Possibilidade de recuperação calor de produtos, pós-produção águas.
Uso da máquina e operação	Desgaste por fricção lubrificante.

Fonte: Adaptado de Gembicki (2016)

Srinath e Kumar (2014) apresenta o diagnóstico energético em 8 etapas, e coletam as informações por meio de questionários e visitas ao local (Quadro 13).

Quadro 13-Diagnóstico e auditoria energético por Srinath e Kumar (2014)

Etapa	Subetapa
1	Preparação de questionários sobre consumo de energia, taxa de produção da empresa, lista de sistemas de energia e consumidores de energia.
2	Determinação de indicadores de energia para a empresa.
3	<i>Visitas in loco.</i>
4	Determinação de perdas de energia e cálculo de balanço de energia e fluxos de energia.
5	Avaliação de eficiência energética e potenciais de conservação.
6	Identificação de medidas de eficiência energética e Eficiência e conservação energética aplicáveis potenciais no setor.
7	Avaliação de Capacidades de implementação dos sites para o EMS introdução.
8	Relatórios sobre resultados de energia auditorias.

Fonte: Adaptado de Srinath e Kumar (2014)

Já o quadro 14 abaixo, apresenta o diagnóstico energético por Vladimir *et al.* (2015), que destina mais atenção à descrição do edifício a ser estudado e propõe 8 variáveis só nesta categoria.

Quadro 14-Diagnóstico e auditoria energético por Vladimir *et al.* (2015)

Etapa	Subetapa	Descrição
Descrição do edifício	Localização	
	Estrutura	Salas
		Andares
		Telhado
	Capacidade	
	Área	
	Volume	
	Última reforma	O que
		Ano
	Planta do edifício	
	Características da construção	Material
		Espessura
Espessura da camada de isolamento térmico		
Área construída		

Etapa	Subetapa	Descrição
		Coeficiente de transferência de calor
		Execução de vidraças para janelas, por exemplo: vidro triplo com gás inerte e revestimento de baixa emissão
		Carpintaria - armação para vidros, por exemplo: madeira, alumínio, plástico etc.
		Proteção contra o calor
		Coeficiente de transferência de calor através da janela
Dados climáticos		
Orçamento energético		

Fonte: Adaptado de Vladimir *et al.* (2015)

De maneira simplificada, no quadro 15, Salvadori *et al.* (2016) apresenta seis etapas para diagnosticar a eficiência energética em um edifício, que vão desde análise do consumo de energia (o qual o autor sugere ser feito, por exemplo, pela análise da fatura) até uma análise custo-benefício das propostas feitas.

Quadro 15-Diagnóstico e auditoria energético por Salvadori *et al.* (2016)

Etapa	Subetapa
1	Análise de dados históricos do consumo de energia do edifício nos últimos cinco anos, através da recuperação e consulta da documentação arquivada (por exemplo, cobrança, faturamento)
2	Alívio detalhado da geometria do edifício, dos recursos do envelope e dos sistemas de energia
3	Desenvolvimento de um modelo de cálculo para avaliação das exigências de energia térmica, elétrica e primária
4	Comparação entre demandas de energia verificadas e calculadas
5	Propostas de diferentes intervenções para economia de energia, relativas ao envelope do edifício e aos sistemas de energia;
6	Análise custo-benefício para as soluções propostas

Fonte: Adaptado de Salvadori *et al.* (2016)

O diagnóstico apresentado em Oyleran *et al.* (2016) no quadro 16 é disposto em 4 etapas bem descritas e conectas. Primeiramente, os autores coletam as informações necessárias, para depois analisá-las e propor recomendações. As 23 subetapas envolvidas neste processo estão dispostas a seguir.

Quadro 16-Diagnóstico e auditoria energético por Oyleran et al. (2016)

Etapa	Subetapa
Informações necessárias	Localização
	Tipo de uso do prédio
	Área
	Equipamentos
	Principal fonte de energia da empresa
	Eletricidade consumida (mês e ano)
	Área de chão da fábrica
	Potência de todas as máquinas e equipamentos alimentados por eletricidade
Coleta de dados	Visita a cada uma das oficinas, laboratórios, escritórios e outras entidades da instituição
	Informação sobre os aparelhos elétricos gerais foi coletada por observação e entrevista.
	Desenho da disposição de construção disponível e a distribuição de eletricidade foram coletados
	Conta de eletricidade foi coletada do pessoal responsável
	Consumo de energia dos aparelhos foi medido usando o analisador de potência
	Os detalhes do uso dos aparelhos foram coletado entrevistando pessoas-chave, e. Eletricista, cuidador
Análise dos dados	O consumo de energia por mês em kwh é calculado
	Diagrama de fluxo de energia
	Avaliação de dados
	Foram avaliados os motivos da diferença entre a carga conectada e o consumo real
	Potencial máximo de poupança de energia
Recomendações	O custo de capital envolvido na substituição de um aparelho e / ou processo foi estimado
	A economia de energia pelo movimento foi calculado em termos de preço da energia por ano
	Tempo total pelo qual a poupança em conta de energia salva o custo de capital envolvido
	Se o tempo de recuperação do custo de capital for menor que a vida do produto, o movimento pode ser suportado

Fonte: Adaptado de Oyleran et al. (2016)

O trabalho de Karimi e Forrest (2016) não apresenta a mesma complexidade de informações. O quadro 17 resume as variáveis do diagnóstico apresentado neste trabalho, que estão mais relacionadas às características

básicas do edifício.

Quadro 17-Diagnóstico e auditoria energético por Karimi e Forrest (2016)

Etapa	Subetapa
Consumo médio de energia de edifício por ano	
Número de andares	
Área de construção	
Idade aproximada da construção	
Área não controlada do edifício	
Número de empregados	
Coefficiente de carga	Paredes
	Janelas
	Portas
	Telhado
	Chão

Fonte: Adaptado de Karimi e Forrest (2016)

Já Chiaroni et al. (2017) apresenta uma etapa do diagnóstico energético não discutida em nenhum dos trabalhos anteriores (Quadro 18). Trata-se de uma sessão catalisadora de ideias que, após analisar todos os dados referente a consumo e características do edifício, visa gerar novas ideias para reduzir tal consumo de energia. As ideias serão, posteriormente avaliadas e implementadas, a depender de seu custo-benefício.

Quadro 18-Diagnóstico e auditoria energético por Chiaroni et al. (2017)

Etapa	Descrição
Reunião inicial	Introduzir o processo de auditoria energética, fornecendo ao pessoal a quem a auditoria energética se destina visão geral de seu escopo, processos, ferramentas técnicas e gerenciais para serem usados nas seguintes fases
	Para identificar áreas (por exemplo, em termos de processos de produção ou transportadores de energia) a serem investigados durante a fase seguinte
	Para identificar dados já disponíveis e, para os não disponíveis, para definir campanhas de coleta de dados
	Para atribuir funções e responsabilidades e definir marcos internos e prazos
Recolhimento e análise de dados	Para sistematizar os dados de consumo de energia já disponíveis
	Para coletar os dados de consumo de energia em falta
	Realizar um benchmark com outras empresas em termos de padrões de consumo de energia e tecnologias adotado
Sessão de catalisador	Para gerar novas ideias para a redução do consumo de energia
Disposição e implementação de idéias	Para avaliar economicamente as ideias geradas
	Priorizar e selecionar ideias de acordo com sua relação custo / benefício
	Para implementar as ideias selecionadas

Fonte: Adaptado de Chiaroni et al. (2017)

O diagnóstico proposto por Trimble e Hirst (1983) não apresenta nenhuma etapa diferente ou exclusiva em relação aos trabalhos anteriores e está resumido no quadro 19 abaixo.

Quadro 19-Diagnóstico e auditoria energético por Trimble e Hirst (1983)

Etapa
Área do chão
Ano de construção
Ocupação
Fator de resfriamento
Grau de aquecimento
Proprietário do edifício
Combustível de aquecimento primário
Localização
Função de construção
Localização
Preço da energia

Fonte: Adaptado de utilizado em Trimble e Hirst (1983)

O quadro 20 apresenta o diagnóstico energético segundo Alajmi (2012). Com 6 etapas bem definidas e especificadas, o destaque vai para a formação de um time de auditoria energético, ainda não mencionado em trabalhos anteriores. De acordo com o autor, esse time deve ser formado por um docente, um técnico em eletricidade, um responsável pela infraestrutura e um consultor de energia.

Quadro 20-Diagnóstico e auditoria energético por Alajmi (2012)

Etapas	Subetapas	Descrição
Definir o escopo da auditoria energética.	Áreas a serem auditadas, o nível de sofisticação de auditoria, e as economias previstas	
Formar um Time de Auditoria Energética	(líder do projeto - docente, técnico em eletricidade, pessoal da infraestrutura, consultor de energia)	
Estimar prazos e orçamentos (TAE)		
Recolher informações sobre o edifício, local de conduta Coletar informações sobre o prédio	Características gerais do edifício	Andares
		Área
		Tipo de uso (laboratórios, salas de aula, escritórios)
		Taxa de ocupação diária
		Áreas de janelas
		Paredes
		Telhado
		Coefficiente de transferência de calor
Janelas e portas		
Tipo e modelo		

Etapas	Subetapas	Descrição	
	Características do sistema de ventilação/ar-condicionado (termômetros, medidores de lux e multímetros)	Funcionamento	
		Capacidade	
		Quantidade	
		Destino de uso	
	Envolvente do edifício e entradas	Estrutura do telhado	
		Entrada e saída (portas deixadas abertas?)	
	Iluminação e equipamentos de plug-in	Tempo de uso (são deixados ligados?)	
		Intensidade máxima de luz	
		Tipos de lâmpadas	
	Consumo de energia do prédio (histórico)	Índice de Utilização de energia	Dividindo o Consumo anual de energia por área do piso bruto
Conduzir inspeções e medidas no prédio (instrumentação/pontos de medida estratégicos)	Dados e características dos equipamentos/sistemas	Características	
		Desempenho	
	Parâmetros	Condições de operação Temperatura, pressão, iluminância, umidade relativa e conforto	
Analisar os dados coletados (identificar oportunidades para gerenciamento de energia, manter conforto térmico e luminoso, analisar custos)	Questionário sobre conforto térmico		
	Comparação do consumo de energia do prédio com uma referência		
	Histórico do consumo de energia do prédio		
	Desempenho térmico do prédio	Média mensal de temperatura por zonas	
	O consumo de energia da iluminação e equipamentos plug-in	Consumo de mais de uma semana de trabalho típico.	
	Recomendações	Medir quantidade de energia economizada por cada oportunidade identificada	
	Análise de custo poupado		

Fonte: Adaptado de Alajmi (2012)

No trabalho de Aduda (2009), resumido no Quadro 21, a variável que merece destaque, pelo grau de inovação em relação aos outros diagnósticos anteriormente apresentados, é um sistema de avaliação, que pontua cada etapa e dado levantado na auditoria energética, a fim de ter uma pontuação final nos resultados.

Quadro 21-Diagnóstico e auditoria energético por Aduda (2009)

Etapas		Subetapas
Análise	Gerenciamento	Propriedade do prédio
		Usuários do prédio
		Sinalização da operação/mal funcionamento dos sistemas
		Uso do prédio
		Atribuição de responsabilidade pelo gerenciamento de energia
		Orçamento de consumo de energia
		Programa de conservação de energia
	Design	filosofia de projeto e métodos de análise de carga
		Tipos de seleção de equipamentos / equipamentos
	Operações	Horas de operação e detalhes de propriedade
		Cronograma de operação
		Níveis de ocupação
	Controle	Familiaridade de uso
		Condições de controle
	Manutenção	Sistemas de medição de energia no local
		Serviço de manutenção planejada
		Tempo de resposta na correção de falhas
		Detalhes de contato para denunciar falhas
		Responsabilidade da manutenção
	Instalação e comissionamento	Idade do equipamento
Instalação inadequada		
Devido comissionamento		
Avaliação	Pontuar cada etapa	

Fonte: Adaptado de Aduda (2009)

O quadro 22 apresenta o diagnóstico e auditoria energética apresentado em Sebastian e Ioan (2014), enfatiza um processo para propor, analisar, eliminar soluções, que farão parte de um relatório, produto final da auditoria.

Quadro 22-Diagnóstico e auditoria energético por Sebastian e Ioan (2014)

Etapas
Propor soluções técnicas com o objetivo de modernizar a construção e reabilitar energeticamente;
Estimar a economia de energia anual para cada solução técnica
Eliminar soluções técnicas energeticamente ineficientes
Estimar o valor do investimento das soluções técnicas que são energeticamente eficientes;
Computar os índices para a eficiência econômica das soluções técnicas energeticamente eficientes;
Eliminar soluções técnicas financeiramente ineficientes
O designer técnico recomenda a solução técnica ou o conjunto de medidas que tem que ser implementadas
Elaborar o certificado de desempenho energético para a construção energeticamente reabilitado ou modernizadas
Elaborar o relatório de auditoria de energia
Editar a documentação final da auditoria energética.

Fonte: Adaptado de Sebastian e Ioan (2014)

Os 17 modelos de diagnóstico acima apresentados (quadro 6 a quadro 22) foram criteriosamente comparados, com a finalidade de identificar as etapas comuns, não comuns, relevantes e irrelevantes, para ao fim, formar um só modelo.

4.3. Modelo conceitual de diagnóstico e auditoria da eficiência energética

Reunindo as informações contidas nos modelos de cada diagnóstico, apresentados na subseção anterior, elaborou-se uma tabela, contendo 56 atributos que uma auditoria de energia deve possuir, agrupados em 4 etapas: Definição de escopo; coleta e análise de dados; monitoramento e recomendações/resultados.

Com todas as etapas levantadas, tornou-se possível a elaboração de um sistema de pontuação por autor e etapa. A pontuação (um) é dada caso o autor mencione a determinada etapa em seu trabalho. Dessa maneira, consegue-se obter quais autores contribuíram mais e quais etapas foram mais mencionadas nas 17 publicações. A tabela 5 abaixo mostra todas as etapas pontuadas.

Tabela 5- Pontuação das etapas e subetapas para elaboração de um modelo conceitual de diagnóstico e auditoria energética

ETAPAS	AUTORES											PONTO POR ETAPA						
	Rigoberto et al (2015)	Noro e Lazzarin (2016)	Jamaludin et al (2015)	Xing et al (2014)	Alan et al (2015)	Kamble e Kamble (2014)	Gembicki (2016)	Srinath e Kumar (2014)	Vadimir et al (2015)	Salvadori et al (2014)	Oyelaran, Twada e Saouel (2014)		Karim e Forrest (2014)	Chiaronl et al (2012)	Trimble e Hirst (2012)	Alajmi (2012)	Aduda (2009)	Sebastian e Ioan (2011)
DEFINIÇÃO DE ESCOPO									1				1		1	1		4
A quem a auditoria energética se destina													1					1
Visão geral de seu escopo													1					1
Processos													1					1
Ferramentas técnicas e gerenciais													1					1
Áreas a serem auditadas													1		1			2
Nível de sofisticação															1			1
Definir campanha de coleta de dados (já disponíveis x não disponíveis)													1					1
Funções e responsabilidades (TAE)													1		1	1		3
Marcos internos e prazos													1		1			2
Economias previstas/Orçamento									1						1	1		3
Programa de conservação de energia existente																1		1

ETAPAS	AUTORES													PONTO POR ETAPA				
	Rigoberto et al (2015)	Noro e Lazzarin (2016)	Jamaludin et al (2013)	Xing et al (2014)	Alan et al (2015)	Kamble e Kamble (2014)	Gembicki (2016)	Srinath e Kumar (2014)	Vladimir et al (2015)	Salvadori et al (2016)	Oyleran, Twada e Samurçuzlu (2016)	Karim e Forrest (2016)	Chiaroni et al (2017)		Trimble e Hirst (2012)	Alajmi (2012)	Aduda (2009)	Sebastian e Ioan (2014)
COLETA E ANÁLISE DE DADOS	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		16
Características gerais do edifício	Ano de construção	1			1			1		1			1		1			6
	Localização	1	1					1		1		1		1				6
	Dados do clima da localização		1							1								2
	Tipo de uso do prédio				1	1	1					1		1	1	1		7
	Área total /layout	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1		1	1		13
	Área janela/telhado/chão/porta/envelope	1				1					1	1			1	1		6
	Taxa de ocupação e tipo de usuários			1						1			1		1	1	1	6
	Histórico das contas de energia (consumo e fatura)	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1		1	1	14
	(kWh/pessoa)			1														1
	(kWh/m2)			1	1										1			3
	Horários de funcionamento	1	1		1	1											1	5
	Fonte de energia						1	1				1						3
	Medidores de energia						1										1	2
	Desempenho/Conforto térmico (média mensal de temperaturas)	1													1			2
	Transmitância térmica média do envelope, paredes, pisos e janelas	1									1							2
Fluxo de energia		1				1					1						3	
Equipamentos	Lista de equipamentos		1	1			1	1			1				1	1		7
	Potência do equipamento		1	1			1				1				1			5
	Horas de operação		1	1		1	1								1			5
	Consumo mensal e anual		1	1			1					1			1			5
Sistemas (capacidade, consumo, cronograma)	Idade do equipamento						1								1	1		3
	Condições de uso e operação						1				1				1	1		4
	Sinalização da operação/malfuncionamento dos sistemas															1		1
	Serviço de manutenção planejada															1		1
	Tempo de resposta na correção de falhas															1		1
	Detalhes de contato para denunciar falhas															1		1
	Responsabilidade da manutenção															1		1
Sistemas (capacidade, consumo, cronograma)	Sistema de alimentação		1		1													2
	Sistema de distribuição		1		1			1										3
	Sistema de ar condicionado	1	1		1			1							1			5
	Sistema de iluminação		1		1			1							1			4

ETAPAS	AUTORES														PONTO POR ETAPA			
	Rigoberto et al (2015)	Noro e Lazzarin (2016)	Jamaliudin et al (2013)	Xing et al (2014)	Alan et al (2015)	Kamble e Kamble (2014)	Gembicki (2016)	Srinath e Kumar (2014)	Vladimir et al (2015)	Salvadori et al (2016)	Oyelaran, Twada e Samuul (2014)	Karimji e Forrest (2014)	Chiaroni et al (2017)	Trimble e Hirst (2013)		Alajmi (2012)	Aduda (2009)	Sebastian e Ioan (2014)
MONITORAMENTO		1						1		1			1		1	1		6
Indicadores	Tipos de consumos de energia	1																1
	Atribuir consumo de energia para os diferentes departamentos	1																1
	Monitorar o desempenho próprio durante os meses e anos	1																1
	Monitorar a própria performance em relação a benchmarks		1							1			1		1			4
	Conservação de energia		1															1
	Sistema de avaliação (pontuação)										1					1		2
RECOMENDAÇÕES/ RESULTADOS	1	1			1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
Lista de investimentos (e respectivas vantagens econômicas) - análise custo/benefício	1								1	1		1		1		1		6
Tempo de retorno dos investimentos	1									1								2
Lista de intervenções prioritárias	1											1					1	3
Avaliação da capacidade de implementação							1										1	2
Uso anual mínimo de eletricidade de cada prédio (Soma da utilização anual de todos os dispositivos básicos)		1																1
Potencial de economia de energia/desperdício de energia (calculando a diferença entre o uso total médio de energia em um ano (kWh) e uso mínimo de eletricidade)	1	1				1	1			1							1	6
Identificação de medidas de eficiência energética							1		1									2
Sessão de catalisador para gerar novas ideias para a redução do consumo de energia													1					1
PONTUAÇÃO POR AUTOR	9	23	11	10	6	10	12	4	7	6	15	4	13	6	22	17	4	

Fonte: Elaboração própria (2017)

Mediante a pontuação apresentada, a tabela 6 foi elaborada, para dispor as etapas por ordem de relevância, apresentando a quantidade de vezes que foram citadas nos trabalhos e a incidência (quantidade de trabalhos em que foi mencionado dividido pela quantidade total de trabalhos).

Tabela 6-Disposição das etapas de um diagnóstico e auditoria energética por relevância

ETAPA	Citado	Incidência
DEFINIÇÃO DE ESCOPO		
Funções e responsabilidades (TAE)	3	18%
Economias previstas/Orçamento	3	18%
Áreas a serem auditadas	2	12%
Marcos internos e prazos	2	12%
A quem a auditoria energética se destina	1	6%
Visão geral de seu escopo	1	6%
Processos	1	6%
Ferramentas técnicas e gerenciais	1	6%
Nível de sofisticação	1	6%
Definir campanha de coleta de dados (já disponíveis x não disponíveis)	1	6%
Programa de conservação de energia existente	1	6%
COLETA E ANÁLISE DE DADOS		
Histórico das contas de energia (consumo e fatura)	14	82%
Área total/layout	13	76%
Tipo de uso do prédio	7	41%
Lista de equipamentos	7	41%
Ano de construção	6	35%
Localização	6	35%
Área janela/telhado/chão/porta/envelope	6	35%
Taxa de ocupação e tipo de usuários	6	35%
Horários de funcionamento	5	29%
Potência do equipamento	5	29%
Horas de operação	5	29%
Consumo mensal e anual	5	29%
Sistema de ar condicionado	5	29%
Condições de uso e operação	4	24%
Sistema de iluminação	4	24%
(kWh/m ²)	3	18%
Fonte de energia	3	18%
Fluxo de energia	3	18%
Idade do equipamento	3	18%
Sistema de distribuição	3	18%
Dados do clima da localização	2	12%
Medidores de energia	2	12%

ETAPA	Citado	Incidência
COLETA E ANÁLISE DE DADOS		
Desempenho/Conforto térmico (média mensal de temperaturas)	2	12%
Transmitância térmica média do envelope, paredes, pisos e janelas	2	12%
Sistema de alimentação	2	12%
(kWh/pessoa)	1	6%
Sinalização da operação/mal funcionamento dos sistemas	1	6%
Serviço de manutenção planejada	1	6%
Tempo de resposta na correção de falhas	1	6%
Detalhes de contato para denunciar falhas	1	6%
Responsabilidade da manutenção	1	6%
MONITORAMENTO		
Monitorar a própria performance em relação a benchmarks	4	24%
Sistema de avaliação (pontuação)	2	12%
Tipos de consumos de energia	1	6%
Atribuir consumo de energia para os diferentes departamentos	1	6%
Monitorar o desempenho próprio durante os meses e anos	1	6%
Conservação de energia	1	6%
RECOMENDAÇÕES/ RESULTADOS		
Lista de investimentos (e respectivas vantagens econômicas) - análise custo/benefício	6	35%
Potencial de economia de energia/desperdício de energia (calculando a diferença entre o uso total médio de energia em um ano (kWh) e uso mínimo de eletricidade)	6	35%
Lista de intervenções prioritárias	3	18%
Tempo de retorno dos investimentos	2	12%
Avaliação da capacidade de implementação	2	12%
Identificação de medidas de eficiência energética	2	12%
Uso anual mínimo de eletricidade de cada prédio (Soma da utilização anual de todos os dispositivos básicos)	1	6%
Sessão de catalisador para gerar novas ideias para a redução do consumo de energia	1	6%

Fonte: Elaboração própria (2017)

Em relação as etapas de uma auditoria energética, a coleta e a análise de dados aparece como etapa mais relevante, uma vez que 94% dos autores fizeram

referência a mesma. Além disto, esta etapa agrupou o maior número de atributos, totalizando 31. Deste total, merecem destaque o histórico de contas de energia, com informações do consumo e da fatura, e a área total/layout da área a ser auditada. Estes foram citados, respectivamente, em 82% e 76% dos trabalhos.

As recomendações/resultados foram citadas como etapas de uma auditoria energética em 59% dos artigos. Nesta categoria foram a lista de investimentos e respectivas vantagens econômicas (análise custo-benefício) e o potencial de economia de energia que receberam destaque, sendo os atributos mais citados dentro da categoria, ambos mencionados em 35% dos artigos.

A etapa de monitoramento foi discutida por 6 dos 17 trabalhos (35% do total), sendo o atributo de monitoramento da própria performance energética em relação a benchmarks o que recebeu mais atenção dentro da etapa, com menção em 24% dos trabalhos.

Por fim, a etapa que teve menor alusão nos trabalhos foi a definição de escopo, citada por 24% dos artigos. No âmbito desta etapa são as funções e responsabilidades (um time de auditoria energética) e as economias previstas para a realização do diagnóstico que foram mais referenciadas, aparecendo em 18% dos artigos estudados.

Quanto aos autores, Noro e Lazzarin (2016) e Alajmi (2012) foram os trabalhos que mais pontuaram, uma vez que apresentaram, respectivamente, 23 e 22 atributos dos 56 totais levantados.

Com base em todas estas informações, elaborou-se um modelo conceitual de diagnóstico e auditoria energética. O modelo (quadro 23) dispõe os atributos em cada etapa por ordem de relevância nos trabalhos, ou seja, na quantidade de vezes que foram mencionados. Além disso, apresenta a descrição de cada etapa.

Quadro 23-Modelo conceitual de diagnóstico e auditoria energética.

ETAPAS	DESCRIÇÃO
DEFINIÇÃO DE ESCOPO	
Funções e responsabilidades	Formar um Time de Auditoria Energética (TAE), com respectivas funções e responsabilidades para cada membro do time;
Economias previstas/Orçamento	Especificar quanto a organização dispõe para os investimentos em eficiência energética;
Áreas a serem auditadas	Especificar quais são as áreas da organização que serão analisadas;
Marcos internos e prazos	Elaborar um planejamento de curto, médio e longo prazo com todas as datas referentes ao processo de diagnóstico energético;
A quem a auditoria energética se destina	Especificar a quem a auditoria energética se destina;
Visão geral de seu escopo	Elaborar uma visão geral do escopo de diagnóstico;
Processos	Mapear os processos da organização que serão envolvidos no diagnóstico;
Ferramentas técnicas e gerenciais	Definir quais ferramentas e técnicas gerenciais podem ser utilizados na realização do diagnóstico energético;
Nível de sofisticação	Especificar o nível de detalhamento das informações a serem coletadas;
Definir campanha de coleta de dados (já disponíveis x não disponíveis)	Especificar dos dados da próxima etapa, quais já estão disponíveis e definir a campanha de coleta dos que não estão;
Programa de conservação de energia existente	Se existir, descrever programa de conservação de energia existente na organização.
COLETA E ANÁLISE DE DADOS	
Histórico das contas de energia (consumo e fatura)	Elaborar o histórico das contas de energia, com o mínimo de dois anos;
Área total /layout	Especificar a área total (m ²) a ser auditada e apresentar as respectivas plantas;
Tipo de uso do prédio	Especificar a finalidade de uso da área auditada, ex: escritório, laboratório, etc.
Lista de equipamentos	Elaborar uma lista contendo todos os equipamentos que a área auditada possui;
Ano de construção	Especificar o ano em que foi construída a área a ser auditada e as reformas que já aconteceram, se existir;
Localização	Fornecer a localização geográfica (endereço) da área auditada;
Área janela/telhado/chão/porta/envelope	Definir a área total que ocupam as janelas, o telhado, o chão, as portas e o envoltório da área auditada;
Taxa de ocupação e tipo de usuários	Definir a média de pessoas que utilizam a área auditada por dia e a função que estas possuem com a organização;
Horários de funcionamento	Definir os horários de funcionamento da área auditada;
Potência do equipamento	Detalhar a potência (W) de cada equipamento listado;
Horas de operação	Determinar a quantidade de horas diárias que cada equipamento listado fica em operação;
Consumo mensal e anual	Com os dados de potência e horas de operação, determinar o consumo mensal e anual para cada equipamento;
Sistema de ar condicionado	Especificar todos os componentes que fazem parte do sistema de ar condicionado;
Condições de uso e operação	Especificar em que nível de condição de uso e operação está cada equipamento listado;
COLETA E ANÁLISE DE DADOS	

ETAPAS	DESCRIÇÃO
Sistema de iluminação	Especificar todos os componentes que fazem parte do sistema de iluminação;
(kWh/m ²)	Dividir o consumo total da área auditada pela área total da área auditada (m ²)
Fonte de energia	Especificar de onde vem o abastecimento de energia da área auditada;
Fluxo de energia	Elaborar uma figura com o fluxo de energia da área auditada;
Idade do equipamento	Especificar a idade de cada equipamento listado, bem como sua vida útil;
Sistema de distribuição	Especificar todos os componentes que fazem parte do sistema de distribuição;
Dados do clima da localização	Especificar temperaturas médias externas da área auditada, bem como as demais características e sazonalidades do clima da região em que se situa;
Medidores de energia	Especificar se a área possui medidor de energia, onde estão localizados e quais as condições de funcionamento;
Desempenho/Conforto térmico	Medir o desempenho térmico da área auditada, a partir da média mensal de temperaturas internas;
Transmitância térmica média do envelope, paredes, pisos e janelas	Especificar a transmitância térmica média do envelope, paredes, pisos e janelas da área auditada;
Sistema de alimentação	Especificar todos os componentes que fazem parte do sistema de alimentação;
(kWh/pessoa)	Dividir o consumo total da área auditada pela quantidade de pessoas que utilizam a área;
Sinalização da operação/mal funcionamento dos sistemas	Especificar, para cada equipamento, se este possui sinalização quando está em mal funcionamento ou operação;
Serviço de manutenção planejada	Especificar o serviço de manutenção dado para cada equipamento, de quanto em quanto tempo se realiza e qual a última vez realizada;
Tempo de resposta na correção de falhas	Especificar o tempo médio que se dá do momento em que um equipamento falha até resolução de sua falha;
Detalhes de contato para denunciar falhas	Especificar se o equipamento possui sinalizado próximo a este um contato para acionar em caso de falha;
Responsabilidade da manutenção	Especificar de quem é a responsabilidade da manutenção de cada equipamento;
MONITORAMENTO	
Monitorar a própria performance em relação a <i>benchmarks</i>	Elaborar um quadro de comparação do consumo da área auditada com consumos de áreas referências nas operações semelhantes;
Sistema de avaliação (pontuação)	Elaborar um sistema de pontuação para cada uma das etapas analisadas no diagnóstico, a fim de obter uma pontuação final;
Tipos de consumos de energia	Calcular indicadores de desempenho que relacionam os diferentes tipos de consumo de energia com algum indicador significativo;
Atribuir consumo de energia para os diferentes departamentos	Dividir o consumo da área auditada em departamentos, se existirem;
Monitorar o desempenho próprio durante os meses e anos	Criar um sistema de monitoramento do desempenho do consumo de energia mensal e anual;
Conservação de energia	Monitorar mensal e anualmente quanto se conserva de energia com medidas adotadas;

ETAPAS	DESCRIÇÃO
RECOMENDAÇÕES/ RESULTADOS	
Lista de investimentos	Elaborar uma lista de investimentos, com suas respectivas vantagens econômicas, ou seja, análise custo/benefício;
Potencial de economia de energia/desperdício de energia	Calcular o potencial de economia de energia da área auditada, por meio da diferença entre o uso total médio de energia em um ano (kWh) e uso mínimo de eletricidade;
Lista de intervenções prioritárias	Apresentar da lista de investimentos, os que possuem as melhores vantagens econômicas;
Tempo de retorno dos investimentos	Calcular o tempo de retorno de cada investimento;
Avaliação da capacidade de implementação	Avaliar se a organização possui capacidade de implementação dos investimentos;
Identificação de medidas de eficiência energética	Identificar todas as medidas que podem ser tomadas rumo a eficiência energética;
Uso anual mínimo de eletricidade de cada prédio	Calcular a soma da utilização anual de todos os dispositivos básicos;
Sessão de catalisadora de ideias	Realizar uma sessão com TAE e membros externos para gerar novas ideias para a redução do consumo de energia;

Fonte: Elaboração própria (2017)

O modelo acima proposto possui 4 etapas e 56 categorias, bem como suas respectivas descrições, e se destina a qualquer tipo de organização que almeje realizar um diagnóstico e auditoria energética.

CAPÍTULO 5 – PROPOSTA DE MODELO DE DIAGNOSTICO E AUDITORIA ENERGÉTICA PARA UMA INSTITUIÇÃO PÚBLICA DE ENSINO

5.1 A Universidade Federal do Rio Grande do Norte

5.1.1 Justificativa

Respalda-se a escolha do caso a ser estudado, a priori, pela necessidade de um diagnóstico energético na Universidade Federal do Rio Grande do Norte, pela inexistência nessa instituição de um modelo de diagnóstico que auxilie no processo de melhoria da eficiência energética, de sustentabilidade e redução de custos com energia elétrica. Além do mais, a escolha também está amparada na justificativa de que o campus deve ser um ambiente de referência para toda a comunidade acadêmica e, se almeja formar cidadãos conscientes quanto ao consumo de energia, deve pôr em prática medidas neste sentido.

Por essa razão e pelo elevado consumo e gasto financeiro com energia elétrica, que demonstrou em 2016 um consumo por parte da instituição superior a 30 milhões de kWh e um gasto de mais de 22 milhões de reais (colocar fonte; Relatório de Gestão 2016), é que se motiva na escolha desta autarquia federal como estudo de caso.

Além disso, como uma justificativa respaldada na legalidade, tem-se como princípio da Administração Pública, a eficiência, entendida por Andrade (2012) como as normas da boa administração no sentido de que, em todos os seus setores, deve concretizar suas atividades com vistas a extrair o maior número possível de efeitos positivos ao administrado, sopesando a relação custo benefício, buscando a excelência de recursos, enfim, dotando de maior eficácia possível as ações do País.

Nesse cenário, a escolha da Universidade Federal do Rio Grande do Norte pode ser considerada como relevante e representativa no alcance do objetivo deste trabalho na proporção em que visa à proposição de um modelo de diagnóstico energético, podendo ser replicado por esta para alcançar eficiência energética em seus edifícios, bem como por outra organização que compartilhe dos mesmos propósitos.

5.1.2 Características Gerais

A Universidade Federal do Rio Grande do Norte origina-se da Universidade do Rio Grande do Norte, criada em 25 de junho de 1958, através de lei estadual, e federalizada em 18 de dezembro de 1960. Nos anos 70, teve início a construção do Campus Central, numa área de 123 hectares. O campus central abriga atualmente um arrojado complexo arquitetônico, circundado por um anel viário que o integra à malha urbana da cidade de Natal. Além deste, a UFRN possui mais 4 campus, distribuídos no interior do Rio Grande do Norte.

Além dos diversos setores de aulas, laboratórios e bibliotecas, o Campus Central possui um Centro de Convivência com restaurante, agências bancárias, livrarias, galeria de arte e agência dos correios. No prédio da Reitoria funcionam o Gabinete do Reitor, as Pró-Reitorias e todos os setores da Administração Central.

Ao final de 2016, a UFRN contava com 5920 servidores, entre técnicos e docentes, além de 29.869 discentes, de graduação e pós-graduação e 1313 terceirizados, totalizando em 37.102 o número de usuários da comunidade acadêmica.

Quanto ao cenário energético da UFRN, vale salientar que nos últimos anos a universidade apresentou um crescimento acelerado de espaços construídos, o que contribuiu para a redução da qualidade e da confiabilidade de suas instalações, bem como no aumento do consumo de energia elétrica.

No quesito de capacidade de interligação à rede, o trabalho de Carvalho (2016) assegura que a UFRN possui duas contas contratos, a de número 361011 (endereço de medição Av. Capitão Mor Gouveia, 3000, CEP 59076-400) e a conta 7000782640 (endereço de medição Av. SENADOR Salgado Filho, 3000, CEP 59075-000), com a concessionária distribuidora de energia elétrica local denominada de Companhia Energética do Rio Grande do Norte - COSERN, e, portanto, apresenta duas entradas principais as quais podem ser visualizadas na Figura 5.

Figura 5-Pontos de interligação da UFRN à rede elétrica da COSERN



Fonte: Carvalho (2016)

O trabalho de Carvalho (2016) ainda apresentou os dados de demanda ativa contratada, medida em leitura e de ultrapassagem para os anos de 2013, 2014 e 2015 do campus central da UFRN.

Tabela 7-Demanda contratada (em kW), demanda medida (em kW) e demanda de ultrapassagem (em kW).

Ano	Mês	Demanda ativa contratada (em kW)	Demanda ativa medida em leitura (kW)	Demanda de ultrapassagem (kW)
2013	Janeiro	6000	6000	0
	Fevereiro	6000	6786,72	786,72
	Março	6000	6921,12	921,12
	Abril	6000	7929,12	1929,12
	Maio	6000	7499,04	1499,04
	Junho	6000	7320,96	1320,96
	Julho	6000	6282,72	282,72
	Agosto	6000	7021,92	1021,92
	Setembro	6000	7243,68	1243,68
	Outubro	7404,96	7404,96	0
	Novembro	7384,8	7384,8	0
	Dezembro	7344,48	7344,48	0
2014	Janeiro	8200	8200	0
	Fevereiro	8200	8200	0
	Março	8200	8200	0
	Abril	8200	8200	0
	Maio	8200	8200	0
	Junho	8200	8200	0
	Julho	8200	8200	0
	Agosto	8200	8200	0
	Setembro	8200	8200	0
	Outubro	8200	9294,72	1094,72
	Novembro	8200	8200	0
	Dezembro	8200	8200	0
2015	Janeiro	8200	8200	0
	Fevereiro	8200	8200	0
	Março	8200	8200	0
	Abril	8200	8200	0
	Maio	8200	8200	0
	Junho	8200	8200	0
	Julho	8200	8200	0
	Agosto	8200	8200	0
	Setembro	8200	8200	0
	Outubro	8200	8200	0
	Novembro	8200	8200	0
	Dezembro	8200	8200	0

Fonte: Carvalho (2016).

O autor também traz dados no que concerne ao consumo ativo para 2013, 2014 e 2015, com os respectivos valores referentes ao consumo ativo na ponta, ativo fora de ponta e o total (resultado do somatório das duas colunas anteriores).

Tabela 8-Consumo mensal ativo na ponta, fora da ponta e total referente aos anos de 2013, 2014 e 2015 (em kWh).

Ano	2013			2014			2015		
	CONSUMO			CONSUMO			CONSUMO		
Mês	ATIVO NA PONTA (kWh)	ATIVO FORA DE PONTA (kWh)	TOTAL (kWh)	ATIVO NA PONTA (kWh)	ATIVO FORA DE PONTA (kWh)	TOTAL (kWh)	ATIVO NA PONTA (kWh)	ATIVO FORA DE PONTA (kWh)	TOTAL (kWh)
Jan.	137.495	1.403.808	1.541.303	154.452	1.432.872	1.587.324	154.938	1.477.000	1.631.938
Fev.	191.018	1.547.588	1.738.606	254.492	1.849.008	2.103.500	227.707	1.787.884	2.015.591
Mar.	276.609	1.956.108	2.232.717	258.233	1.938.048	2.196.281	277.541	2.066.036	2.343.577
Abr.	273.137	1.981.924	2.255.061	256.069	2.043.804	2.299.873	265.979	2.013.704	2.279.683
Mai.	265.822	2.001.720	2.267.542	253.495	1.924.216	2.177.711	288.434	2.090.760	2.379.194
Jun.	205.201	1.550.724	1.755.925	168.415	1.418.060	1.586.475	208.157	1.646.008	1.854.165
Jul.	147.589	1.369.564	1.517.153	178.039	1.554.476	1.732.515	168.529	1.433.320	1.601.849
Ago.	239.950	1.678.180	1.918.130	231.176	1.731.380	1.962.556	246.404	1.830.052	2.076.456
Set.	227.360	1.678.712	1.906.072	277.915	2.067.884	2.345.799	252.920	1.959.496	2.212.416
Out.	253.574	1.927.352	2.180.926	262.393	1.214.564	1.476.957	263.801	1.981.028	2.244.829
Nov.	252.037	1.846.712	2.098.749	280.303	2.053.072	2.333.375	258.753	1.914.892	2.173.645
Dez.	210.182	1.803.340	2.013.522	197.150	1.819.720	2.016.870	222.914	1.851.624	2.074.538
Total	2.679.974	20.745.732	23.425.706	2.772.132	21.047.104	23.819.236	2.836.077	22.051.804	24.887.881

Fonte: Carvalho (2016).

Quanto ao consumo de energia elétrica em 2016, considerando todos os câmpus da UFRN, obteve-se um número de 31.693.395,17 kWh. Deste valor, 6.844.323,17 kWh (aproximadamente 43,2%) refere-se ao consumo do campus central.

Este consumo gerou um gasto de R\$ 22.532.598,99 com energia elétrica no ano de 2016 para a universidade, publicado no Relatório de Gestão de Exercício de 2016 da UFRN.

Vale salientar que para gerenciar esse consumo de energia, a aquisição e implantação de um sistema de monitoramento remoto na rede elétrica da UFRN se fez necessário. No campus central, o Sistema CCK foi implementado, fornecendo informações que permitem aferir desde a qualidade do nível de energia fornecida, nível de tensão, demanda contratada, etc. Foram instalados CCKs em 54 pontos de medição, divididos em quatro áreas. O sistema pode, ainda, ser acessado a partir de um computador e constitui-se de uma valiosa ferramenta.

Ainda dentro do cenário energético da UFRN, algumas medidas rumo a eficiência energética foram tomadas nos últimos anos. Em 2015, a Universidade Federal do Rio Grande do Norte criou oficialmente a Comissão Interna de Conservação de Energia (CICE), com a composição de nove integrantes e a missão

de elaborar políticas de redução do consumo, assim como sugerir ações a serem adotadas e acompanhar o cumprimento das metas propostas.

5.2 Modelo de Diagnóstico e Auditoria Energética para a UFRN

Mediante a adequação do modelo conceitual de diagnóstico e auditoria energética da UFRN (apresentado no subitem 4.3) à realidade e características da UFRN, elaborou-se um modelo de diagnóstico e auditoria energética para a UFRN, com o objetivo de utilização em cada um dos prédios que fazem parte da Universidade.

5.2.1 Primeira Etapa

A primeira etapa do modelo de diagnóstico e auditoria energética é a definição do escopo (Quadro 24). Para dar início ao processo de diagnosticar, faz-se necessário designar funções e responsabilidades à pessoas, ou seja, montar um Time de Auditoria Energética (TAE), que serão as pessoas responsáveis por gerenciar todo o processo. Neste sentido, o modelo proposto sugere que o time seja composto por, no mínimo, um discente, um docente, um técnico em eletricidade e um membro da Comissão Interna de Conservação de Energia da UFRN. Desta forma, todas as esferas da população da universidade estarão representadas.

Reunido, o TAE deve definir uma área a ser auditada. Recomenda-se que o diagnóstico seja feito por edificação. Sendo assim, ao ser escolhida a área, deverão ser especificadas em que campus a edificação está situada e a que departamento ou setor está relacionada.

Todo e qualquer projeto precisa de um planejamento bem detalhado para ocorrer sem demais surpresas e dentro do prazo previsto. Para isso, o TAE, ainda na primeira etapa, define marcos internos, que vão desde a reunião de abertura do projeto até a entrega do seu resultado final. Todas as etapas no modelo propostas devem possuir data de realização. As frequências com que se darão as reuniões do time também precisam ser definidas.

Além disso, por meio do mapeamento dos processos que farão parte do diagnóstico energético, torna-se possível entender a sequência e organização de todas as atividades. Só assim o TAE terá uma visão ampla e fidedigna do diagnóstico

e auditoria energética, bem como dos próximos passos e decisões a serem tomadas.

Por último, cabe à primeira etapa a definição de ferramentas e técnicas gerenciais a serem utilizadas em todas as atividades. A depender do diagnóstico realizado, estas podem mudar para se moldar à realidade da edificação, e trarão mais agilidade ao processo.

Quadro 24- Primeira Etapa da Proposta de Modelo de Diagnóstico e Auditoria Energética para a UFRN

DEFINIÇÃO DO ESCOPO			
ETAPA 1	Time de Auditoria Energética	Discente	
		Docente	
		Técnico em eletricidade	
		Membro da CICE	
	Área a ser auditada	Campus	
		Departamento/Setor	
	Marcos Internos e Prazos	Reunião de abertura	
		Frequência de reuniões	
		Início da Coleta de Dados	
		Fim da Coleta de Dados	
		Elaboração das recomendações	
		Resultado Final	
	Mapeamento dos processos		
	Ferramentas e técnicas gerenciais		

Fonte: Elaboração Própria (2017)

5.2.2 Segunda Etapa

Definido o escopo do projeto, a segunda etapa é proposta: a coleta e análise dos dados (quadro 25). O primeiro dado a ser coletado é referente ao consumo de energia total da área a ser auditada. Para melhor análise dos possíveis fatores que alteram o consumo, esta informação deve ser especificada por mês e em quilowatt-hora. Também, o histórico de consumo de, no mínimo, o ano anterior, deve ser coletado.

Os dados financeiros também são de grande valia e, por essa razão, deve-se obter os valores da fatura da conta de energia para a área auditada, em reais. De maneira semelhante ao consumo, essa informação deve estar detalhada por mês e possuir um histórico de, no mínimo, um ano anterior.

Também as plantas (*layout*) da área a ser diagnosticada devem fazer parte das informações presentes em um diagnóstico, apontando, em metros quadrados, o valor da área total. A partir deste valor é que se calcula o índice de eficiência energética (IEE), que divide o consumo da área (kWh) pela metragem da área (m²). Também é importante ressaltar que o valor da área deve vir especificado por sua divisão em janela, porta, chão, telhado e o envoltório. Ainda neste âmbito, o tipo de uso que se dá à cada área deve ser especificada em laboratorial, sala de aula, escritório, entre outros.

Informações como ano de construção do prédio, localização geográfica e dados do clima e conforto térmico também devem ser coletadas.

A taxa de ocupação diária é outra importante informação desta segunda etapa. A partir dela, é possível calcular a média do consumo por pessoa. A informação relativa à ocupação deve vir detalhada em tipo de usuário, no caso, se este é discente, docente, servidor, terceirizado, ou membro externo à comunidade acadêmica.

Os medidores de energia são instrumentos importantes em todo o processo de diagnóstico energético. Por essa razão, deve-se coletar informações relacionadas à quantidade destes que a área auditada possui, bem como suas condições de uso e operação e a idade do equipamento.

Por fim, as listas de equipamentos devem ser geradas. Todos os equipamentos presentes na área auditada devem ser relatados de acordo com seu modelo, potência, horas de operação, idade, condições de uso, última manutenção realizada, presença de sinalização de funcionamento e presença de detalhes de contatos para reportar falhas. Calcula-se nesta etapa, o consumo mensal e anual de cada equipamento. Os equipamentos devem também ser separados de acordo com seu grupo, se sistema de ar-condicionado, iluminação, elevadores/bombas, *plugs*, entre outros.

Quadro 25-Segunda Etapa da Proposta de Modelo de Diagnóstico e Auditoria Energética para a UFRN

COLETA E ANÁLISE DE DADOS				
ETAPA 2	Consumo de energia da área auditada (kWh)		Ano anterior	Ano atual
		jan		
		fev		
		mar		
		abr		
		mai		
		jun		
		jul		
		ago		
		set		
		out		
		nov		
		dez		
	Valor da fatura da conta de energia da área auditada (R\$)		Ano anterior	Ano atual
		jan		
		fev		
		mar		
		abr		
		mai		
		jun		
jul				
ago				
set				
out				
nov				
dez				
Área total /layout				
IEE-Taxa de kwh/m ²				
Ano de construção do prédio				
Localização geográfica				
Dados do clima da localização		Descrição do clima		
		Temperatura média mensal		
Área janela/telhado/chão/porta/envelope				
Taxa de ocupação diária				
Taxa de Kwh/pessoa				
Tipo de usuário		Discente		
		Docente		
		Servidor		
		Terceirizados		
Tipo de uso do prédio		Sala de aula		
		Laboratório		
		Escritório		
		Outros		
Horário de funcionamento				
Medidor de energia		Quantidade		
		Condição de uso		
		Idade do equipamento		
Lista de Equipamentos		Modelo		
		Potência		
		Hora de Operação		
		Consumo mensal		
		Consumo anual		

COLETA E ANÁLISE DE DADOS			
ETAPA 2		Idade	
		Condição de uso	
		Serviço de manutenção planejado	
		Última Manutenção	
		Detalhes de contato para denunciar as falhas	
		Responsabilidade da manutenção	
	Sinalização da operação/mal funcionamento dos sistemas		
	Desempenho/conforto térmico		

Fonte: Elaboração Própria (2017)

5.2.3 Terceira etapa

A etapa três do modelo proposto refere-se ao monitoramento (quadro 26). Monitorar a performance de um edifício quanto ao seu consumo energético é de suma importância para que se identifique possíveis alterações. Neste sentido, esta etapa propõe que o monitoramento do consumo seja feito em relação a prédios que são referências e possuem a mesma atividade e também dividido por departamento ou sala.

Um plano de monitoramento do desempenho energético e da conservação de energia deverá ser elaborado, tendo em vista os anos futuros.

Quadro 26-Terceira Etapa da Proposta de Modelo de Diagnóstico e Auditoria Energética para a UFRN

MONITORAMENTO		
ETAPA 3	Monitorar a própria performance em relação a benchmarks	Consumo da área auditada
		Consumo de referência 1
		Consumo de referência 2
	Divisão do consumo por departamento/sala	
	Elaboração de um plano de monitoramento do desempenho energético para próximos anos	
	Elaboração de um plano de monitoramento de conservação de energia	

Fonte: Elaboração Própria (2017)

5.2.4 Quarta etapa

A última etapa do modelo de diagnóstico e auditoria energética proposto é a etapa de recomendações e resultados. Baseado nos dados coletados na segunda etapa, o resultado do diagnóstico deverá fornecer uma lista de investimentos necessários à eficiência energética. Cada investimento deverá ser apresentado conforme sua vantagem econômica, seu tempo de retorno, sua capacidade de implementação e seu custo-benefício, pois assim serão elencados em ordem de prioridade.

Dados os investimentos e outras medidas de eficiência energética propostas, torna-se possível calcular o potencial de economia de energia que aquela área apresenta, mensal e anualmente, caso sejam adotadas as medidas.

Além do exposto, este modelo propõe que, por último, após apresentadas as medidas, seja realizada uma sessão catalisadora de ideias. Deve-se definir a quantidade de pessoas que participará, bem como público e a metodologia de geração de ideias a ser adotada. Os resultados dessa sessão deverão estar presentes nas recomendações, finalizando o relatório final de diagnóstico e auditoria energética.

Quadro 27-Quarta Etapa da Proposta de Modelo de Diagnóstico e Auditoria Energética para a UFRN

RECOMENDAÇÕES/RESULTADOS		
ETAPA 4	Lista de Investimento	Investimento
		Vantagem Econômica
		Análise custo-benefício
		Tempo de retorno
		Prioridade
		Capacidade de implementação
	Potencial de economia de energia	Mensal
		Anual
	Outras medidas de eficiência energética	
	Sessão catalisadora de ideias	Quantidade
Público		
Resultados		

Fonte: Elaboração Própria (2017)

CAPÍTULO 6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

Este trabalho teve como objetivo propor um modelo de diagnóstico e auditoria energética para uma instituição pública de ensino. Com o intuito de atingir este objetivo, quatro objetivos específicos foram propostos, sendo estes: construir uma base teórica sobre diagnóstico e eficiência energética; identificar o estado da arte mediante a revisão bibliográfica sistemática com as palavras-chave: eficiência energética, auditoria energética e prédios públicos; estruturar um modelo conceitual de diagnóstico e auditoria da eficiência energética; e, estruturar um modelo de diagnóstico e auditoria energética para a instituição de ensino em estudo.

Quanto à construção de um embasamento teórico, o primeiro objetivo específico deste trabalho, foram abordados os temas diagnóstico e eficiência energética. Apesar do tema diagnóstico, ponderou-se sobre a temática de diagnóstico organizacional, de maneira geral, e diagnóstico energético. Já com relação à eficiência energética, quatro subdivisões foram necessárias, para tratar de definições e estratégias, conhecer o panorama no mundo e no Brasil, em instituições públicas de maneira geral e, por fim, em instituições de ensino superior.

Considerando o segundo objetivo específico no qual esse trabalho se propôs, a identificação do estado da arte por meio de uma revisão bibliográfica sistemática com as palavras-chave: *energy efficiency*, *public building* e *energy audit*, um total de 148 artigos foram considerados para análise.

Foi possível, então, realizar a classificação dos artigos, mediante a análise e classificação sistemática, abordando a quantidade de publicações por ano, por periódico, por país, por citação.

Quanto à primeira revisão bibliográfica sistemática realizada, com as palavras-chave *energy efficiency* e *public building*, o ano de 2009 apresentou o maior número de estudos, o periódico *Energy Policy* obteve o destaque, a China foi o país que mais produziu conteúdo, e Hong (2009) foi o trabalho mais citado. Ainda, a partir da análise do conteúdo encontrado durante esta revisão bibliográfica sistemática, pode-se elaborar um quadro com as boas práticas de eficiência energética em prédios

públicos, que apontou a realização de um diagnóstico energético como a mais relevante delas.

Na segunda revisão bibliográfica sistemática realizada, com a palavra-chave *energy audit*, a maior quantidade de estudos se deu no ano de 2015, o periódico *Energy* foi responsável pela maior quantidade de publicações, os Estados Unidos assumiu a posição de país que mais estudou o tema e o trabalho de Fenu *et al.* (2010) foi o mais citado. Além disso, observou-se que 85,71% dos artigos possuíam uma abordagem prática e, destes, a maioria (27,78%) teve aplicação na indústria.

A partir da análise do conteúdo encontrado durante a segunda revisão bibliográfica sistemática, elaborou-se quadros que resumiam as informações que cada trabalho adotava na realização de um diagnóstico e auditoria energética. Foi a partir do agrupamento das informações contidas nestes quadros, bem como respectivas pontuações por vezes citadas, que foi possível elaborar um modelo conceitual de diagnóstico e auditoria energética, o terceiro objetivo específico deste trabalho. O modelo é composto de 4 etapas, sendo estas: definição do escopo, coleta e análise de dados, monitoramento e recomendações e resultados. Além disso cada etapa possui subetapas, totalizando 56 subetapas, dispostas por ordem de relevância.

Este estudo ainda estudou as características gerais da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, assim como o seu cenário energético, a fim de atingir o seu quarto e último objetivo específico, a proposição de um modelo de diagnóstico e auditoria energética para esta instituição pública de ensino em estudo.

Desta forma, em resposta a problemática levantada nesta pesquisa, e ponderando a realidade analisada no estudo de caso com o modelo conceitual proposto, elaborou-se o modelo de diagnóstico e auditoria energética específico para a UFRN. O modelo dispõe das mesmas 4 etapas que o modelo conceitual apresenta, mas apresenta distinção quanto às subetapas, que somam em 29.

Como este estudo não pôde testar na prática a aplicação do modelo de diagnóstico e auditoria energética proposto, este caráter teórico que assumiu é o seu principal fator limitante. Portanto, como recomendação para futuros trabalhos, esta pesquisa propõe a realização de um diagnóstico e auditoria energética mediante a utilização dos modelos, seja o modelo conceitual (para aplicação em qualquer tipo de

organização) ou o modelo destinado à instituição pública de ensino (para aplicação na UFRN). Além desta principal, outras recomendações são feitas, como uma pesquisa detalhada relacionando eficiência energética e diagnóstico e auditoria energética com rede Grid e Internet das Coisas.

REFERÊNCIAS

- ABID, M.. Energy audit of a textile mill—a case study. **IIUM Engineering Journal**, v.17, n.1, p. 41-48, 2016.
- ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. Atlas de energia elétrica do Brasil In: Energia no Brasil e no mundo. 3. Ed. Brasília, DF; editora da Aneel, 2008. Cap.02; p.39-48
- AGUIAR, J.P. **Melhoria da Eficiência Energética numa unidade Industrial**: Análise dos Diversos Parâmetros Desenvolvidos. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores) – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal, 2014
- AINURZAMAN JAMALUDIN, A, et al. Energy audit and prospective energy conservation: Studies at residential college buildings in a tropical region. **Facilities**, v.31, n. ¾, p. 158-173, 2013.
- ALAJMI, Ali. Energy audit of an educational building in a hot summer climate. **Energy and Buildings**, v.47, p.122-130, 2012.
- ANDERSSON, E., et al. A study of the comparability of energy audit program evaluations. **Journal of Cleaner Production**, v.142, p. 2133-2139, 2017.
- ANNUNZIATA, E.; RIZZI, F.; FREY, M. Enhancing energy efficiency in public buildings: The role of local energy audit programmes. **Energy Policy**, v.69, p.364-373, 2014.
- ARAGON, C. S.; PAMPLONA, E.; MEDINA, J. R. V. Identificação de investimentos em eficiência energética e sua avaliação de risco. **Gestão & Produção**, v.20, n.3, p.525-536, 2013.
- ARAÚJO, L.C.G. **Organizações, sistemas e métodos e as modernas ferramentas de gestão organizacional**. São Paulo: Atlas, 2005
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR ISO 50001**. Gestão de Energia. Rio de Janeiro, 2011.
- AYU, T. T., et al. Energy audit and waste heat recovery system design for a cement rotary kiln in Ethiopia: A case study. **International Journal of Automotive and Mechanical Engineering**, v.12, p. 2983, 2015.
- BACKLUND, S; THOLLANDER, P. Impact after three years of the Swedish energy audit program. **Energy**, v. 82, p. 54-60, 2015.
- Balanço Energético Nacional – BEN. **Relatórios do Balanço Energético Nacional**. Anos de 2001 a 2011.
- BERGAMINI, C. W. **Desenvolvimento de recursos humanos**: uma estratégia de desenvolvimento organizacional. São Paulo: Atlas, 1980.
- BERTI, A. **Diagnóstico empresarial**: teoria e prática. São Paulo: ícone, 2001.
- BERTONE, E, et al. Role of financial mechanisms for accelerating the rate of water and energy efficiency retrofits in Australian public buildings: Hybrid Bayesian Network and System Dynamics modelling approach. **Applied Energy**, p. 1-11, 2017.
- BHATT, M. Siddhartha. Energy audit case studies II—air conditioning (cooling) systems. **Applied thermal engineering**, v.20, n.3, p. 297-307, 2000.

BOHARB, A, et al. Energy conservation potential of an energy audit within the pulp and paper industry in Morocco. **Journal of Cleaner Production**, v.149, p.569-581, 2017.

BURATTINI, M. P. T. C. **Energia: uma abordagem multidisciplinar**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2008.

CAMPANA, S., et al. Comparative study for estimation of load and performance of electric motors for energy audit. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 4, n..2, p.241-246, 2000.

CANO, E. L., et al. Energy efficiency and risk management in public buildings: strategic model for robust planning. **Computational Management Science**, v.11, n.1-2, p. 25-44, 2014.

CARVALHO, D.D.C. **Proposta de um modelo para implantação de sistemas híbridos de geração distribuída eólico-fotovoltaicos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) –Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016.

CAVALCANTI, M.; MELLO, A.A. **Diagnóstico organizacional: uma metodologia para pequenas e médias empresas**. São Paulo: Loyola, 1981

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A.; SILVA, R. **Metodologia Científica**. 6. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

CHIARONI, D. et al. Overcoming internal barriers to industrial energy efficiency through energy audit: a case study of a large manufacturing company in the home appliances industry. **Clean Technologies and Environmental Policy**, v.19, n.4 p.1031-1046, 2017.

CHIAVENATO, I. **Recursos humanos na Empresa: pessoas, organizações e sistemas**. 3 ed. São Paulo: Atlas, 1994.

CHISTYAKOV, Yu A. Effects of Environmental Temperature Change on Building Energy Audit Measurements. **Measurement Techniques**, v. 45, n.9, p. 998-1001, 2002.

CIPRIANO, X; CARBONELL, J.; CIPRIANO, J. Monitoring and modelling energy efficiency of municipal public buildings: case study in Catalonia region. **International Journal of Sustainable Energy**, v.28, n.1-3, p. 3-18, 2009.

COOPERS; LYBRAND. **Diagnóstico da empresa: o que somos, onde estamos e aonde queremos chegar**. In: Remuneração estratégica: a nova vantagem competitiva. São Paulo: Atlas, 1996.

CRISPIM, I. M. M. **Sustentabilidade Ambiental: com foco na eficiência energética na Universidade Federal De Goiás**. 65 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão Organizacional) – Universidade Federal de Goiás Regional Catalão, Catalão, 2016.

Curi, M. A. **Eficiência de Universidades Federais no uso de recursos renováveis**. 2015, 170f. Tese(doutorado)–Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2015.

CURY, A. **Organização e métodos: perspectiva comportamental & abordagem contigencial**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2000.

DAI, X., et al. Government regulation and associated innovations in building energy-

efficiency supervisory systems for large-scale public buildings in a market economy. **Energy Policy**, v.37, n.6, p. 2073-2078, 2009.

DALL'O, G., et al. Infrared screening of residential buildings for energy audit purposes: results of a field test. **Energies**, v.6, n.8, p. 3859-3878, 2013.

DE LA CRUZ-LOVERA, C. et al. Worldwide Research on Energy Efficiency and Sustainability in Public Buildings. **Sustainability**, v.9, n.8, p. 1294, 2017.

DUDIN, A. N.; DUDINA, O. S. Analysis of the MAP/PH/1 service system with repeat calls and energy audit. **Automatic Control and Computer Sciences**, v.49, n.5, p. 277-285, 2015.

ELETROBRÁS/PROCEL. **Orientações Gerais para Conservação de Energia**. Rio de Janeiro, 2009.

Empresa de Pesquisa Energética- EPE. **Anuário Estatístico de Energia Elétrica, Ministério de Minas e Energia**, 2017.

FENU, A., et al. Energy audit of a full scale MBR system. **Desalination**, v. 262, n.1, p. 121-128, 2010.

FERNANDES, J., R., M. **Auditoria Energética a um Edifício de Indústria**. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Energia e do Ambiente, Departamento de Engenharia Geográfica, Geofísica e Energia) – Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2014.

FISCHER, C. Feedback on household electricity consumption: a tool for saving energy?. **Energy efficiency**, v.1, n.1, p. 79-104, 2008.

FLEITER, T. et al. The German energy audit program for firms—a cost-effective way to improve energy efficiency?. **Energy Efficiency**, v.5, n. 4, p. 447-469, 2012.

FLEITER, T.; SCHLEICH, J.; RAVIVANPONG, P. Adoption of energy-efficiency measures in SMEs—an empirical analysis based on energy audit data from Germany. **Energy Policy**, v.51, p. 863-875, 2012.

GARCÍA SANZ-CALCEDO, J; CUADROS, F; LÓPEZ RODRÍGUEZ, F. Energy audit: a management tool in health centers. **Gaceta sanitaria**, v.25, n.6, p. 549-551, 2011.

GEMBICKI, J. Energy audit in feed production plant. **Web of Conferences**. EDP Sciences, p. 00025, 2016.

GLAVAŠ, H.; MESARIĆ, D.; IVANOVIĆ, M. **The Role of GIS in Energy Audit of Public Lighting**. In: IV International Conference Industrial Engineering and Environmental Protection). 2014.

GODOI, J.M.A. **Eficiência energética industrial: um modelo de governança de energia para a indústria sob requisitos de sustentabilidade**. São Paulo: USP, 2011.

GONG, Z-X; STANOVSKÝ, J.; MUJUMDAR, A. S. Energy audit of a fiberboard drying production line using Simprosys software. **Drying Technology**, v.29, n.4m p.408-418, 2011.

GONZÁLEZ, M. O. A.; TOLEDO, J. C. DE. A integração do cliente no processo de desenvolvimento de produto: revisão bibliográfica sistemática e temas para pesquisa. **Revista Produção**, v. 22, n. 1, p. 14–26, 2012.

GORBUNOV, I. A.; KARAMOV, F. A. Energy audit devices with discrete integrators based on superionic conductors. **Russian Journal of Electrochemistry**, v.51, n.5,

p. 447-449, 2015.

GOULART JÚNIOR, E. et al. O Diagnóstico Organizacional como uma Ação Estratégica de Gestão de Pessoas. **Caderno de Administração**, v. 22, p. 66-83, 2014.

GUPTA, R. S. R.; RAO, A. R. Energy audit of farm equipment. **Energy**, v.7, n.11, p. 945-951, 1982.

HAN, Xing, et al. Energy audit and air-conditioning system renovation analysis on office buildings using air-source heat pump in Shanghai. **Building Services Engineering Research and Technology**, v.35, n.4, p. 376-392, 2014.

HESKETH, J. L. **Diagnóstico Organizacional, Modelo e Instrumentos de Execução**. Petrópolis: Vozes, 1979.

HIRST, E; GRADY, S. Evaluation of a Wisconsin utility home energy audit program. **Journal of environmental systems**, v.12, n.4, 1982.

HIRST, Eric; BERRY, Linda; SODERSTROM, Jon. Review of utility home energy audit programs. **Energy**, v.6, n.7, p. 621-630, 1981.

HO, J. C.; CHOU, S. K.; CHANDRATILLEKE, T. T. Energy audit of a steel mill. **Energy**, v.16, n.7, p. 1021-1029, 1991.

HOLLANDA, J.B.; ERBER, P. **Energy Efficiency in Brazil: Trade and Environmental Review 2009/2010**, Geneva, p. 68-77, 2009.

HONG, T. A close look at the China design standard for energy efficiency of public buildings. **Energy and Buildings**, v.41. n.4, p. 426-435, 2009.

HONG, T.; LI, C.; YAN, D.. Updates to the China Design Standard for Energy Efficiency in public buildings. **Energy Policy**, v.87, p. 187-198, 2015.

HOSSAIN, M., et al. Energy Audit and Base Case Simulation of Ryerson University Buildings. **ASHRAE Transactions**, v.121, p. 84, 2015.

JIN, Z., et al. Energy efficiency supervision strategy selection of Chinese large-scale public buildings. **Energy Policy**, v.37, n.6, p. 2066-2072, 2009.

KABIR, G.; ABUBAKAR, A. I.; EL-NAFATY, U. A. Energy audit and conservation opportunities for pyroprocessing unit of a typical dry process cement plant. **Energy**, v.35 n.3, p.1237-1243, 2010.

KAMBLE, P. P.; KAMBLE, R. K. Energy audit of sardar patel college, Chandrapur, central India. **International Journal of Environment**, v. 3, n.3, p. 36-49, 2014.

KARIMI, T., et al. Using grey incidence to analyze the energy audit reports and rough set for rule extraction. **Kybernetes**, v. 45, n.7, p.1024-1035, 2016.

KARIMI, T; FORREST, J. Analyzing the results of buildings energy audit by using grey incidence analysis. **Grey Systems: Theory and Application**, v.4, n.3, p. 386-399, 2014.

KAZMI, N. A. et al. User comfort and energy efficiency in public buildings of hot composite climate of multan, PAKISTAN. **Journal of Research in Architecture and Planning**, v.10, n.1, 2011.

- KEMP, R.; LOORBACH, D.; ROTMANS, J. Transition management as a model for managing processes of co-evolution towards sustainable development. **International Journal of Sustainable Development & World Ecology**. v. 14, n. 1 p.78-91, 2007.
- KHAN, M. R. B.; JIDIN, R.; PASUPULETI, J. Energy audit data for a resort island in the South China Sea. **Data in brief**, v.6, p.489-491, 2016.
- KIM, K. Han; HABERL, J. S. Development of a home energy audit methodology for determining energy-efficient, cost-effective measures in existing single-family houses using an easy-to-use simulation. In: **Building Simulation**. p. 515-528, 2015.
- KLUGMAN, S; KARLSSON, M.; MOSHFEGH, B. A Scandinavian chemical wood pulp mill. Part 1. Energy audit aiming at efficiency measures. **Applied Energy**, v.84, n.3, p.326-339, 2007.
- KRAUSE, C. B., et al. **Manual de prédios eficientes em energia elétrica**. José Luiz Pitanga Maia (Coord.). Rio de Janeiro: IBAM/ELETOBRÁS/PROCEL, 2002. p.228.
- KUSHLER, Martin G.; SAUL, John A. Evaluating the impact of the Michigan RCS home energy audit program. **Energy**, v.9, n.2, p.113-124, 1984.
- LARA, R. A., et al. Energy audit of schools by means of cluster analysis. **Energy and Buildings**, v.95, p.160-171, 2015.
- LE, C. V., et al. Classification of energy consumption patterns for energy audit and machine scheduling in industrial manufacturing systems. **Transactions of the Institute of Measurement and Control**, v.35, n.5, p. 583-592, 2013.
- MACON, Max Roderick; TURBAN, Efraim. Energy Audit Program Simulation. **Interfaces**, v.11, n.1, p. 13-19, 1981.
- MAGINADOR, J.A.G. **Análise dos impactos dos programas de eficiência energética e proposições de melhorias dos programas nacionais**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2017.
- MAISTRY, N; MCKAY, T. Promoting energy efficiency in a South African university. **Journal of Energy in Southern Africa**, v. 23, n. 7, p.1-10, 2016.
- MALHOTRA, N. K. Analytical market segmentation in nonbusiness situations: marketing the energy audit in the USA. **International Journal of Research in Marketing**, v.1, n.2, p.127-139, 1984.
- MATHIAS, F.R.C. **Diagnóstico energético e gestão da energia em uma planta petroquímica de primeira geração**. Dissertação (Mestrado em Planejamento de Sistemas Energéticos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2014.
- MAYOR, F. Preparar um futuro viável: ensino superior e desenvolvimento sustentável. In: Conferência mundial sobre o ensino superior. Tendências de educação superior para oséculo XXI. **Anais...** Conferência Mundial do Ensino Superior. Paris: 1998.
- MENKES, M. **Eficiência energética, políticas públicas e sustentabilidade**, 2004. 295 f. Tese (Doutorado) - Universidade de Brasília, Brasília, 2004.
- MIHIC, M. M., et al. Application and importance of cost-benefit analysis in energy efficiency projects implemented in public buildings: The case of Serbia. **Thermal Science**, v.16, n.3, p. 915-929, 2012.
- MIJAKOVSKI, V.; GERAMITCIOSKI, T.; MITREVSKI, V. RESULTS FROM THE

ENERGY AUDIT OF THE HIGH SCHOOL DORM" MIRKA GINOVA"-BITOLA. **Acta Technica Corviniensis-Bulletin of Engineering**, v.8, n.3, p. 73, 2015.

MINISTÉRIO de MINAS e ENERGIA - MME. **Plano Nacional de Eficiência Energética**: Premissas e Diretrizes Básicas. Brasília: MME, 2011.

MME - MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA . Plano Nacional de Eficiência Energética. Brasília, 2011.

MOYA, D; TORRES, R.; STEGEN, S.. Analysis of the Ecuadorian energy audit practices: A review of energy efficiency promotion. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v.62, p. 289-296, 2016.

MUAZU, A., et al. Energy audit for sustainable wetland paddy cultivation in Malaysia. **Energy**, v. 87, p. 182-191, 2015.

MUKHOPADHYAY, N.; NANDA, R. G. A Study on Energy Audit of a Cold Storage. *International Journal of Engineering Research and Applications*, v.5, n.4, p.06-10, 2015.

MUNDIAL, G. B. **Estratégia de Energia**: Abordagem setorial. 2009. Disponível em:

<http://siteresources.worldbank.org/EXTESC/Resources/Approach_Paper_PORT.pdf?resourceurlname=Approach_Paper_PORT.pdf>. Acesso em: 04 jun. 2014.

NATIONAL ENERGY POLICY. **Using energy wisely**: Increasing Energy Conservation and Efficiency. In: Reliable affordable and environmentally sound energy for the American Future. Cap 4. Washington, 2001.

NORO, M.; LAZZARIN, R. M. Energy audit experiences in foundries. **International Journal of Energy and Environmental Engineering**, v.7, n.4, p.409-423, 2016.

NOSRATI, M; SREEKRISHNAN, T. R.; MUKHOPADHYAY, S. N. Energy audit, solids reduction, and pathogen inactivation in secondary sludges during batch thermophilic aerobic digestion process. **Journal of Environmental Engineering**, v.133, n.5, p. 477-484, 2007.

NOSTE, E. E., et al. Energy audit of the med-1 mobile hospital and implications for increased efficiency in mobile health care delivery. **Annals of Emergency Medicine**, v.62, n.4, 2013.

OLIVEIRA, L. S. **Gestão energética de edificações públicas no Brasil**. 249 f. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) – Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

OYELARAN, O. A.; TWADA, Y Yusuf; SANUSI, O. M. **Aceh International Journal of Science and Technology**. 2016.

PADULA, A. D.; VADON, J. Uma metodologia de Diagnóstico Organizacional Global para a consultoria de gestão de pequenas e médias empresas. **Revista de Administração**, v. 31, n. 1, p. 32-43, 1996.

PARAMONOVA, S; THOLLANDER, P.. Ex-post impact and process evaluation of the Swedish energy audit policy programme for small and medium-sized enterprises. **Journal of Cleaner Production**, v. 135, p. 932-949, 2016.

PARDO, M. A., et al. Energy audit of irrigation networks. **Biosystems engineering**, v.115, n.1, p. 89-101, 2013.

PESCARU, R. A.; BARAN, I; DUMITRESCU, L. Energy efficiency of public buildings

toward nzeb possibilities and constraints. Buletinul Institutului Politehnic din Iasi. Sectia Constructii, Arhitectura, 2014, 60.4: 163.

PINA, V.M.C. et al. **Manual para diagnóstico de administração de empresas**. São Paulo: Atlas 1972

REED, J. H., et al. Predicting air conditioner load curves from energy audit data: a comparison of predicted and actual air conditioning data from the Athens load control experiment. **IEEE Transactions on Power Systems**, v. 5, n.2, p.359-366, 1990.

RHODES, J.; STEPHENS, B. Energy audit analysis of residential air-conditioning systems in Austin, Texas. **ASHRAE Transactions**, p.118: 143, 2012.

RHODES, J.; STEPHENS, B.. Energy audit analysis of residential air-conditioning systems in Austin, Texas. **ASHRAE Transactions**, v.118, p.143, 2012.

RODRIGUES, M., C., B., P. **Eficiência Energética no Setor Residencial**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica na especialidade de Energia e Ambiente) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra, Coimbra, 2011.

ROMÉRO, M. A.; REIS, L. B. **Eficiência energética em edifícios**. Barueri: Manole, 2012.

SALVADORI, G., et al. The energy audit activity focused on the lighting systems in historical buildings. **Energies**, v.9, n.12, p. 998, 2016.

SANTOS, L. H. Z.; CANÊO, L. C. Contribuições do Diagnóstico Organizacional para o Planejamento de intervenções em Psicologia Organizacional em uma empresa do ramo metalúrgico. Congresso de iniciação científica, n. 21. **Anais...**Bauru: Unesp, 2009

SCHMITT, G.R. **Turnaround**: a reestruturação dos negócios. São Paulo: Makron Books, 1996.

SCRIDELLI, M. **Eficiência Energética**:Oportunidade de Negócio. Apresentação. CPFL Paulista. Acesso em: 12 dez de 2013, p.3.

SEBASTIAN, Naghiu George, et al. Considerations related to economic efficiency indices in case of energy audit for buildings. **Annals-Economy Series**, v.5, p.92-97, 2014.

SHEN, B; PRICE, L; LU, H. Energy audit practices in China: National and local experiences and issues. **Energy Policy**, v.46, p. 346-358, 2012.

SILVA, R. B. **Diagnóstico Organizacional como Base para o Planejamento Estratégico**. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

SOLTANALI, H; NIKKHAH, A; ROHANI, A. Energy audit of Iranian kiwifruit production using intelligent systems. **Energy**, v.139, p. 646-654, 2017.

SÔNEGO, A. A. ; MARCELINO, R ; GRUBER. V. A internet das coisas aplicada ao conceito de eficiência energética: uma análise quantitativo-qualitativa do estado da arte da literatura. **Atos revista eletrônica**, v. 5, n. 2, 2016.

SPREHN, Kelly A., et al. Content analysis of home energy audit reports: Quantitative methodology for standardization. **Journal of Architectural Engineering**, v.21, n.4, 2015.

- SPREITZER, G. M.; GRANT, T. Helping students manage their energy: Taking their pulse with the energy audit. **Journal of Management Education**, v.36, n.2, p. 239-263, 2012.
- SRINATH, G.; KUMAR, N. U. Energy Audit as a Tool for Improving System Efficiency in Industrial Sector. **International Journal of Engineering Research and Applications**, v.4, n.6, p. 06-11, 2014.
- STANKOVIĆ, S., et al. Evaluation of energy efficiency measures applied in public buildings (schools & hospitals) in Serbia. **Spatium**, v. 20, p.1-8, 2009.
- TAYLOR, A. E. B.; O'CALLAGHAN, P. W.; PROBERT, S. D. Energy audit of an English farm. **Applied Energy**, v. 44, n.4, p. 315-335, 1993,
- TEJI, D. S.; BALON, Ronald J. Using a personal computer to collect and analyse energy audit data. **Journal of microcomputer applications**, v.10, n.1, p. 11-18, 1987.
- TONN, B.; BERRY, L. Determinants of participation in home energy audit/loan programs: discrete choice model results. **Energy**, v. 11, n.8, p.785-795, 1986.
- TRIMBLE, J; HIRST, E. Energy Use in Institutional Buildings: Estimates From State Energy-Audit Surveys. **Journal of Business & Economic Statistics**, v.1., n.4, p. 337-347,1983.
- TURRIONI, J. B.; MELLO, C.H.P. 2012. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção: estratégias, métodos e técnicas para condução de pesquisas quantitativas e qualitativas**. [Apostila do curso de Especialização em Qualidade e Produtividade]. Universidade Federal de Itajubá. Itajubá, MG.
- UNITED NATIONS. **Realizing the Potential of Energy Efficiency. Targets, Policies, and Measures for G8 Countries**. 2007. Disponível em: http://www.se4all.org/sites/default/files//2013/09/realizing_potential_energy_efficiency.pdf, Acesso em: 30 out de 2015.
- VEERABOINA, P.; RATNAM, G. Y. Analysis of the opportunities and challenges of solar water heating system (SWHS) in India: Estimates from the energy audit surveys & review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v.16, n.1, p. 668-676, 2012.
- VEERABOINA, P.; RATNAM, G. Y. Analysis of the opportunities and challenges of solar water heating system (SWHS) in India: Estimates from the energy audit surveys & review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v.16, n.1, p. 668-676, 2012.
- VIANA, A. N. C., et al. **Eficiência energética: fundamentos e aplicações**. 1 ed. São Paulo: Elektro, UNIFEI, Excen, FUPAI, 2012. 314 p.
- WENG, A. L. S. et al. **Towards Cooling Tower Efficiency-An Energy Audit Approach**. In: MATEC Web of Conferences. EDP Sciences, p. 02011, 2017.
- World Energy Council - WEC. **Energy Efficiency Policies and Measures**. Londres, 2015.
- XU, P., et al. Assessment of energy-saving technologies retrofitted to existing public buildings in China. **Energy Efficiency**, v.9, n.1, p. 67-94, 2016.
- XUE-LIAN, B.; HUI-FANG, L.. Strategies of improving energy efficiency of HVAC systems of public buildings. **Journal of Central South University of Technology**,

v.14, p. 167-172, 2007.

YAN-PING, F.; YONG, W.; CHANG-BIN, L. Energy-efficiency supervision systems for energy management in large public buildings: Necessary choice for China. **Energy Policy**, v. 37m n.6, p. 2060-2065, 2009.

YIN, R. K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

ZHAO, J; WU, Y.; ZHU, N. Implementing effect of energy efficiency supervision system for government office buildings and large-scale public buildings in China. **Energy Policy**, v.37, n.6,p.2079-2086, 2009.

APÊNDICES

APÊNDICE I – Síntese da Revisão bibliográfica sistemática sobre eficiência energética em prédios públicos

Nº	TÍTULO	AUTOR	LOCAL	OBJETIVO	ANO	PERIÓDICO
1	Updates to the China Design Standard for Energy Efficiency in public buildings	Tianzhen Hong, Cheng Li , Da Yan	China	Revisa as principais mudanças no Padrão de Design da China para Eficiência Energética em edifícios públicos, incluindo expansão de cobertura de eficiência energética e requisitos de eficiência mais rigorosos	2015	Energy Policy
2	Enhancing energy efficiency in public buildings: The role of local energy audit programmes	Eleonora Annunziata , Francesco Rizzi, Marco Frey	Itália	Investigar quais fatores influenciam a adoção de eficiência energética em edifícios municipais.	2014	Energy Policy
3	Energy efficiency supervision strategy selection of Chinese large-scale public buildings	Jin, Zhenxing ; Wu, Yong ; Li, Baizhan ; Gao, Yafeng	China	Discutir sobre consumo de energia, desenvolvimento de edifícios e consumo de energia em edifícios, além de pontos sobre gerenciamento e manutenção de eficiência energética em edifícios públicos de grande escala	2009	Energy Policy
4	Implementing effect of energy efficiency supervision system for government office buildings and large-scale public buildings in China	Zhao, Jing ; Wu, Yong ; Zhu, Neng	China	Analisar o efeito de implementação na China há menos de um ano e o caminho do sistema de supervisão de eficiência energética, descrevendo as conquistas e problemas durante o processo de implementação nas primeiras províncias e cidades de demonstração.	2009	Energy Policy
5	Government regulation and associated innovations in building energy-efficiency supervisory systems for large-scale public buildings in a market	Dai, Xuezhi ; Wu, Yong ; Di, Yanqiang ; Li, Qiaoyan	China	Propor o conceito de "mudança e redesenho de supervisão governamental na construção de eficiência energética ", reposicionando o papel de governo supervisão.	2009	Energy Policy

Nº	TÍTULO	AUTOR	LOCAL	OBJETIVO	ANO	PERIÓDICO
	economy					
6	Energy-efficiency supervision systems for energy management in large public buildings: Necessary choice for China	Yan-Ping, Feng ; Yong, Wu ; Chang-Bin, Liu	China	Discutir como o grande edifício público é definido, e estudar desempenho energético em grandes edifícios públicos, além de descrever barreiras para melhorar a eficiência energética de grandes edifícios públicos na China e examinar as políticas e programas de eficiência energética adotados nos Estados Unidos e na União Européia.	2009	Energy Policy
7	Worldwide Research on Energy Efficiency and Sustainability in Public Buildings	de la Cruz-Lovera, C. ; Perea-Moreno, A.J. ; de la Cruz-Fernández, J.L. ; Alvarez-Bermejo, J.A. ; Manzano-Agugliaro, F	Suíça	Estudar as contribuições significativas que as diferentes instituições internacionais fizeram no campo da sustentabilidade e da eficiência energética, com foco em edifícios públicos, determinando o status e as tendências de desenvolvimento no campo de sustentabilidade nos últimos 40 anos para ajudar a comunidade de pesquisa a entender melhor a atual e situação futura, bem como para prever mudanças dinâmicas que podem ocorrer em linhas de pesquisa.	2017	sustainability
8	ENERGY EFFICIENCY OF PUBLIC BUILDINGS TOWARD NZEB POSSIBILITIES AND CONSTRAINTS	Pescaru, Radu ; Baran, Irina ; Dumitrescu, Laura Pescaru, Radu	Romênia	apresenta as possibilidades de economizar energia em alguns edifícios educacionais pertencentes à Universidade Técnica "Gheorghe Asachi" da Iasi, adotando algumas medidas de isolamento térmico adicionais diferentes nos elementos de envólucro e painéis	2014	

Nº	TÍTULO	AUTOR	LOCAL	OBJETIVO	ANO	PERIÓDICO
				fotovoltaicos colocados nas áreas opacas de paredes externas e telhados de terraço		
9	Energy efficiency and risk management in public buildings: strategic model for robust planning	Cano, Emilio ; Moguerza, Javier ; Ermolieva, Tatiana ; Ermoliev, Yuri	Austria	Propõe um modelo estocástico para tomada de decisão sobre investimento em novas energias	2014	Computational Management Science
10	Application and importance of cost-benefit analysis to energy efficiency projects in public buildings: The case of serbia	Mihić, Marko ; Petrović, Dejan Č ; Vučković, Aleksandar M. ; Obradović, Vladimir Lj ; Djurović, Dejan M.	Belgrade	Apresentar as vantagens de usar a análise custo-benefício em projetos de eficiência energética implementados em edifícios públicos e provar a hipótese de que a análise custo-benefício melhore a efetividade e eficiência desse tipo de projetos	2012	Thermal Science
11	USER COMFORT AND ENERGY EFFICIENCY IN PUBLIC BUILDINGS OF HOT COMPOSITE CLIMATE OF MULTAN, PAKISTAN	Nazar Abass Kazmi, No mana Anjum, Nazia Iftikhar and Shakeel Qureshi	Paquistão	Investigar e avaliar a eficiência térmica e energética dos edifícios públicos com referência ao nível de conforto do usuário	2011	Journal of Research in Architecture and Planning
12	Role of financial mechanisms for accelerating the rate of water and energy efficiency retrofits in Australian public buildings: Hybrid Bayesian Network and System Dynamics modelling approach	Bertone, Edoardo ; Sahin, Oz ; Stewart, Rodney A. ; Zou, Patrick X.W. ; Alam, Morshed ; Hampson, Keith ; Blair, Evan	Austrália	Desenvolver um modelo Bayesian Network - System Dynamics acoplado com o objetivo principal de avaliar a influência provável de opções de financiamento e procedimentos de compras em cenários de resultados de desenvolvimento público em contexto australiano	2017	Applied Energy
13	Assessment of energy-saving technologies retrofitted to existing public buildings in China	Xu, Peng ; Shen, Yang ; Chen, Lu ; Mao, Jiachen ;	China	Comparar e analisar as economias de energia e a relação custo-eficácia de várias tecnologias de poupança de energia adaptadas a edifícios	2016	Energy Efficiency

Nº	TÍTULO	AUTOR	LOCAL	OBJETIVO	ANO	PERIÓDICO
		Chang, Eric ; Ji, Ying		comuns na China.		
14	A close look at the China Design Standard for Energy Efficiency of Public Buildings	Hong, Tianzhen	China	<p>Analisar o China national standard GB50189-2005, Design Standard for Energy Efficiency of Public Buildings e, em seguida, comparar com ASHRAE Standard 90.1-2004 para identificar discrepâncias.</p> <p>Recomendar algumas medidas de conservação de energia que podem ser avaliadas no projeto de edifícios públicos para obter economia de energia .</p>	2009	Energy & Buildings
15	Performance based evaluation of rainwater harvesting system in public buildings	Strelets, K. ; Ovchinnikov, P. ; Dzampaev, T.	Russia	<p>Descrever uma avaliação de desempenho combinada de uma colheita de água de chuva configurada para um caso de estudo específico de edifício público localizado em St. Petersburg.</p>	2016	MATEC Web of Conferences
16	Monitoring and modelling energy efficiency of municipal public buildings: Case study in Catalonia region	Cipriano, Xavier ; Carbonell, Jordi ; Cipriano, Jordi	Espanha	<p>Integrar benchmarking e um processo de modelagem, na mesma análise de eficiência energética.</p>	2009	International Journal of Sustainable Energy
17	Evaluation of energy efficiency measures applied in public buildings (schools & hospitals) in Serbia	<p>Evaluation of energy efficiency measures applied in public buildings (schools & hospitals) in Serbia</p> <p>Stanković Siniša ; Campbell Neil ; Maksimović Duško ;</p>	Sérvia	<p>Implementar melhorias da eficiência energética em edifícios públicos na Sérvia e a verificação da economia de energia e custos, bem como as reduções de emissões de CO2 alcançadas através da implementação das medidas de eficiência energética</p>	2009	Spatium

Nº	TÍTULO	AUTOR	LOCAL	OBJETIVO	ANO	PERIÓDICO
	<p>Strategies of improving energy efficiency of HVAC systems of public buildings</p>	<p>Cvjetković Tanja</p> <p>Bai, XL ; Liu, Hf</p>	<p>China</p>	<p>Propor estratégias para melhorar a eficiência energética de sistemas de ar-condicionado, ventilação de prédios públicos</p>	<p>2007</p>	<p>Journal Of Central South University Of Technology</p>

APÊNDICE II – Síntese da Revisão bibliográfica sistemática sobre auditoria energética

Nº	TÍTULO	AUTOR	OBJETIVO	ANO	PERIÓDICO	LOCAL
1	Energy Audit of the MED-1 Mobile Hospital and Implications for Increased Efficiency in Mobile Health Care Delivery	Noste, E.E. ; Callaway, D.W. ; Mccahill, P.W. ; Rossman, A.J. ; Lempereur, D. ; Kaney, K.	Reduzir a utilização de energia para ampliar o tempo de implantação e expandir os recursos de atendimento ao paciente durante a resposta a desastres	2013	Emergency Medicine	EUA
2	Energy audit practices in China: National and local experiences and issues	Shen , Bo ; Price , Lynn ; Lu , Hongyou	Revisar as políticas e programas nacionais da China sobre auditoria de energia com informações coletadas da pesquisa de uma variedade de instituições chinesas envolvidas em auditorias energéticas. Identificar como as práticas atuais na China relacionadas à auditoria energética diferem das práticas de auditoria de energia encontradas em todo o mundo	2012	Energy policy	China
3	Adoption of energy-efficiency measures in SMEs—An empirical analysis based on energy audit data from Germany	Fleiter , Tobias ; Schleich , Joachim ; Ravivanpong , Ployplearn	Investigar fatores que impulsionam a adoção de medidas de eficiência energética por pequenas e médias empresas (PMEs)	2012	Energy policy	Alemanha

Nº	TÍTULO	AUTOR	OBJETIVO	ANO	PERIÓDICO	LOCAL
4	Energy audit of a full scale MBR system	Fenu, A. ; Roels, J. ; Wambecq, T. ; De Gusseem, K. ; Thoeye, C. ; De Gueldre, G. ; Van De Steene, B.	analisar os custos de energia de diferentes compartimentos e dispositivos através de um modelo biológico dinâmico calibrado de um biorreator de membrana de escala completa	2010	Desalination	Bélgica
5	Enhancing energy efficiency in public buildings: The role of local energy audit programmes	Annunziata, Eleonora ; Rizzi, Francesco ; Frey, Marco	Realizar uma análise estatística para investigar quais fatores influenciam a adoção da eficiência energética em edifícios municipais	2014	Energy policy	Itália
6	Energy audit of irrigation networks	Pardo, MA ; Manzano, J ; Cabrera, E ; Garcia-Serra, J	Aplicar uma auditoria de energia a uma rede de irrigação de paisagem. Analisar os indicadores e, de acordo com eles, propor ações para melhorar gerenciamento de água e energia, além de quantificar os benefícios energéticos e realizar uma análise de custo.	2013	Biosystems Engineering	Espanha
7	A study of the comparability of energy audit program evaluations	Andersson, Elias ; Arfwidsson, Oskar ; Bergstrand, Victor ; Thollander, Patrik	Realizar uma revisão da literatura com cinco avaliações de diferentes programas de auditoria energética, onde os problemas da incomparabilidade e atual entre os programas devido a diferenças são	2017	Journal of Cleaner Production	Suécia

Nº	TÍTULO	AUTOR	OBJETIVO	ANO	PERIÓDICO	LOCAL
			discutidos.			
8	Energy audit: a management tool in health centers	García Sanz-Calcedo, Justo ; Cuadros, Francisco ; López Rodríguez, Fernando	avaliar a viabilidade da auditoria de energia como uma ferramenta de gestão na atenção primária para melhorar a eficiência energética e o desempenho ambiental de um centro de saúde, reduzindo seus custos operacionais	2011	Gaceta sanitaria	Espanha
9	Impact after three years of the Swedish energy audit program	Backlund, Sandra ; Thollander, Patrik	examinar a lacuna de implementação de eficiência energética e a eficiência de custo do programa, examinando as medidas de eficiência energética sugeridas e implementadas a partir das auditorias energéticas realizadas em 241 empresas	2015	Energy	Suécia

Nº	TÍTULO	AUTOR	OBJETIVO	ANO	PERIÓDICO	LOCAL
10	Energy audit for sustainable wetland paddy cultivation in Malaysia	Muazu, A. ; Yahya, A. ; Ishak, W.I.W. ; Khairunniza-Bejo, S.	realizar uma avaliação completa na fazenda de todos os insumos utilizados no sistema de cultivo de arroz, desenvolver modelo preditivo de rendimento e realizar análise de custos, para identificar a extensão da contribuição de cada um dos fontes de energia utilizadas e de operações praticadas pelos agricultores que militam contra a sustentabilidade do sistema	2015	Energy	Malásia
11	Energy audit devices with discrete integrators based on superionic conductors	Gorbunov, I. ; Karamov, F.	Pesquisar opções para o uso de dispositivos integrantes baseados em condutores superionicos, como integradores discretos (DI) [1], para o desenvolvimento de novos métodos de medição e controle de parâmetros de vários processos físicos e desenvolvimento de dispositivos para implementação desses métodos	2015	Russian Journal of Electrochemistry	Rússia

Nº	TÍTULO	AUTOR	OBJETIVO	ANO	PERIÓDICO	LOCAL
12	Energy audit of schools by means of cluster analysis	Arambula Lara, Rigoberto ; Pernigotto, Giovanni ; Cappelletti, Francesca ; Romagnoni , Piercarlo ; Gasparella, Andrea	Explorar um método para agrupar um grande conjunto de edifícios existentes para agrupá-los com base das características que têm a maior contribuição em energia níveis de consumo. O objetivo final é encontrar alguns representantes escolas, que poderiam ser monitoradas, modeladas também por meio de simulação técnicas de calibração e analisadas, para avaliar o impacto das intervenções, e para otimizar, por um ótimo custo-benefício abordagem, a lista das possíveis medidas de adaptação	2015	Energy & Buildings	Itália
13	Energy conservation potential of an energy audit within the pulp and paper industry in Morocco	Boharb, Ali ; Allouhi, Amine ; Saidur, Rahman ; Kousksou, Tarik ; Jamil, Abdelmajid	Visa identificar oportunidades de conservação de energia em uma pequena e média indústria de papel, através de uma auditoria e viabilidade financeira.	2017	Journal of Cleaner Production	Marrocos
14	Energy audit analysis of residential air-conditioning systems in Austin, Texas	Rhodes, Joshua ; Stephens, Brent ; Webber, Michael E.	Caracteriza casas e seus sistemas de ar condicionado e estimam a economia de energia alcançável de 5000 auditorias de energia	2012	ASHRAE Transactions	EUA

Nº	TÍTULO	AUTOR	OBJETIVO	ANO	PERIÓDICO	LOCAL
			doméstica realizadas em Austin.			
15	Analysis of the opportunities and challenges of solar water heating system (SWHS) in India: Estimates from the energy audit surveys & review	Veeraboina, Punnaiah ; Ratnam, G. Yesu	explorar o sistema de aquecimento solar de água (oportunidades) na Índia.	2012	Renewable and Sustainable Energy Reviews	India
16	Energy audit of an educational building in a hot summer climate	Alajmi, Ali	Realizar técnicas de auditoria de energia por uma equipe de auditoria de energia (EAT) para identificar quaisquer oportunidades de conservação de energia	2012	Energy & Buildings	Kuwait
17	Ex-post impact and process evaluation of the Swedish energy audit policy programme for small and medium-sized enterprises	Paramonova, Svetlana ; Thollander, Patrik	Examinar o Programa de Auditoria de Energia da Suécia por meio da avaliação de processo e impacto	2016	Journal of Cleaner Production	Suécia
18	Infrared Screening of Residential Buildings for Energy Audit Purposes: Results of a Field Test	Angela Panza ; Luca Sarto ; Giuliano Dall'O'	Mostrar e discutir os resultados de uma campanha de auditoria infravermelha em 14 edifícios existentes localizados na província de Milão (Itália), realizados em diferentes períodos de construção e caracterizados, por isso, por diferentes tecnologias de construção.	2013	Energies	Itália

Nº	TÍTULO	AUTOR	OBJETIVO	ANO	PERIÓDICO	LOCAL
19	Energy Audit of a Fiberboard Drying Production Line Using Simprosys Software	Gong, Zhen-Xiang ; Stanovský, Ján ; Mujumdar, Arun	Apresentar um estudo de caso da Simprosys aplicado à avaliação de eficiência energética de uma linha de produção de secagem de fibra de carbono existente	2011	Drying Technology	Canadá
20	Analysis of the MAP/PH/1 service system with repeat calls and energy audit	Dudin, A. ; Dudina, O	Analisar sistema de fila de linha única com chamadas repetidas, um fluxo de consultas do Markov e uma distribuição de fase do tempo de serviço para consultas	2015	Automatic Control and Computer Sciences	Rússia
21	The German energy audit program for firms—a cost-effective way to improve energy efficiency?	Fleiter, Tobias ; Gruber, Edelgard ; Eichhammer, Wolfgang ; Worrell, Ernst	Apresentar uma avaliação do programa alemão de auditoria energética, em termos de economia de energia e de CO ₂ , bem como a relação custo-eficácia do programa	2012	Energy Efficiency	Alemanha
22	Energy Audit: A Case Study	Sanjay Kumar ; Tarlochan Kaur	Fornecer uma visão geral das medidas gerais de conservação de energia (ECMs) que podem recomendar-se para NIT Hamirpur, para indicar algumas das opções que o auditor de energia pode considerar ao realizar uma análise desse instituto.	2013	International Journal of Research in Management	Índia

Nº	TÍTULO	AUTOR	OBJETIVO	ANO	PERIÓDICO	LOCAL
23	Energy audit experiences in foundries	Noro, M. ; Lazzarin, R.	Informar sobre o desempenho energético das fundições de ferro fundido juntamente com algumas propostas de conservação de energia	2016	International Journal of Energy and Environmental Engineering	Itália
24	Energy audit and prospective energy conservation: Studies at residential college buildings in a tropical region	Ainurzaman Jamaludin, Adi ; Zalina Mahmood, Noor ; Keumala, Nila ; Rosemary Mohd Ariffin, Ati ; Hussein, Hazreena	Apresentar a eficiência do uso e potencial de redução de eletricidade em 12 colégios residenciais localizados no Campus da Universidade de Malaya, Kuala Lumpur	2013	Facilities	Malásia
25	Energy audit and air-conditioning system renovation analysis on office buildings using air-source heat pump in Shanghai	Han, Xing ; Chen, Jianbo ; Huang, Chen ; Weng, Wenbing ; Wang, Lihui ; Niu, Runping	Estudar o consumo de energia de edifícios de escritórios usando bomba de calor de ar-fonte, investigando seis edifícios de escritórios em Xangai através de uma auditoria energética	2014	Building Services Engineering Research & Technology	China
26	THE ROLE OF GIS IN ENERGY AUDIT OF PUBLIC LIGHTING	Glavas, Hrvoje ; Mesaric, Dalibor ; Ivanovic, Milan	Descrever o uso de ferramentas GIS de código aberto na auditoria energética do sistema de iluminação pública	2015	Acta Technica Corviniensis - Bulletin of Engineering	
27	Energy audit of Iranian kiwifruit production using intelligent systems	Soltanali, Hamzeh ; Nikkhah, Amin ; Rohani, Abbas	Modelar os fluxos de energia da produção de quivis na província de Guilán no Irã (como estudo de caso) utilizando modelos de rede neuronal artificial (ANN) +	2017	Energy	Irã

Nº	TÍTULO	AUTOR	OBJETIVO	ANO	PERIÓDICO	LOCAL
			modelagem de algoritmo genético (GA) e regressões lineares múltiplas (MLR) + modelagem GA.			
28	A Study on Energy Audit of a Cold Storage	Dr. N. Mukhopadhyay ; Raj Gopal Nanda	Determinar o consumo de energia de um armazenamento a frio para diferentes temperaturas de armazenamento. O consumo de energia dos elementos do sistema, como compressor, condensador e ventilador do evaporador, foi medido e avaliado	2015	International Journal of Engineering Research and Applications	India
29	Energy audit of a textile mill - a case study	Abid, M		2016	IIUM Engineering Journal	
30	Towards Cooling Tower Efficiency- An Energy Audit Approach	Long Su Weng Alwin ; Mekbib At Naw Samson ; Binti Zailan Roziah ; Muhtazam Noor Din Muhamad	Estudar as tendências de geração de energia da rede nacional e do gás por um período de 4 anos. A auditoria energética de sistemas críticos como este é necessária para uma melhor utilização de energia.	2017	MATEC Web of Conferences	
31	Energy Audit and Base Case Simulation of Ryerson University Buildings	Fung, Alan ; Taherian, Hessam ; Hossain, Mirza ; Rahman, Md ; Selim, Mohamed	Apresentar e desenvolver modelos e simulação de consumo de energia em 86% dos prédios do campus da Universidade	2015	ASHRAE Transactions	Canadá

Nº	TÍTULO	AUTOR	OBJETIVO	ANO	PERIÓDICO	LOCAL
			Ryerson.			
32	Energy Audit of Sardar Patel College, Chandrapur, Central India	Prashik P Kamble ; Rahul K Kamble	Realizar uma auditoria de energia do Sardar Patel College	2014	International Journal of Environment	India
33	Energy audit in feed production plant	Gembicki, J.	Discutir sobre auditoria de energia em um plano de produção e especificar o seu consumo de energia e, se for muito alta, propor mudanças visando reduzi-lo	2016	E3S Web of Conferences	Polônia
34	Energy audit and conservation opportunities for pyroprocessing unit of a typical dry process cement plant	Kabir, G. ; Abubakar, A.I. ; El-Nafaty, U.A.	Alcançar um esquema de gerenciamento de energia efetivo e eficiente, empregando a análise de auditoria de energia térmica na unidade de pirotecnologia da fábrica de cimento.	2010	Energy	Nigéria
35	CONSIDERATIONS RELATED TO ECONOMIC EFFICIENCY INDICES IN CASE OF ENERGY AUDIT FOR BUILDINGS	Naghiu George Sebastian ; Giurca Ioan	Descrever uma síntese de critérios econômicos da Romênia e do exterior com base em que é feita a escolha de soluções técnicas relativas à modernização energética de edifícios existentes.	2014	Analele Universității Constantin Brâncuși din Târgu Jiu : Seria Economie	Romênia
36	Energy audit data for a resort island in the South China Sea	Basir Khan, M Reyasudin ; Jidin, Razali ; Pasupuleti, Jagadeesh	Utilizar dados de uma auditoria energética para propor uma combinação ótima de sistemas híbridos de energia	2016	Data in brief	China

Nº	TÍTULO	AUTOR	OBJETIVO	ANO	PERIÓDICO	LOCAL
			renovável capazes de mitigar a dependência do combustível diesel na ilha			
37	Energy Audit as a Tool for Improving System Efficiency in Industrial Sector	Gopi Srinath ; N. Uday Kumar	Apresentar as características do consumo de energia no setor industrial, a metodologia e os resultados das auditorias energéticas (EA) realizadas em locais industriais e potenciais para melhorias na eficiência energética (EE).	2014	International Journal of Engineering Research and Applications	India
38	Helping Students Manage Their Energy: Taking Their Pulse with the Energy Audit	Spreitzer, Gretchen M. ; Grant, Traci	Apresentar uma ferramenta para ajudar os alunos a aprender a gerenciar melhor sua energia.	2012	Journal of Management Education	Estados Unidos
39	Analyzing the results of buildings energy audit by using grey incidence analysis	Karimi, Tooraj ; Forrest, Jeffrey	Analisar os resultados dos relatórios de auditoria energética e define as características mais favoráveis do sistema, que é o consumo de energia dos edifícios e os fatores mais favoráveis que afetam essas características para modificá-los e aprimorá-los	2014	Grey Systems: Theory and Application	Irã
40	Content Analysis of Home Energy Audit Reports: Quantitative Methodology for Standardization	Sprehn, Kelly A ; Whelton, Michael G ; Riley, David R ; Okudan-Kremer, Gül E	Usar opinião de especialistas para validar o conteúdo que é importante para apresentação em relatórios com resultados de auditorias energéticas	2015	Journal of Architectural Engineering	Estados Unidos

Nº	TÍTULO	AUTOR	OBJETIVO	ANO	PERIÓDICO	LOCAL
			residenciais por profissionais de energia.			
41	Analysis of the Ecuadorian energy audit practices: A review of energy efficiency promotion	Moya, Diego ; Torres, Roberto ; Stegen, Sascha	Combinar uma análise das políticas e programas nacionais do Equador sobre práticas de auditoria energética com informações coletadas de uma variedade de instituições locais envolvidas em atividades de auditoria de energia, além discutir a prática internacional de auditoria de energia com foco em políticas governamentais, padrões de auditoria de energia, ferramentas e técnicas aplicadas em sistemas de calor, ventilação e ar condicionado (HVAC), iluminação e isolamento; e abordar a análise de lacunas dos programas de auditoria de energia do Equador em comparação com a prática internacional também.	2016	Renewable and Sustainable Energy Reviews	Equador
42	RESULTS FROM THE ENERGY AUDIT OF THE HIGH SCHOOL DORM "MIRKA GINOVA"-BITOLA	Mijakovski, Vladimir ; Geramitciovski, Tale ; Mitrevski, Vangelce	Realizar uma auditoria energética nos dormitórios de Faculdade de ciências técnicas	2015	Acta Technica Corviniensis	

Nº	TÍTULO	AUTOR	OBJETIVO	ANO	PERIÓDICO	LOCAL
43	Energy Audit Analysis of Residential Air-Conditioning Systems in Austin, Texas	Rhodes, Joshua ; Stephens, Brent ; Webber, Michael		2012	ASHRAE Transactions	Estados Unidos
44	The Energy Audit Activity Focused on the Lighting Systems in Historical Buildings	Salvadori, Giacomo ; Fantozzi, Fabio ; Rocca, Michele ; Leccese, Francesco	Analisar o estudo de caso de um edifício histórico usado como escritórios públicos em Pisa (Itália) e descrever como é possível realizar uma atividade de auditoria de energia (especialmente dedicada ao sistema de iluminação) mostrando como, para esse tipo de edifícios, é possível obter economias de energia significativas com uma remodelação do sistema de iluminação.	2016	Energies	Itália
45	Energy Audit of an Industry: A Case Study of Fabrication Company	Olatunde Ajani Oyelaran ; Yau Yusuf Twada ; Olawale Monsur Sanusi	Examinar o padrão de consumo de energia em alimentos Indústria de Processos e Companhia de Destilação e Engarrafamento, identificar as fontes de resíduos de energia nas indústrias selecionadas e desenvolver estratégias adequadas para economias de energia efetivas nas indústrias pesquisadas.	2016	Aceh International Journal of Science and Technology	Nigéria

Nº	TÍTULO	AUTOR	OBJETIVO	ANO	PERIÓDICO	LOCAL
46	Development of a home energy audit methodology for determining energy-efficient, cost-effective measures in existing single-family houses using an easy-to-use simulation	Kim, Kee ; Haberl, Jeff	Desenvolver uma metodologia de auditoria de energia doméstica fácil de usar e que economizasse tempo para usuários que não estão familiarizados com a construção de física e a construção de programas de simulação de energia, como proprietários, etc.	2015	Building Simulation	Estados Unidos
47	ENERGY AUDIT AS TOOL FOR DECREASING OF ENERGY CONSUMPTION	Tirshu M ; Zaitsev D.A ; Golub I.V	Apresentar resultados da auditoria energética para sete organizações públicas.	2013	Problems of the Regional Energetics	Moldávia
48	Using grey incidence to analyze the energy audit reports and rough set for rule extraction	Karimi, T. ; Forrest, J.Y.-L.	Analisar os relatórios de auditoria energética para definir os fatores mais favoráveis que afetam o consumo de energia dos edifícios.	2016	Kybernetes	Irã
49	Analysis of the opportunities and challenges of solar water heating system (SWHS) in India: Estimates from the energy audit surveys & review	Veeraboina, Punnaiah ; Ratnam, Gyesu Veeraboina, Punnaiah	Explorar o sistema solar de aquecimento de água (oportunidades) na Índia.	2012	Renewable & Sustainable Energy Reviews	Índia
50	Energy audit and waste heat recovery system design for a cement rotary kiln in Ethiopia: A case study	Ayu, T ; Hailu, M ; Hagos, F ; Atnaw, S Ayu, T	Lidar com a modelagem e o projeto de sistemas de auditoria e recuperação de calor, levando uma fábrica de cimento na Etiópia como	2015	International Journal of Automotive and Mechanical Engineering	Etiópia

Nº	TÍTULO	AUTOR	OBJETIVO	ANO	PERIÓDICO	LOCAL
			estudo de caso			
51	Classification of energy consumption patterns for energy audit and machine scheduling in industrial manufacturing systems	Le, Cao Vinh ; Pang, Chee Khiang ; Gan, Oon Peen ; Chee, Xiang Min ; Zhang, Dan Hong ; Luo, Ming ; Chan, Hian Leng ; Lewis, Frank L	Introduzir uma nova abordagem para reduzir o número de sensores necessários no processo de rastreamento, identificando os estados operacionais com base em dados de energia em tempo real	2013	Transactions of the Institute of Measurement and Control	China
52	Overcoming internal barriers to industrial energy efficiency through energy audit: a case study of a large manufacturing company in the home appliances industry	Chiaroni, Davide ; Chiesa, Vittorio ; Franzo, Simone ; Frattini, Federico ; Manfredi Latilla, Vito Chiaroni, Davide	Apresentar e discutir uma metodologia inovadora para auditoria de energia desenvolvida e implementada por uma grande empresa de fabricação	2016	Clean Technologies and Environmental Policy	Alemanha
53	A Scandinavian chemical wood pulp mill. Part 1. Energy audit aiming at efficiency measures	Klugman, Sofia ; Karlsson, Magnus ; Moshfegh, Bahram	Descrever uma usina química de celulose e celulose em termos de uso e suprimento de energia, como estudo de caso, e informar alguns dos pontos de conservação de energia no moinho.	2006	Applied Energy	Suécia
54	Energy audit of a steel mill	Ho, J.C. ; Chou, S.K. ; Chandratille, T.T.	Apresentar uma auditoria de uso de energia em uma usina siderúrgica em Cingapura, que produz fios e barras de sucata usando o processo do forno a arco	1991	Energy	Singapura

Nº	TÍTULO	AUTOR	OBJETIVO	ANO	PERIÓDICO	LOCAL
55	Effects of Environmental Temperature Change on Building Energy Audit Measurements	Chistyakov, Yu	Estudar como as mudanças de temperatura ambiental afetam as medidas sobre a resistência à transferência de calor em superfícies delimitadoras, uma vez que esta é uma característica importante medida na auditoria de energia para edifícios domésticos e industriais	2002	Measurement Techniques	Rússia
56	Energy audit case studies II— air conditioning (cooling) systems	Siddhartha Bhatt, M	Discutir uma nova metodologia para a determinação das eficiências de cada segmento em uma instalação de ar condicionado centralizado, uma ferramenta analítica útil na auditoria de energia.	2000	Applied Thermal Engineering	India
57	Energy Audit, Solids Reduction, and Pathogen Inactivation in Secondary Sludges during Batch Thermophilic Aerobic Digestion Process	Journal of Environmental Engineering	Estudar experimentalmente, através de uma auditoria em massa e energia em um digestor aeróbico termófilo de lote de escala de banco, a quantidade e duração da liberação de calor para um secundário típico lodo e investigar o desempenho do reator em lotes com respeito ao seu consumo de energia, remoção	2007	Journal of Environmental Engineering	Irã

Nº	TÍTULO	AUTOR	OBJETIVO	ANO	PERIÓDICO	LOCAL
			de biomassa, patógeno inativação e melhora na desabilitação das lamas.			
58	Energy audit of an English farm	Taylor, A.E.B. ; O'Callaghan, P.W. ; Probert, S.D.	Identificar as oportunidades de economia de energia em um negócio de agricultura mista de terras baixas, para o qual os problemas associados ao uso de combustíveis fósseis foram examinados. Além disso, discutir os impactos ambientais do uso de combustível na fazenda.	1993	Applied Energy	Reino Unido
59	Energy Audit Program Simulation	Macon, M.R; Turban, E.	Desenvolver um modelo de simulação para prever várias medidas de desempenho sob uma variedade de características operacionais, para auxiliar a administração no planejamento para o funcionamento do programa de auditoria energética,	1981	Interfaces	Estados Unidos

Nº	TÍTULO	AUTOR	OBJETIVO	ANO	PERIÓDICO	LOCAL
60	Energy audit of farm equipment	Gupta, R.S.R. ; Rao, A.R.	Avaliar os insumos de energia totais em máquinas e outros equipamentos agrícolas.	1982	Energy	India
61	Review of utility home energy audit programs	Hirst, Eric ; Berry, Linda ; Soderstrom, Jon	Aprender sobre os esforços de serviços públicos passados e presentes para avaliar seus programas de auditoria de energia doméstica.	1981	Energy	Estados Unidos
62	Predicting air conditioner load curves from energy audit data: a comparison of predicted and actual air conditioning data from the Athens load control experiment	Reed, J.H. ; Broadwater, R.P. ; Chandrasekaran, A. ; Oka, A.	Apresentar uma abordagem para estimar as curvas de carga do ar condicionado com base nos ciclos de serviço domésticos	1990	IEEE Transactions on Power Systems	Grécia
63	Evaluating the impact of the Michigan RCS home energy audit program	Kushler, Martin G. ; Saul, John A.	Realizar uma avaliação abrangente do programa de auditoria de energia doméstica do Serviço de Conservação Residencial de Michigan (RCS) usando uma combinação de entrevistas telefônicas e registros de consumo de combustível da empresa de serviços públicos, bem como avaliar o impacto do programa.	1984	Energy	Estados Unidos

Nº	TÍTULO	AUTOR	OBJETIVO	ANO	PERIÓDICO	LOCAL
64	Energy Use in Institutional Buildings: Estimates from State Energy-Audit Surveys	Trimble, John ; Hirst, Eric	Examinar os determinantes da demanda de energia para quase 9 mil edifícios institucionais nos Estados Unidos, apresentando estimativas de demanda de energia ajustadas para diferenças em pesquisas estaduais, bem como para viés de não resposta, como funções de preços de energia, características de construção e variáveis de tipo combustível para aproximações dos equipamentos de ventilação e ar condicionado instalados.	1983	Journal of Business & Economic Statistics	Estados Unidos
65	EVALUATION OF A WISCONSIN UTILITY HOME ENERGY AUDIT PROGRAM.	Hirst, Eric ; Grady, Stephen	Avaliar o programa de auditoria de energia residencial de Wisconsin	1982	Journal of Environmental Systems	Estados Unidos
66	Determinants of participation in home energy audit/loan programs: Discrete choice model results	Tonn, Bruce ; Berry, Linda	Identificar variáveis associadas aos pedidos de auditorias energéticas e / ou empréstimos.	1986	Energy	Estados Unidos
67	Using a personal computer to collect and analyse energy audit data	Teji, Darshan S. ; Balon, Ronald J.	Descrever o conceito de registro de dados de microcomputadores, discutir um caso de exemplo real e lista fontes para equipamentos e software.	1987	Journal of Microcomputer Applications	Estados Unidos

Nº	TÍTULO	AUTOR	OBJETIVO	ANO	PERIÓDICO	LOCAL
68	Analytical market segmentation in nonbusiness situations: marketing the energy audit in the USA	Malhotra, Naresh K	Ilustrar como os princípios e procedimentos aplicados em situações comerciais convencionais também podem ser adotados em situações não comerciais para segmentar significativamente o mercado, por meio de uma investigação empírica do programa de auditoria energética nos EUA.	1984	International Journal of Research in Marketing	Estados Unidos
69	Estudo comparativo de métodos para estimativa do carregamento e rendimento de motores elétricos para auditoria energética Comparative study for estimation of load and performance of electric motors for energy audit	Saulo Campana ; Delly Oliveira Filho ; Antônio Alves Soares ; Rubens Alves de Oliveira	Investigar a precisão de três métodos indiretos para a determinação do índice de carregamento e rendimento de motores elétricos	2000	Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental	Brasil