

INSTITUTO DE TECNOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO (LACTEC)

FÁBIO JOSÉ RICARDO

PRIORIZAÇÃO DE AÇÕES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA PARA REDES DE
HIPERMERCADOS VIA ANÁLISE MULTICRITÉRIO

CURITIBA

2016

FÁBIO JOSÉ RICARDO

PRIORIZAÇÃO DE AÇÕES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA PARA REDES DE
HIPERMERCADOS VIA ANÁLISE MULTICRITÉRIO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento de Tecnologia, área de Concentração Sistemas de Energia Convencionais e Alternativos, do Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento, em parceria com o Instituto de Engenharia do Paraná, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento de Tecnologia.

Orientador: Prof. Dr. Lucio de Medeiros
Coorientador: Prof. Dr. Cresencio Silvio S. Salas

CURITIBA

2016

TERMO DE APROVAÇÃO

FÁBIO JOSÉ RICARDO

**PRIORIZAÇÃO DE AÇÕES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA PARA REDES DE
HIPERMERCADOS VIA ANÁLISE MULTICRITÉRIO**

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento de Tecnologia no programa de Pós-Graduação dos Institutos Lactec, em parceria com o Instituto de Engenharia do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Lucio de Medeiros
Coorientador: Prof. Dr. Cresencio Silvio Segura Salas

Curitiba, 24 de fevereiro de 2016

Aos meus pais José Ricardo (em memória) e Juraci Ricardo

Ao meu filho Henrique Ribeiro Ricardo

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me proporcionar mais esta vitória.

Aos meus familiares pelo apoio incondicional recebido.

Aos Professores Dr. Lucio de Medeiros e Dr. Cresencio Silvio Segura Salas, pela dedicação e contribuição, sem os quais não seria possível a concretização deste trabalho.

Aos colegas da turma 7, especialmente aqueles que dividiram comigo as madrugadas, compartilhando conhecimento e auxiliando na realização deste sonho.

Ao meu filho Henrique que, na inocência dos seus 6 anos de idade, entendeu as ausências, aguardando com fervor meu retorno após as aulas.

RESUMO

Eficiência energética passou a ser um item de total importância no meio das organizações e foco de implantação para melhoria constante, especialmente em empresas que possuem seus processos de produção e/ou produto final comercializado com uma grande fatia dependente de equipamentos e máquinas ligados à energia elétrica, como o setor de hipermercados, em que a despesa com energia elétrica em uma planta tem grande representatividade nos custos. Este trabalho propõe a criação de uma metodologia para identificar e ranquear as lojas de uma rede de varejo de hipermercados, ligada ao setor de comercialização de alimentos, levando-se em conta critérios ligados à eficiência energética, direta ou indiretamente, através da análise Multicritérios com a metodologia AHP (*Analytic Hierarchy Process*). O modelo proposto considera critérios de escolha quantitativos e qualitativos, utilizando dados gerados, como, por exemplo, de contas de energia, temperatura média externa, dentre outros, com objetivo de fornecer suporte necessário para a implantação de ações de melhorias, como substituição de equipamentos, reformas de áreas, troca de iluminação, etc., por sistemas mais eficientes, bem como a redução de multas por não conformidades com fatores de energia determinados pela ANEEL, como baixo fator de potência. Para se validar a metodologia foi desenvolvido um estudo de caso com uma rede de hipermercados considerando 120 lojas em todo o território nacional. O ranking final, obtido pela aplicação do modelo baseado na análise multicritério AHP, aponta as lojas que possuem maior ou menor índice para apoio decisório e priorização de ações de eficiência energética. Uma análise dos resultados é realizada e cita os fatores que estão ligados à eficiência energética, como, por exemplo, consumo de energia, multas por baixo fator de potência ou até mesmo a má qualidade de prestação dos serviços técnicos e que podem, isoladamente ou em conjunto, levar a loja a ter uma boa ou má colocação no ranking final. Por fim, são sugeridas algumas propostas em curto e médio prazo que podem ser aplicadas às lojas, sendo, neste caso, objeto de estudo futuro.

Palavras-chave: Eficiência energética. *Analytic Hierarchy Process* (AHP). Hipermercados. Tomada de decisão multicritério.

ABSTRACT

This paper proposes a methodology to identify and to rank the stores of a hypermarket retail chain. The food trade is the business of these stores. The methodology formulates an assessment strategy based on energy efficiency criteria through Multi-criteria analysis with AHP method (Analytic Hierarchy Process). The proposed model considers qualitative and quantitative selection criteria, using generated data, for example, energy bills, average external temperature, maintenance costs, among others. The purpose is to provide necessary support for the implementation of improvement actions, such as replacing equipment with more efficient systems, reforms of systems and the reduction of penalties for non-compliance with power factors limits determined by ANEEL. A case study presented includes an evaluation of the methodology with 120 stores throughout the country. The application of the model developed based on multi-criteria analysis AHP provides a ranking of the industry's retail stores most in need of energy efficiency actions. We also carry out an analysis of some energy efficiency factors, such as the stores' energy consumption and energy bills, average external temperature, maintenance costs, among others, to weigh their influences on the final ranking. In conclusion, we provide a tool that supports the decision makers regarding the stores' maintenances, refurbishments, and others energy efficiency action plans for short and medium terms.

Key words: Energy efficiency. Analytic Hierarchy Process (AHP). Hypermarket. Multicriteria decision.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - DISTRIBUIÇÃO DA ENERGIA ELÉTRICA EM UM HIPERMERCADO	14
FIGURA 2 – ALTERNATIVAS PARA ATENDIMENTO À DEMANDA DE ENERGIA ELÉTRICA.....	22
FIGURA 3 - PERFIL DE CONSUMO DE HIPERMERCADOS	24
FIGURA 4 - DEMANDA ENERGÉTICA DE UM HIPERMERCADO.....	24
FIGURA 5 - ESTRUTURA HIERÁRQUICA DE EXEMPLO PARA MCDA.....	28
FIGURA 6 - ESTRUTURAÇÃO E DECOMPOSIÇÃO DO PROBLEMA NO MÉTODO AHP	30
FIGURA 7 - ESCALA FUNDAMENTAL DE SAATY	32
FIGURA 8 - EXEMPLO DE APLICAÇÃO DA ESCALA DE SAATY	32
FIGURA 9 - CORRELAÇÕES LINEARES POSITIVAS E NEGATIVAS	36
FIGURA 10 - MODELO TRIDIMENSIONAL DE UM HIPERMERCADO	40
FIGURA 11 - FLUXOGRAMA DAS ETAPAS DO MÉTODO UTILIZADO	41
FIGURA 12 - CRITÉRIOS ADOTADOS NA MODELAGEM.....	53
FIGURA 13 - CONSUMO / m ² LOJAS DO MESMO ESTADO, NO ANO DE 2014	56
FIGURA 14 - ESTAÇÕES MEDIÇÃO BAHIA - INMET	59
FIGURA 15 - HISTÓRICO DE MULTA POR ULTRAPASSAGEM DE DEMANDA DA REDE ESTUDADA.....	60
FIGURA 16 - TEMPO DE REFORMA DAS LOJAS	63
FIGURA 17 - IDADE DAS LOJAS	64
FIGURA 18 – MODELO AHP APLICADO A DISSERTAÇÃO	66
FIGURA 19 - MULTIPLICAÇÃO VETOR GERAL X VETOR LOJA 1 (CRITÉRIO 1).....	87
FIGURA 20 - kWh / m ² / TEMPERATURA (°C) – LOJAS 068, 031, 066, 002 E 015.....	90
FIGURA 21 - MULTA BAIXO F. P. - LOJAS 068, 031, 066, 002 E 015	91
FIGURA 22 - R\$ PREVENTIVA / m ² - LOJAS 068, 031, 066, 002 E 015	91
FIGURA 23 - R\$ CORRETIVA / m ² - LOJAS 068, 031, 066, 002 E 015	92

FIGURA 24 - kWh / m ² / TEMPERATURA (°C) – LOJAS 108, 059, 061, 062 E 120	93
FIGURA 25 - MULTA BAIXO F.P. - LOJAS 108, 059, 061, 062 E 120	93
FIGURA 26 - R\$ PREVENTIVA / m ² - LOJAS 108, 059, 061, 062 E 120	94
FIGURA 27 - R\$ CORRETIVA / m ² - LOJAS 108, 059, 061, 062 E 120	95

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – CONSUMO DE ENERGIA NA REDE POR CLASSE DE CONSUMIDOR	21
TABELA 2 - IC MÉDIO DE ACORDO COM VALORES $\lambda m \dot{A}x$	35
TABELA 3 – FATURAMENTO BRUTO 2014.....	50
TABELA 4 - COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO LINEAR DE PEARSON.....	67
TABELA 5 - EXEMPLO DE CORRELAÇÃO EM 3 LOJAS PARA OS 7 CRITÉRIOS.....	68
TABELA 6 - TEMPERATURA MÉDIA 2014 POR LOJA	71
TABELA 7 - TEMPERATURA MÉDIA 2015 POR LOJA	72
TABELA 8 - TEMPERATURAS MÉDIAS 2014/2015 NAS CIDADES DE ESTAÇÕES INMET.....	73
TABELA 9 - kWh / m ² / TEMPERATURA MÉDIA (°C) - 2014 (CONVERTIDO EM ESCALA 1-9)	74
TABELA 10 - MULTA BAIXO FATOR POTÊNCIA, 2014 (CONVERTIDO EM ESCALA 1-9).....	75
TABELA 11 - DESPESAS COM MANUTENÇÃO PREVENTIVA / m ² , 2014 – (CONVERTIDO EM ESCALA 1-9)	76
TABELA 12 - DESPESAS COM MANUTENÇÃO CORRETIVA / m ² , 2014 – (CONVERTIDO EM ESCALA 1-9)	77
TABELA 13 - TEMPO DA ÚLTIMA REFORMA (CONVERTIDO EM ESCALA 1-9).....	78
TABELA 14 - TEMPO DE EXISTÊNCIA DA LOJA (CONVERTIDO EM ESCALA 1-9).....	79
TABELA 15 - QUALIDADE DO SERVIÇO TÉCNICO	80
TABELA 16 - MATRIZES DE AVALIAÇÃO DOS CRITÉRIOS ADOTADOS.....	81
TABELA 17 - MATRIZES DE AVALIAÇÃO DOS CRITÉRIOS ADOTADOS NORMATIZADOS	82
TABELA 18 - VETOR DE PRIORIDADES DOS CRITÉRIOS ADOTADOS	82
TABELA 19 - EXEMPLO COMPARATIVO DE CRITÉRIOS NAS LOJAS (CRITÉRIO 1 X 10 LOJAS)	84
TABELA 20 - VETORES DAS MATRIZES DOS CRITÉRIOS X LOJAS	86

TABELA 21 - PONTUAÇÃO FINAL OBTIDA NAS LOJAS.....	88
TABELA 22 - COMPARATIVO 1.º SEM. 2014 / 1.º SEM. 2015	97
TABELA 23 - COMPARATIVO 1.º SEM. 2014 / 1.º SEM. 2015 – 4	
CRITÉRIOS.....	100
TABELA 24 - COMPARATIVO 1.º SEM. 2014 / 1.º SEM. 2015 – LOJA 043	102

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AHP	<i>Analytic Hierarchy Process</i> (Processo de Análise por Hierarquia)
CAPEX	<i>Capital Expenditure</i> (Despesa de Capital)
D. F. P.	Demanda Fora de Ponta
D. P.	Demanda na Ponta
DELI	DELICATESSEN (área de laboratórios em um hipermercado)
E. F. P.	Energia Fora da Ponta
E. P.	Energia na Ponta
EPA	Elementos Primários de Avaliação
F. P.	Fator de Potência
Full Remodel	Reforma total
I. C.	Índice de Consistência
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
kWh	Quilowatt por hora
MCDA	<i>Multiple Criteria Decision Aid</i> (Auxílio à Decisão por Multicritérios)
OPEX	<i>Operational Expenditure</i> (Despesa Operacional)
<i>Per capita</i>	por cada indivíduo
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
SV	Salão de Vendas
T. C.	Taxa de Coerência
tep/hab.	tonelada equivalente de petróleo por habitante
°C	grau Celsius

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 OBJETIVOS.....	16
1.2 JUSTIFICATIVA.....	16
1.3 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	19
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	20
2.1 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	20
2.2 HIPERMERCADOS NO BRASIL	23
2.3 MCDA – <i>MULTIPLE CRITÉRIA DECISION AID</i>	27
2.4 AHP – <i>ANALYTIC HIERARCHY PROCESS</i>	29
2.4.1 Escala fundamental de Saaty.....	31
2.4.2 Índice de consistência e taxa de coerência	34
2.5 CORRELAÇÃO DE PEARSON	36
3 ESTADO DA ARTE	38
3.1 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA COM MODELAGEM MCDA	38
3.1.1 AHP – Análise hierárquica do processo	39
4 MATERIAIS E MÉTODO.....	41
4.1 MATERIAIS	41
4.2 MÉTODO	41
4.2.1 Etapa 1 – Definição das alternativas	42
4.2.2 Etapa 2 – Definição dos critérios adotados	43
4.2.3 Etapa 3 – Obtenção dos dados de cada critério	43
4.2.4 Etapa 4 – Cálculo da correlação linear.....	44
4.2.5 Etapa 5 – Cálculo das matrizes de comparação	45
4.2.5.1 <i>Matriz de comparação dos critérios</i>	45
4.2.5.2 <i>Matriz de comparação das alternativas</i>	46
4.2.6 Etapa 6 - Cálculo dos índices de aceitação	48
4.2.7 Etapa 7 - <i>Ranking</i> das lojas	48
4.2.8 Etapa 8 - Análise dos resultados.....	48
5 ESTUDO DE CASO	50

5.1 APRESENTAÇÃO DO ESTUDO DE CASO	50
5.2 DEFINIÇÃO DAS LOJAS A SEREM UTILIZADAS	51
5.3 DEFINIÇÃO DOS CRITÉRIOS ADOTADOS	52
5.3.1 Critérios gerais	52
5.3.1.1 Critério 1 - Consumo em kWh / m ² / temperatura média (°C)	55
5.3.1.2 Critério 2 - Multa por baixo fator de potência	59
5.3.1.3 Critério 3 - Despesas com manutenção preventiva / m ²	61
5.3.1.4 Critério 4 – Despesas com manutenção corretiva / m ²	62
5.3.1.5 Critério 5 - Tempo da última reforma	62
5.3.1.6 Critério 6 - Idade da loja	64
5.3.1.7 Critério 7 - Qualidade do serviço técnico	65
5.4 CÁLCULO DA CORRELAÇÃO LINEAR	67
5.5 CÁLCULO DAS MATRIZES DE COMPARAÇÃO DAS ALTERNATIVAS.....	68
5.5.1 Montagem da matriz de comparação de alternativas para o critério 1	69
5.5.2 Montagem da matriz de comparação de alternativas para o critério 2	75
5.5.3 Montagem da matriz de comparação de alternativas para o critério 3	76
5.5.4 Montagem da matriz de comparação de alternativas para o critério 4	76
5.5.5 Montagem da matriz de comparação de alternativas para o critério 5	77
5.5.6 Montagem da matriz de comparação de alternativas para o critério 6	79
5.5.7 Montagem da matriz de comparação de alternativas para o critério 7	79
5.6 CÁLCULO DOS ÍNDICES DE ACEITAÇÃO	81
5.7 RANKING DAS LOJAS	81
5.8 ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	89
5.8.1 Primeira Análise: 4 Fatores	89
5.8.2 Segunda Análise: Comparativo Períodos.....	96
6 CONCLUSÃO	101
6.1 TRABALHOS FUTUROS.....	105

1 INTRODUÇÃO

Os sistemas de energia elétrica estão sofrendo constantes e grandes transformações devido a várias questões, como a modernidade de equipamentos, avanço de tecnologia, necessidade de atendimento às demandas industriais, gerando uma preocupação com os fatores climáticos, o meio ambiente e, não menos importante, a maior confiabilidade no fornecimento de energia elétrica interna aos consumidores. Além disso, um sistema pouco eficiente, em termos de eficiência energética, influi diretamente no preço final da fabricação e/ou comercialização de um produto, fato este que leva os grandes consumidores, principalmente, à busca contínua de melhorias para que a eficiência de sua rede aumente.

No varejo, a questão de energia elétrica é um tema de extrema importância, pois grande parte da concentração das cargas está voltada ao sistema de ar-condicionado e iluminação das áreas.

Com relação à rede de varejo de hipermercados, objeto desta dissertação, este ponto torna-se mais crítico ainda, pois, historicamente, cerca de 70% de toda a energia gasta em uma planta de hipermercado, em média, está relacionada não só ao ar-condicionado para o ambiente como também ao sistema de refrigeração (frio alimentar). Outros 10% a 15% estão relacionados ao sistema de iluminação do saguão de vendas. Assim, 80% a 85% de toda a despesa efetuada com energia concentra-se basicamente em 3 pontos principais: frio alimentar, ar-condicionado e iluminação do salão de vendas e demais áreas, conforme ilustrado na FIGURA 1.



FIGURA 1 - DISTRIBUIÇÃO DA ENERGIA ELÉTRICA EM UM HIPERMERCADO
FONTE: REDE DE HIPERMERCADOS UTILIZADA NO ESTUDO DE CASO (2014)

Conforme a FIGURA 1, a energia elétrica consumida por um hipermercado, em média, detém-se em 38% para alimentação das máquinas e equipamentos de refrigeração de alimentos, outros 34% para equipamentos de ar-condicionado, sendo estes dois itens responsáveis pela fatia de 70% de toda energia consumida. Outros 15% concentram-se na iluminação do salão de vendas e apenas aproximadamente 13% em outros equipamentos e áreas secundárias, como áreas administrativas. Para unidades de hipermercados que não possuem sistemas de ar-condicionado, a fatia referente à energia consumida pelo sistema de frio alimentar é em média de 56%.

Entre todos os custos gerenciáveis de uma empresa, a gestão da energia vem assumindo uma posição de importância dentro dos estudos de eficiência, (PROCEL, 2007). A primeira lei de eficiência energética do Brasil foi aprovada em 2001, quando o Governo Federal publicou a Lei n.º 10.295 (BRASIL, 2001a), sobre o uso racional da energia, indicando a necessidade da criação de indicadores técnicos referenciais do consumo e da eficiência de edificações. Nesse contexto, foi submetido para a cidade de Salvador um estudo para incluir parâmetros de eficiência energética relacionados ao envelope da edificação em seu código de obras.

O estudo com uso de simulação computacional permitiu desenvolver equações de Regressão Linear Multivariada para a análise dos parâmetros da envoltória de edificações (MENDES et al., 2005). Desde então as empresas e corporações vêm se preocupando e aplicando ações corretivas para aumento dos índices de eficiência energética em suas instalações. O gerenciamento energético de qualquer instalação requer pleno conhecimento dos sistemas energéticos existentes, mecanismos utilizados e experiência dos técnicos da edificação (PROCEL, 2005). Um dos primeiros passos consiste em conhecer como a energia elétrica é consumida na instalação e realizar o acompanhamento de custos e consumo cuidadosamente, para que haja uma boa gestão em cima dos dados.

O Brasil possui um consumo de energia *per capita* por volta de 1,42 tep/hab., quase igual à média do mundo (GAMA et al., 2001); como particularidade, no Brasil, aproximadamente 45% da energia gasta é ligada a fontes renováveis.

1.1 OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo elaborar uma metodologia com modelagem através de Análise Multicritérios, para priorização de ações de eficiência energética para redes de hipermercados.

Os objetivos específicos da dissertação contemplam:

- Realizar a estratificação e estudo das contas de energia das lojas de uma rede de hipermercados do Brasil.
- Determinar os parâmetros e critérios importantes com relação à eficiência energética das lojas desta rede para aplicação à metodologia.
- Efetuar a modelagem, baseada na técnica AHP - *Analytic Hierarchy Process*, para tomada de decisão.
- Estabelecer um modelo para priorização de ações para redes de hipermercados em geral.
- Efetuar um estudo de caso em uma rede de hipermercados classificando as lojas quanto ao nível de eficiência energética.
- Propor sugestões de melhorias futuras às lojas mais deficitárias, quando necessário.

1.2 JUSTIFICATIVA

A presente dissertação utiliza no estudo de caso dados técnicos de lojas de uma grande rede de hipermercados no Brasil. As lojas escolhidas para a análise possuem de 3.000m² a 12.000m² e estão distribuídas ao longo de vários estados brasileiros. Estas lojas possuem sistemas de ar-condicionado, frio alimentar e refrigeração, áreas de laboratório, geradores e equipamentos essenciais, como *no-breaks*, estufas, caldeiras.

A rede de hipermercados utilizada já possui ações internas relacionadas à eficiência energética, porém com calendário de implantação concentrado em cada unidade somente quando da ocasião da reforma de uma loja, com periodicidade

média de 7 anos, ou em ações pontuais com relação a lojas com baixa eficiência nos sistemas de ar-condicionado.

Sendo estes os poucos critérios de avaliação de necessidade e tomada de decisão (outros critérios utilizados estão concentrados nas questões de itens: civil, instalações elétricas, *layout*, atendimento a exigências de órgãos públicos, etc.), reforma-se uma loja pelo tempo em relação à inauguração ou última reforma como primeiro critério, sendo os demais escolhidos de acordo com vistorias realizadas quando da época de remodelação completa (*full remodel*) da unidade.

A substituição de equipamentos, como ar-condicionado, balcões e ilhas de frio alimentar e demais equipamentos elétricos, é feita com avaliação na situação de desgaste dos mesmos e não há uma ferramenta que conduza a escolha pela questão de eficiência energética.

Desta forma, foi criado um modelo de *ranking* das lojas, nos parâmetros de eficiência energética, para auxiliar nos processos de escolha das unidades que devem passar pela remodelação completa ou antecipação de troca de equipamentos, seja pela baixa eficiência que estão apresentando ou por questões técnicas como baixo fator de potência, contribuição para alta demanda nos horários de ponta ou fora dela, diminuição da energia gasta, etc., utilizando a metodologia de análise Multicritério, considerando fatores mais importantes para tal.

No período de janeiro de 2012 a julho de 2014, a rede em questão acumulou no Brasil uma despesa de mais de R\$ 2,4 milhões de reais com multas por baixo fator de potência (ocasionado por equipamentos obsoletos, antigos e com péssimo rendimento) e mais de R\$ 1,7 milhão de reais com multas por ultrapassagem de demanda, seja na ponta ou fora de ponta, de acordo com o sistema tarifário de cada unidade.

Embora as unidades possuam um sistema contínuo e automático de geração de energia em horário de ponta, bem como banco de capacitores para correção do fator de potência nas unidades, a falta de acompanhamento da eficiência energética das lojas, aliada ao envelhecimento dos equipamentos, com baixa desta eficiência, leva a rede ao pagamento de valores absurdos que poderiam estar sendo revertidos na melhoria de sua instalação e/ou até ao repasse como desconto no preço de seus produtos ao consumidor final.

Quanto à técnica adotada, devido a sua simplicidade e fácil entendimento, o processo AHP foi a escolhida para apoio aos cálculos envolvidos nesta dissertação.

Outro fator motivador para uso da técnica AHP é o fato de a maioria dos dados utilizados (ligados a seis dos sete critérios abordados) estarem relacionados a números concretos retirados de banco de dados, contas de energia ao longo do período estudado, não gerando dúvidas na interpretação dos mesmos.

A presente dissertação envolve um critério qualitativo que foi inserido da matriz de decisão posteriormente. Foi verificado que possui peso de menor valor comparando aos demais critérios nos cálculos.

O varejo, no Brasil, é responsável por uma considerável fatia do PIB. As vendas de bens de consumo (veículos, combustíveis e serviços), em 2013, representaram um impacto de 55,71% do PIB, segundo dados do IBGE (2014). Segundo a Sociedade Brasileira de Varejo e Consumo, a energia elétrica já passa a ser a segunda maior despesa de um hipermercado. Ainda segundo a ABRAS, o varejo de alimentos representou cerca de 5,6% do PIB em 2013, com uma receita bruta de aproximadamente R\$272,2 bilhões no mesmo ano, um aumento de 5,5% comparado a 2012.

O setor varejista brasileiro de alimentos é altamente fragmentado. Apesar da consolidação dentro do setor, as três maiores redes de supermercados representaram cerca de 46,6% do setor varejista em 2013, em comparação com os 45,9% de 2012. As vendas brutas consolidadas representaram 23,7% das vendas brutas de todo setor varejista de alimentos no mesmo ano.

O setor varejista brasileiro de alimentos é visto como essencialmente focado no crescimento, já que as margens de varejo são substancialmente mais restritas quando comparadas a outros setores. O setor é intrinsecamente dependente da taxa de crescimento da população urbana no Brasil e de seus diferentes níveis de renda. Embora o custo de vida no Brasil seja mais baixo do que o da América do Norte, Europa Ocidental e Japão, os níveis de renda das famílias brasileiras também são substancialmente mais baixos.

Verifica-se assim a importância de se aplicarem recursos e técnicas para a melhoria de eficiência energética nas lojas das redes de varejo.

1.3 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A dissertação está dividida em 6 capítulos assim distribuídos: no capítulo 2, tem-se a fundamentação teórica sobre eficiência energética, hipermercados no Brasil, análise multicritério e correlação linear de Pearson; o capítulo 3 traz alguns exemplos de dissertações e trabalhos realizados em eficiência energética e análise multicritério, em hipermercados e outros ambientes, buscando uma correlação com o objetivo desta dissertação; no capítulo 4, tem-se a descrição dos materiais e métodos utilizados para os cálculos do modelo proposto nesta dissertação bem com a divisão das etapas utilizadas na mesma; o capítulo 5, estudo de caso, contém o descritivo do estudo realizado, tendo como base os dados de uma empresa do ramo de varejo de alimento no Brasil, que utiliza a metodologia AHP para os cálculos, e, neste mesmo capítulo, ainda é realizada a análise final dos dados resultantes do *ranking* final obtido; o capítulo 6 contém a conclusão do estudo de caso realizado e algumas sugestões de melhorias que podem ser adotadas.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

A energia elétrica é um dos recursos mais utilizados na indústria, comércio e residências e muitas vezes é obtida de forma não renovável. O uso excessivo e muitas vezes de forma não eficiente tem gerado preocupações de vários setores quanto à demanda futura da energia elétrica.

A eficiência energética diz respeito ao menor consumo de energia para um mesmo produto final e está geralmente associado a novas tecnologias e a melhor organização e gestão de recursos. Consumir energia de forma eficiente é um imperativo no contexto dos desafios enfrentados pelo setor energético de qualquer país, tais quais: segurança energética, redução de custos energéticos ou combate à mudança climática (KASINSKI et. al., 2010, p. 8).

A conservação de energia engloba não apenas a quantidade de energia primária necessária para propiciar o consumo de um mesmo nível de energia útil, mas, principalmente, a construção de um estilo de desenvolvimento, que implique no mais baixo perfil de demanda de energia útil para um mesmo padrão de satisfação das necessidades sociais e ambientais (BERDSEN, 2007).

No Brasil, a primeira lei referente à eficiência energética, Lei 10.295, (BRASIL, 2001a) surgiu após o apagão ocorrido no setor e consequente racionamento de energia. A mesma está regulamentada pelo Decreto N.º 4059/01, (BRASIL, 2001b) e transcreve a Política Nacional de Conservação e Uso Nacional de Energia, estabelecendo níveis máximos de uso de energia e mínimos de eficiência energética, para máquinas, aparelhos diversos e edificações.

O Brasil chega a perder 17 bilhões de reais por ano com desperdício de energia; por isso aumentar a eficiência energética pode significar uma redução de investimentos em geração, diminuindo também a quantidade de energias “sujas” produzidas através de fontes de termoelétricas a óleo e carvão, conforme afirma Vialli (2009).

Apesar da competitividade observada pelos projetos de conservação de energia em diversos setores e das iniciativas públicas em aplicação no Brasil, a eficiência energética ainda é encarada apenas como solução emergencial no

cenário político nacional, como observado na crise energética do início dos anos 2000, em que as medidas adotadas contribuíram para a redução de cerca de 6 GW na demanda por energia em poucos meses (KASINSKI et al., 2010).

As edificações possuem um lugar de destaque no consumo de energia elétrica, fato que justifica os investimentos necessários neste setor pelo aumento constante no consumo que representam (MORAES, 2013).

Segundo o Ministério de Minas e Energia, o consumo nacional de energia elétrica na rede, ou seja, na autoprodução atingirá 656 TWh até o fim de 2021, com taxa média de crescimento do consumo na rede de 4,2% ao ano. A classe comercial apresenta a maior expansão neste aspecto, conforme demonstrado na TABELA 1. A indústria reduz sua participação no consumo de energia, apresentando taxa de crescimento um pouco inferior à média (VENTURA FILHO et al., 2013).

TABELA 1 – CONSUMO DE ENERGIA NA REDE POR CLASSE DE CONSUMIDOR

Ano	Residencial	Industrial	Comercial	Outros	Total
GWh					
2012	117.088,00	192.206,00	77.388,00	62.985,00	449.667,00
2016	140.053,00	225.262,00	96.617,00	72.609,00	534.541,00
2021	173.706,00	266.546,00	128.876,00	86.962,00	656.090,00
Varição (% ao ano)					
2012-2016	4,60	4,20	5,60	2,60	4,30
2017-2021	4,40	3,40	5,90	3,70	4,20
2012-2021	4,50	3,80	5,80	3,10	4,20

FONTE: VENTURA FILHO et al. (2012)

O setor comercial é compreendido por um grupo variado e heterogêneo de consumidores, como o comercial em geral, *shopping centers*, hipermercados, restaurantes, bares, hotéis, serviços de entretenimento, portos, dentre vários espaços que devem manter um grande crescimento nos próximos anos. Para atender as crescentes necessidades de geração de energia elétrica demandada pela sociedade moderna, existem duas alternativas básicas, conforme a FIGURA 2.

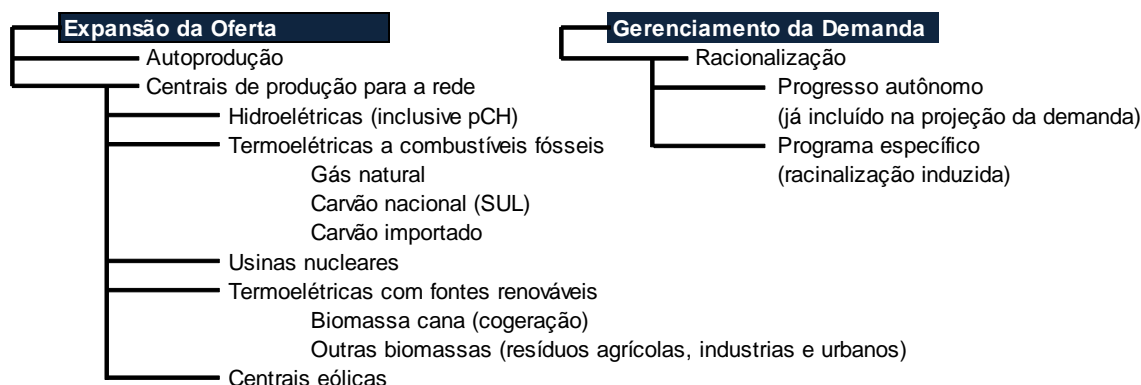


FIGURA 2 – ALTERNATIVAS PARA ATENDIMENTO À DEMANDA DE ENERGIA ELÉTRICA
 FONTE: MANGIAPELO (2012)

Na alternativa de gerenciamento da demanda, existem duas possibilidades para a racionalização e conseqüente redução do consumo de energia, aumentando a eficiência energética: o processo autônomo, que considera a melhoria da eficiência energética, decorrente de melhores práticas no uso e progressiva substituição, nos diferentes segmentos da economia, do estoque de equipamentos elétricos por outros de maior eficiência, decorrentes da incorporação de avanços tecnológicos disponíveis no mercado; em segundo, a racionalização induzida, que considera medidas adicionais ao progresso autônomo, oferecendo um potencial ainda maior na economia de energia (MANGIAPELO, 2012).

Uma unidade produtiva é mais eficiente energeticamente que a outra, quando proporciona as mesmas ou até melhores condições operacionais, com menor quantidade de energia possível para a produção de determinado produto ou serviço. Com a aplicação dos recursos técnicos em eficiência energética, tem-se o propósito de evitar investimentos elevados sem que exista a necessidade para a produção de energia elétrica, evitando impactos ambientais com a construção de novas usinas de geração de energia elétrica, tais como as hidroelétricas (CRUZ, 2014).

O comportamento dos usuários de sistemas, em edificações, também pode alterar sensivelmente o consumo de energia elétrica aumentando em até 32%, em situações de operação com irresponsabilidade, ou reduzindo em até 32% as despesas com consumos energéticos pelos impactos de comportamentos conscientes dos usuários, o que mostra como a simples educação sobre o tema

pode diminuir mais da metade o consumo energético de uma edificação (KASINSKI et al., 2010).

Edificações mais novas possuem mais chances de serem mais eficientes do que as edificações mais antigas, pois tiveram acesso a equipamentos (tais como refrigeração e iluminação) cujas tecnologias incorporadas são mais recentes e mais evolutivas.

Desta forma, os hipermercados, por possuírem uma idade média menor que as outras edificações comerciais, apresentam elevadas chances de terem maiores níveis de eficiência energética em suas instalações. Os sistemas de condicionamento de ar, que representam, em média, 47% do consumo das edificações comerciais, apresentam um forte potencial de economia nestas instalações, sendo que a combinação de carga térmica, o uso de tecnologias eficientes de geração de frio alimentar e o melhor destes sistemas podem oferecer resultados significativos, sem comprometer o desempenho e o conforto térmico provido aos usuários destas edificações. A exemplo, o uso de compressores mais eficientes e sistemas de armazenamento de termoacumulação podem ser atraentes em grandes instalações comerciais, como hipermercados, hospitais, hotéis e *shopping centers* (MANGIAPELO, 2012).

Ainda, segundo Mangiapelo (2012), os hipermercados possuem grande participação percentual dentro do grupo de edificações comerciais que detêm as maiores potências instaladas.

2.2 HIPERMERCADOS NO BRASIL

Os hipermercados no Brasil operam com uma pequena margem de lucro, e, estando uma das grandes fatias dos custos relacionada com as despesas com energia elétrica, é de fundamental importância que as redes deste setor tenham um programa de eficiência energética para diminuir seus custos ligados ao produto e se tornarem mais competitivas no mercado (PANESI, 2008).

Em algumas lojas, o consumo relacionado com os equipamentos de ar-condicionado e frio alimentar pode chegar a 70% do consumo total de energia elétrica da unidade, conforme exemplificado na FIGURA 3.

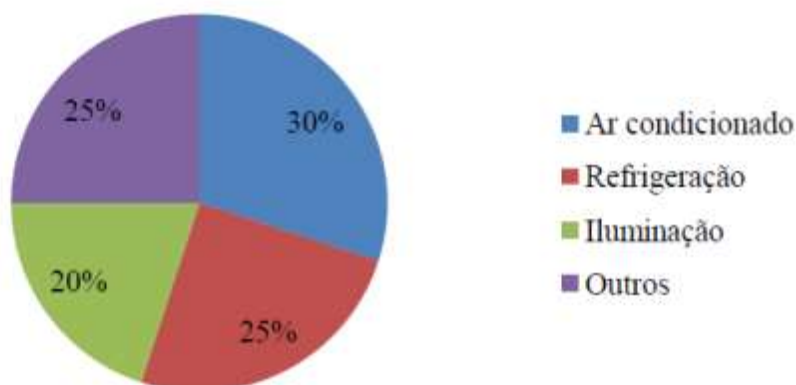


FIGURA 3 - PERFIL DE CONSUMO DE HIPERMERCADOS
FONTE: PANESI (2008)

Além do alto consumo de energia, os equipamentos de frio alimentar e ar-condicionado utilizam gás refrigerante nos seus sistemas e, segundo o Manual de Boas Práticas em Supermercados (ABRAVA, 2011), de todos os gases que o Brasil libera para a atmosfera, 40% está relacionado aos gases utilizados nestes tipos de equipamentos.

A demanda de energia em um hipermercado não é constante ao longo do dia (PANESI, 2008). O consumo é mais alto na janela compreendida entre 09h00 e 18h00. A FIGURA 4 ilustra a demanda em um hipermercado brasileiro durante um dia normal de operação.

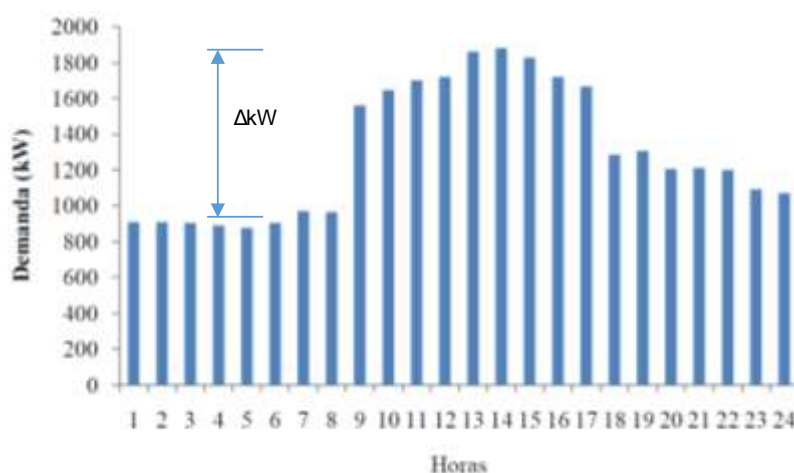


FIGURA 4 - DEMANDA ENERGÉTICA DE UM HIPERMERCADO
FONTE: PANESI (2008)

Conforme a FIGURA 4, o consumo pode apresentar uma variação de ΔkW em torno de 100% nos horários críticos, compreendidos entre 09h00 e 18h00, devido, por exemplo, à demanda de clientes que acessam a loja, principalmente em finais de semana e feriados, maior temperatura externa, fazendo com que os equipamentos de refrigeração e ar-condicionado consumam mais energia elétrica para atingirem as temperaturas corretas.

Há dois momentos distintos em que ações para eficiência energética podem ser aplicadas:

- Na fase de construção da edificação (fase de projeto): escolhendo equipamentos mais eficientes, determinando uso de materiais alternativos, etc., e
- Na fase de operação: quando a unidade já está em regime de operação normal e, neste caso, são necessárias ações de melhorias, trocas de equipamentos obsoletos e/ou pouco eficientes, etc.

No segundo caso, em que a unidade já se encontra em operação, as ações de eficiência são bem mais complicadas de serem implantadas, pois muitas medidas necessárias podem esbarrar em vários fatores contrários, como, por exemplo, inviabilidade financeira para investimentos.

Os principais indicadores de redução de eficiência energética estão baseados na redução anual do consumo (kWh/ano) e na redução da demanda utilizada em kW (ZACCHI et al., 2008).

Não são necessários grandes investimentos para realizar ações de eficiência energética em ambientes de hipermercados. Muitas das ações estão relacionadas com as técnicas de manutenção preventiva, inspeção regular dos equipamentos, degelo de evaporadores e ilhas/balcões de refrigeração, sistemas de ar-condicionado, iluminação do salão de vendas, etc. (PANESI, 2008).

Segundo SAAB (1999), o segmento de comércio varejista de alimentos no Brasil vem passando por um processo de reestruturação e consolidação bastante acentuado, caracterizado, principalmente, pela entrada de novas cadeias varejistas, com atuação global, e por operações societárias expressivas, a exemplo de incorporações e associações entre empresas varejistas. Especialistas apostam na concentração das marcas principalmente em grandes centros como São Paulo e Rio

de Janeiro. Grandes marcas ainda como Walmart e Carrefour lançam serviços complementares como postos de gasolina, rede de farmácias própria e restaurantes como a marca, tudo isso para diversificar seu atendimento e atrair mais o público como estratégia.

Segundo Wagner Hilário, em publicação à revista SuperHiper em março de 2015, o ano de 2014 representou uma expansão na venda do varejo, para um ano fraco referente ao PIB nacional. A rede que mais cresceu em 2014 foi o Pão de Açúcar, cuja razão social é Companhia Brasileira de Distribuição, com um crescimento de 12,3%, ampliando em 145 o número de lojas, principalmente bandeiras Minimercado Extra e Minuto Pão de Açúcar, um dos novos conceitos lançados pelo grupo. Na sequência, o Carrefour apresentou 11,5% de crescimento em relação a 2014, com 17 lojas a mais no Brasil, totalizando 258 estabelecimentos. Já a norteamericana Walmart não ampliou o número de lojas mas atingiu o índice de eficiência de 4,1 em seus 544 estabelecimentos naquele ano, ficando assim em terceiro lugar. Em quarta colocação permaneceu a chilena Cencosud, que tem operações espalhadas pelo Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste. No ano de 2014, o grupo, com mudança em sua governança corporativa, obteve índice de eficiência de 6,5. A quinta colocada no ranking, Zaffari, registrou um aumento de 12% de crescimento nas vendas ampliando o quadro de funcionários em suas 30 lojas (Revista SuperHiper de abril/2015).

O varejo emprega hoje 19,1% dos trabalhadores formais brasileiros, segundo IBGE, o que representa cerca de 19 milhões de pessoas e foi responsável por 23% dos empregos no ano de 2014. Quanto às vendas, a região sudeste representou em 2014 53,1% do total efetuado, seguindo pela região sul com 19,2%, nordeste com 14,9%, centro-oeste com 9,2% e norte com 3,5%.

Embora os números dos últimos 10 anos tenham sido satisfatórios em termos de participação e crescimento, desde 2014 (meados de 2015), em função de um novo contexto econômico brasileiro, o setor de varejo passou por uma forte desaceleração e vem buscando discutir aos diversos órgãos do poder executivo e legislativo medidas e políticas que mantenham a força e a saúde do segmento. Desta forma ressalta-se a importância de metodologias e processos de melhorias, aplicadas à infraestrutura, para contribuição e diminuição de custos de operações, conseqüentemente, aos produtos comercializados.

2.3 MCDA – MULTIPLE CRITÉRIA DECISION AID

Nossas vidas são o somatório de nossas decisões, quer sejam na questão dos negócios, vida social ou pessoal. Decidir é tão importante quanto o que decidir; decidir muito rápido pode ser desastroso e demorar muito pode significar oportunidades perdidas. Sendo assim, é necessário uma abordagem sistemática e compreensiva para a tomada de decisão (SAATY, 2001).

Isso se traduz na importância de se ter processos de auxílio de decisão nas empresas, sejam de apoio às áreas de Qualidade, Manutenção, Operações, Capital Humano, etc.

Os métodos MCDA (*Multiple Critéria Decision Aid* – Auxílio à Decisão por Multicritérios) são aplicados nas empresas, em geral, em situações em que se necessita inclusão de dois ou mais critérios de escolhas ou múltiplos atributos. Existem vários métodos de MCDA que estão disponíveis para utilização, dentre eles ELECTRE (*Elimination et Choix Traduisant la Réalité*), MACBETH (*Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique*), FUZZY, AHP (*Analytic Hierarchy Process*), etc.

Verificou-se, através de busca bibliográfica, que um dos métodos mais tradicionais utilizado é o AHP, pela simplicidade e facilidade de implantação e entendimento. Geralmente os métodos de MCDA adotam o uso de hierarquias ou estruturas arborescentes para estruturação do modelo que irá dar sequência à decisão final. Normalmente no primeiro nível estará o objetivo da decisão (escolha de um produto, fornecedor, serviço, etc.), no segundo nível e outros subníveis estarão os critérios de cada um e, no último nível, as alternativas (ENSSLIN; NETO; MCDONALD, 2001).

A FIGURA 5 exemplifica uma estrutura para a escolha de um veículo, baseado no produto de três fornecedores, analisando as questões de preço, qualidade do produto e prazo de entrega de cada um deles:

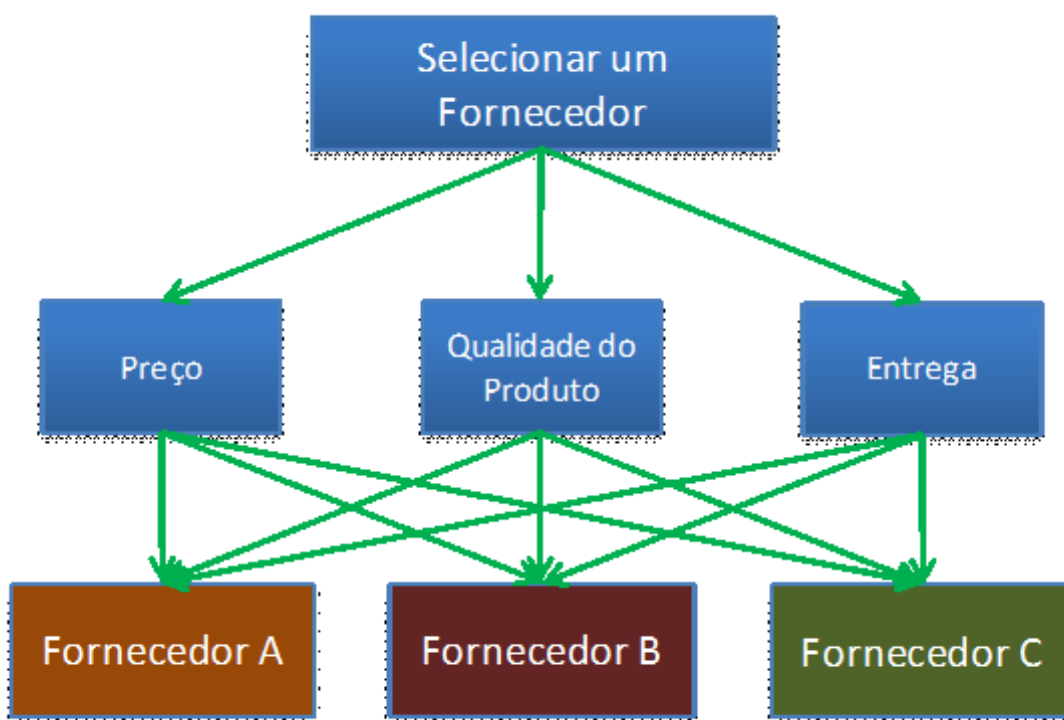


FIGURA 5 - ESTRUTURA HIERÁRQUICA DE EXEMPLO PARA MCDA
 FONTE: O AUTOR (2015)

Outros níveis podem ser inseridos entre a primeira camada e a última, conforme necessidade de análise e abertura de demais critérios. Uma característica muito importante na análise MCDA é que os critérios ou alternativas de um mesmo nível são totalmente independentes e não se influenciam, ou seja, no exemplo da FIGURA 5, os fornecedores “A”, “B” e “C” não possuem conhecimento do desempenho um do outro em relação ao preço, qualidade do produto ou prazo de entrega.

Esta questão é adotada pelos métodos aplicados em MCDA. Especificamente os métodos AHP e MACBETH utilizam matrizes de julgamento para obtenção dos valores de desempenho das alternativas com relação a cada critério, como também obtenção do grau de importância que cada critério selecionado possui dentro do processo.

No método MACBETH, os julgamentos da importância dos critérios e alternativas são efetuados de forma direta e não são comparados uns com os outros, como no método AHP. A escala utilizada neste caso não é a fundamental, e sim composta por sete categorias: nenhuma diferença de atratividade, diferença de atratividade muito fraca, diferença de atratividade fraca, diferença de atratividade

moderada, diferença de atratividade forte, diferença de atratividade muito forte e diferença de atratividade extrema, com as notas de categoria respectivamente de 0 a 6.

Com relação ao método ELECTRE, aplica-se o conceito de superação: a alternativa “A” supera a alternativa “B” se “A” for pelo menos tão boa quanto a “B”. É necessário identificar o grau de risco de se considerar uma alternativa tão boa quanto a outra, trabalhando com os conceitos de concordância e discordância (GOMES; GONZÁLEZ; CARIGNANO, 2004).

O método AHP utiliza a escala fundamental com matrizes de julgamento, valores de atributo quantitativo gerando dados em matrizes de decisão com importância aos critérios. Este método está exemplificado em detalhes nesta dissertação por ser a metodologia adotada para a modelagem dos dados (SAATY, 1980).

2.4 AHP – ANALYTIC HIERARCHY PROCESS

O método AHP (*Analytic Hierarchy Process*) foi desenvolvido na década de 70 por Thomas L. Saaty com o objetivo de apoiar decisões que possuem múltiplos critérios de escolha. A técnica baseia-se na tomada de decisões através da análise dos critérios de comparações em pares, refletindo o método natural de pensamento da mente humana. O problema vai sendo estratificado em camadas, níveis hierárquicos, e a análise é feita em pares segundo estes níveis, agrupando em grupos segundo as propriedades comuns.

A Metodologia propõe que o problema a ser resolvido seja estruturado em partes ou níveis hierárquicos, para facilidade de visualização e compreensão, dentro das etapas distintas descritas anteriormente (SAATY, 1991). É necessário que sejam executados quatro passos para a aplicação deste método, sendo:

- Estruturação ou decomposição do problema
- Realização de julgamento
- Cálculo dos autovalores e autovetores
- Análise dos resultados obtidos

No primeiro nível hierárquico está representado o objetivo do problema, no nível mais baixo (ou último nível), as alternativas e nos níveis intermediários estão alocados os critérios a serem analisados. A FIGURA 6 demonstra um problema estruturado na metodologia AHP, em 4 níveis:

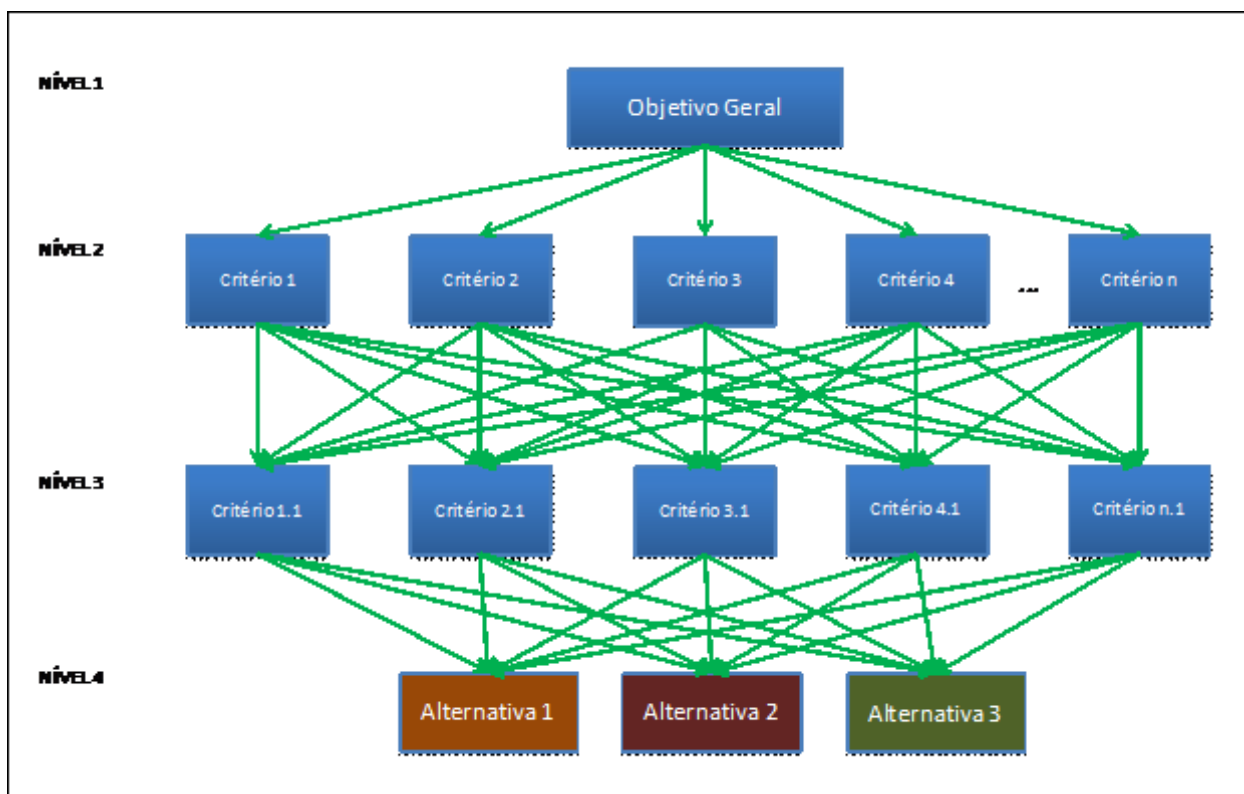


FIGURA 6 - ESTRUTURAÇÃO E DECOMPOSIÇÃO DO PROBLEMA NO MÉTODO AHP
 FONTE: O AUTOR (2015)

O método AHP criado por Saaty foi um dos primeiros métodos desenvolvidos para análise Multicritérios e é um dos mais utilizados do mundo, pela facilidade de compreensão e entendimento. O método inicia-se pela análise do objetivo, seguindo depois pelos critérios e subcritérios e finalmente analisando o último nível das alternativas ao problema (GOMES; GONZÁLEZ; CARIGNANO, 2004).

Como os valores dos julgamentos das comparações em pares são baseados na intuição, experiência e também podem estar baseados em dados físicos, o método AHP pode lidar tanto com aspectos qualitativos quanto quantitativos de um problema em que se envolva múltipla decisão (SAATY, 1991).

O AHP traz as seguintes premissas (VARGAS, 1990):

- 1) Comparação recíproca: o tomador de decisão deve ser capaz de fazer comparações e declarar a força de suas preferências. A intensidade destas preferências deve satisfazer à condição recíproca: se “A” é X vezes mais preferido que “B”, então B é $1/X$ vezes da preferência de “A”.
- 2) Homogeneidade: as preferências são representadas por meio de uma escala definida.
- 3) Independência: quando se expressam preferências, critérios para avaliação da melhor solução são assumidos, independentemente das alternativas existentes para solução do problema.
- 4) Expectativa/Perspectiva: para os propósitos de tomar uma decisão, a estrutura hierárquica é considerada como sendo completa.

2.4.1 Escala fundamental de Saaty

Para utilização do método, é necessária a inserção de uma escala de avaliação conforme demonstrada na FIGURA 7 (SAATY, 1991). A escala vai de 1 a 9, sendo 1 a indiferença de importância existente entre um critério e outro (menor grau de importância) e 9 significando a extrema importância de um critério sobre o outro, com estágios intermediários entre eles de grau 3, 5 e 7.

Desconsideram-se as comparações entre os mesmos critérios que representam 1 na escala. E, também, que apenas metade das comparações devem ser feitas, pois, de acordo com a recíproca, metade dos valores serão os inversos dos já obtidos. Assim, se um critério “A” qualquer, por exemplo, recebe grau de relevância 5 em relação a um critério “B” qualquer, reciprocamente o critério “B” é o inverso deste valor em relação ao critério “A”, ou seja, $1/5$.

O elemento mais importante utiliza o valor inteiro da escala e o menos importante o valor inverso, por exemplo, “A” para “B” é 3 x mais importante, então “B” para “A” será de $1/3$ de importância. Saaty observou que, apesar das diferenças dos estímulos seguirem uma escala geométrica, a percepção dos indivíduos obedece a uma escala linear, além de existir um limite psicológico em que o ser humano pode julgar corretamente de 5 a 9 pontos em conjunto para distinguir estas diferenças. Baseado nestes motivos, Saaty definiu uma escala para avaliações,

contendo 5 pontos de avaliação e outros 4 pontos intermediários, conforme a FIGURA 7.

Intensidade de Importância	Definição	Explicação
1	Mesma Importância	As duas atividades contribuem igualmente para o objetivo.
3	Importância pequena de uma sobre a outra	A experiência e o julgamento favorecem levemente uma atividade em relação à outra.
5	Importância grande ou essencial	A experiência e o julgamento favorecem fortemente uma atividade em relação à outra.
7	Importância muito grande ou demonstrada	Uma atividade é muito fortemente favorecida em relação à outra; sua dominação de importância é demonstrada na prática.
9	Importância absoluta	A evidência favorece uma atividade em relação à outra com o mais alto grau de certeza.
2, 4, 6, 8	Valores intermediários entre os valores adjacentes	Quando se procura uma condição de compromisso entre duas definições.
Recíprocos dos valores acima de zero	Se a atividade i recebe uma das designações diferentes acima de zero, quando comparada com a atividade j, então j tem o valor recíproco quando comparada com i.	Uma designação razoável.
Racionais	Razões resultantes da escala	Se a consistência tiver de ser forçada para obter valores numéricos n, somente para completar a matriz.

FIGURA 7 - ESCALA FUNDAMENTAL DE SAATY

FONTE: SAATY (1991)

A FIGURA 8 exemplifica a metodologia aplicando a escala de Saaty, atribuindo-se valores quaisquer para demonstração do método.

Produto	A	B	C	D
A	1	5	6	7
B	1/5	1	4	6
C	1/6	1/4	1	4
D	1/7	1/6	1/4	1

FIGURA 8 - EXEMPLO DE APLICAÇÃO DA ESCALA DE SAATY

FONTE: ADAPTADO DE SAATY (1991)

Nota-se que a diagonal principal terá sempre o valor unitário, pois se trata do comparativo entre mesmos elementos. Para preenchimento da parte superior da diagonal principal, aplicam-se os valores baseados na escala de Saaty. Para o lado

inferior da diagonal principal, os valores são recíprocos aos atribuídos na parte superior (e vice-versa). No exemplo, lê-se que a alternativa “A” é 6 vezes mais dominante ou importante que a alternativa “C” e que, reciprocamente, a alternativa “C” possui grau de importância de 1/6 em relação à alternativa “A”.

Pelo critério da consistência, se “A” é 6 vezes mais importante do que “C” e “A” é 7 vezes mais importante do que D, então $A=6C$ e $A=7D$. Assim, $C/D = 7/6$ = posição (C, D). Então se o julgamento da posição “C/D” fosse diferente de 7/6, a matriz seria inconsistente.

Uma das maiores vantagens que o AHP possui sobre os demais métodos MCDA é a facilidade de uso e o manuseio de dados inconsistentes. As principais vantagens (LEVANDOSKI, 2010):

- A representação hierárquica de um sistema pode ser usada para descrever como as mudanças em prioridades nos níveis mais altos afetam a prioridade dos níveis mais baixos;
- Pode ajudar a todos os envolvidos no processo decisório a entenderem o problema da mesma forma. Ao mesmo tempo, permitir visualizar os inter-relacionamentos dos fatores de nível mais baixo;
- O desenvolvimento dos sistemas naturais montados hierarquicamente é muito mais eficiente do que os montados de forma geral;
- As hierarquias são estáveis, pois pequenas modificações têm efeitos pequenos e flexíveis. As adições a uma hierarquia bem estruturada não perturbam o desempenho.

Quanto às desvantagens do método AHP, podem ser citadas as seguintes:

- Uma análise cuidadosa deve ser desenvolvida para identificar e caracterizar as propriedades dos níveis da hierarquia que afetam o desempenho do objetivo mais alto;
- Subjetividade na formulação da matriz de preferência;
- A priorização dos níveis mais altos da hierarquia deve ser feita com cuidado, por ser justamente onde o consenso se faz extremamente necessário, pois essas prioridades dirigirão o resto da hierarquia;

- Em cada nível, deve ser assegurado que os critérios representados sejam independentes ou, no mínimo, suficientemente diferentes;
- Os indivíduos envolvidos não devem levar idealismo demais e forte predisposição para liderança e ordem, ao unirem-se a qualquer processo de interação de grupo, para que as decisões não sejam pessoais, e sim em processo;
- Requer procedimento para estruturar o questionário de perguntas e preferências;
- Elevada quantidade de trabalho requerido aos decisores, quando aumenta o número de alternativas e critérios.

2.4.2 Índice de consistência e taxa de coerência

Um dos passos de cálculo no processo AHP, e de importante validação, está na determinação do índice de consistência e da taxa de coerência entre os critérios da matriz prioridade. Sejam os critérios quantitativos ou qualitativos, a consistência perfeita da matriz de julgamento é – especialmente quando o número de critérios envolvidos é elevado – praticamente improvável (SCHAUENBURG, 2014). Um desvio do índice de consistência pode levar a resultados inconsistentes nos números finais do projeto ou indicar a existência de viés no mesmo.

O cálculo do índice de consistência (*I. C.*) é dado pela Equação (1).

$$I. C. = \frac{\lambda m_{\acute{a}x} - n}{n - 1} \quad (1)$$

Onde:

I. C. = Índice de Consistência

n = número de critérios

$\lambda m_{\acute{a}x}$ = O cálculo de $\lambda m_{\acute{a}x}$ é obtido, de forma simplificada, através da soma do produto entre os valores totais das respectivas colunas da Matriz Comparativa dos Critérios e da Matriz Comparativa dos Critérios Normalizado, ou seja:

- Na matriz comparativa dos critérios e na matriz comparativa dos critérios normalizados, obtém-se a soma de cada coluna, referente a cada critério;
- Os resultados das somas são multiplicados entre si, relacionando cada critério;
- Os resultados dos produtos obtidos no item anterior são somados e tem-se o valor final de $\lambda_{m\acute{a}x}$.

O cálculo da taxa de coerência ($T.C.$) é dado pela Equação (2):

$$T.C. = \frac{I.C.}{I.C. \text{ M\acute{e}dio}} \quad (2)$$

Onde:

$I.C.$ = Índice de Consist\ecancia

$I.C. \text{ M\acute{e}dio}$ = Índice de Consist\ecancia M\acute{e}dio

O valor de $I.C. \text{ M\acute{e}dio}$ \xe9 obtido, correlacionando o valor $\lambda_{m\acute{a}x}$ calculado com os valores da escala, conforme TABELA 2:

TABELA 2 - IC M\acute{E}DIO DE ACORDO COM VALORES $\lambda_{m\acute{a}x}$

Elementos λ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
IC M\acute{e}dio	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57	1,56

FONTE: ADAPTADO DE SAATY (1980)

Assim, por exemplo, um $\lambda_{m\acute{a}x}$ obtido que resulte valor maior ou igual a 6 e menor a 7, ter\acaa como $I.C. \text{ M\acute{e}dio}$ o valor de 1,24. J\acaa, em outro exemplo, um $\lambda_{m\acute{a}x}$ obtido que resulte valor maior ou igual a 10 e menor a 11, ter\acaa como $I.C. \text{ M\acute{e}dio}$ o valor de 1,49 e assim sucessivamente.

Os valores da taxa de coer\ecancia devem estar preferencialmente abaixo de 10% e podem ser aceit\acaveis at\ecae 20%, indicando que n\acaa existe vi\ecas nos c\acalculos ou, em outras palavras, que nenhum dos crit\ecerios est\acaa tendo um maior peso no fator decis\acario havendo coer\ecancia entre as notas atribu\ecadas a cada crit\ecerio (PADOVANI, 2007).

2.5 CORRELAÇÃO DE PEARSON

Os testes de correlação entre duas ou mais variáveis possuem a função de correlacioná-las ou verificar o quanto uma está relacionada diretamente com a outra. Alguns métodos precisam que as variáveis estejam diretamente relacionadas enquanto outros não, como é o caso da metodologia AHP. Um dos métodos utilizados para esta verificação é a determinação do “ r ” de Pearson, efetuando-se o comparativo em pares da amostra estudada (RIBEIRO, 2010). Duas variáveis possuem uma correlação linear quando os pontos do diagrama de dispersão se aproximam de uma reta.

Esta correlação pode ser positiva, tendo uma tendência crescente de valores para X e Y ou negativa, quando se observa a tendência decrescente para valores Y. (FERREIRA, 2013). A FIGURA 9 relaciona as tendências positiva e negativa de correlação.

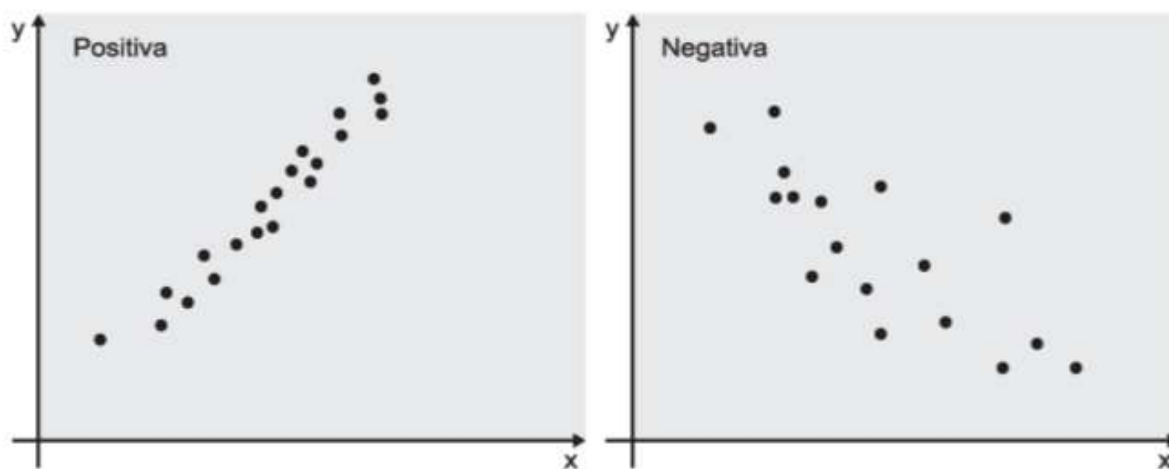


FIGURA 9 - CORRELAÇÕES LINEARES POSITIVAS E NEGATIVAS
FONTE: FERREIRA (2013)

Este foi o primeiro método de correlação estudado por Francis Galton e seu aluno Karl Pearson no ano de 1897. Também conhecido como coeficiente de correlação linear de Pearson, mede a correlação entre duas variáveis e o quanto a correlação, demonstrada em termos gráficos, aproxima-se de uma reta. Os valores se aproximam de -1 (quando há correlação negativa perfeita entre duas variáveis) e 1 (quando há correlação positiva perfeita entre elas). Quando o coeficiente calculado

se aproxima do valor “0” (zero), significa uma fraca correlação linear entre as duas variáveis (TOGNON, 2011).

O cálculo de Pearson dá-se pela Equação (3), onde x e y correspondem aos pares da amostra que estão sendo correlacionados.

$$r = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \sqrt{n(\sum y^2) - (\sum y)^2}} \quad (3)$$

Sendo:

r - Coeficiente da correlação linear de Karl Pearson;

n - Número de pares presentes.

3 ESTADO DA ARTE

Este trabalho tem como foco a análise de dados de energia (demandas, consumos, fator de potência, etc.) junto a outros fatores que influenciam na eficiência energética em plantas de uma rede de hipermercados, utilizando a metodologia de análise Multicritério AHP para a tomada de decisão final. Para tanto, uma revisão da bibliografia foi realizada na tentativa de se descobrir trabalhos relacionados com a mesma linha de pesquisa.

No Brasil, existem apenas três redes de hipermercados de grande porte, com mais de 400 supermercados e hipermercados. Da pesquisa realizada, não foi encontrado nenhum trabalho voltado ao estudo de plantas de uma rede de hipermercados, empregando métodos multicritérios visando ações de eficiência energética. Adicionalmente não se encontrou nenhum trabalho de eficiência energética que considerasse fatores não relacionados diretamente com os dados de energia, tais como fatores climáticos de cada localização geográfica, idade de lojas, percepção interna da rede (item qualitativo), etc.

Neste capítulo foram abordados alguns trabalhos onde se utilizou de forma isolada os processos AHP, bem como outras linhas de pesquisa similares voltadas à análise multicritério, tais como a abordagem *Fuzzy*.

3.1 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA COM MODELAGEM MCDA

Inicialmente, ressalte-se que Duarte (2011) descreve, em sua tese, as diversas metodologias multicritério, introduzindo em sua metodologia o processo AHP para criação de um modelo de elicitação de energias, especificamente fontes renováveis, visando à aplicação na elaboração de políticas sustentáveis. Um dos maiores desafios do século XXI é atingir a sustentabilidade energética e, para isso, é necessário definir estratégias políticas em longo prazo.

3.1.1 AHP – Análise hierárquica do processo

Lee (2005) realizou um estudo em uma planta de hipermercado no estado de SP, analisando dados de refrigeração para propor melhorias e otimização dos processos, utilizando o programa Soft Load. Foram realizadas diversas medições e levantamento de dados em campo, comparando com os dados técnicos de equipamentos, demonstrando no final do estudo que existia a possibilidade de redução do consumo pela otimização do sistema. Apesar de o trabalho não utilizar nenhuma metodologia aplicada à Análise Multicritérios, a mesma é válida para exemplo, pois contém dados técnicos de uma planta de uma rede de hipermercado que pode contribuir muito para a análise comparativa realizada nesta dissertação.

Panesi (2008) propõe um modelo para orientar o ciclo de investimentos em supermercados para a melhor utilização dos recursos energéticos, estudando a matriz energética das unidades envolvidas. O trabalho aponta o perfil de cargas deste tipo de planta considerando 75% do consumo concentrado em refrigeração, ar-condicionado e iluminação. A rede considerada utiliza controle de demanda integrado à Internet e possui procedimentos para utilização de equipamentos, bem como verificação da *performance* destes. O controle de demanda e consumo de energia é verificado tanto em horário de ponta quanto fora de ponta, denotando assim a correlação com a presente dissertação, em que serão aplicados critérios na escala AHP também considerando os índices separadamente.

Silva, Bernardon e Reck (2010) implementaram um modelo de Análise Multicritério, utilizando a metodologia AHP para apoio às decisões em situações de contingência de energia em concessionárias, considerando tempo real. Através dos critérios atribuídos, é possível mapear em tempo real o grau de importância e relevância que o incidente na rede de distribuição terá, para que o operador possa assim tomar a melhor decisão de operação.

Ensslin et al. (2013) descreveram um modelo de gestão de eficiência energética implementado, analisando critérios criados pelo gestor da área através da análise multicritério de apoio à decisão (MCDA), para uma grande concessionária de energia elétrica, qualitativamente identificando e estruturando os critérios com escalas ordinais e quantitativamente transformando e integrando estas escalas em cardinais. Foram identificados Elementos Primários de Avaliação (EPAs), num total

de 50, definindo os conceitos para cada um e depois distribuindo nas áreas de preocupação.

Chung, Lam e Hui (2005) estudaram e desenvolveram uma metodologia, baseada na regressão linear, para determinar qual a referência e intensidade de fatores significantes na edificação. O método foi testado em 30 supermercados de Hong Kong, com área superior a 75m², e que possuem sistema de ar-condicionado central. Foram consideradas variáveis como idade da edificação, ocupação (área interna, período de operação, número de clientes por ano), pessoas (conduta dos ocupantes e fatores de manutenção, temperatura interna de *set point* no verão), sistemas elétricos (tipo de equipamento de ar-condicionado, equipamentos de iluminação e controle de iluminação). Posteriormente a metodologia foi aplicada em mais de 250 hipermercados, obtendo-se índices médios padronizados de consumo de potência ao ano por metro quadrado.

A FIGURA 10 ilustra o modelo tridimensional referente a um hipermercado, levando-se em conta que a norma estabelece materiais adequados para cada parte do envoltório (como paredes, piso, teto, portas, janelas e outros), além de determinar índices respectivos de condutância térmica, coeficiente de ganho de calor solar para vidros, etc. (WHITE et al., 2004).

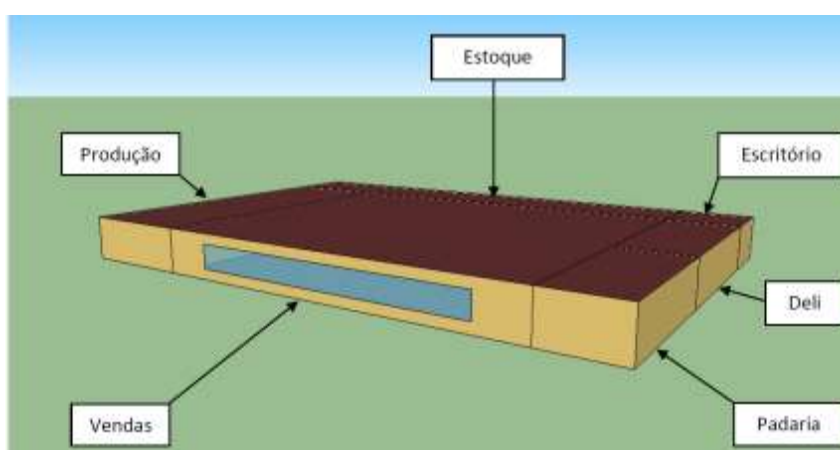


FIGURA 10 - MODELO TRIDIMENSIONAL DE UM HIPERMERCADO
FONTE: WHITE et al. (2004)

Pode-se ressaltar que todos os hipermercados seguem uma distribuição semelhante à ilustrada na FIGURA 10, ou seja, com os componentes de Produção, Estoque, Vendas, Escritório, Padaria e DELI (laboratórios de produção e manipulação de alimentos).

4 MATERIAIS E MÉTODO

4.1 MATERIAIS

Como material, a presente dissertação utilizou o *software* Excel para desenvolvimento dos cálculos da parametrização AHP e *ranking* das lojas.

Adicionalmente, foi utilizado um *software* de gestão de empresa que fornece serviço de otimização do custo de energia, atualmente contratado pela rede objeto desta dissertação. Por questões internas estratégicas desta empresa, o nome deste *software* não pode ser aberto. Entretanto, descrevem-se aqui suas principais funcionalidades.

Através de um equipamento de leitura instalado junto aos medidores de energia das unidades faz-se a comunicação dos dados, em tempo real com o sistema, com o auxílio de interface de comunicação de celular. A partir de então, os dados são tratados e disponibilizados através da Internet para consulta na forma de gráficos e tabelas, com registros diversos a cada 15 minutos, o que possibilitou a coleta de dados de forma consistente no período considerado nesta dissertação.

4.2 MÉTODO

A FIGURA 11 demonstra as etapas macro que compõem a metodologia utilizada neste trabalho:

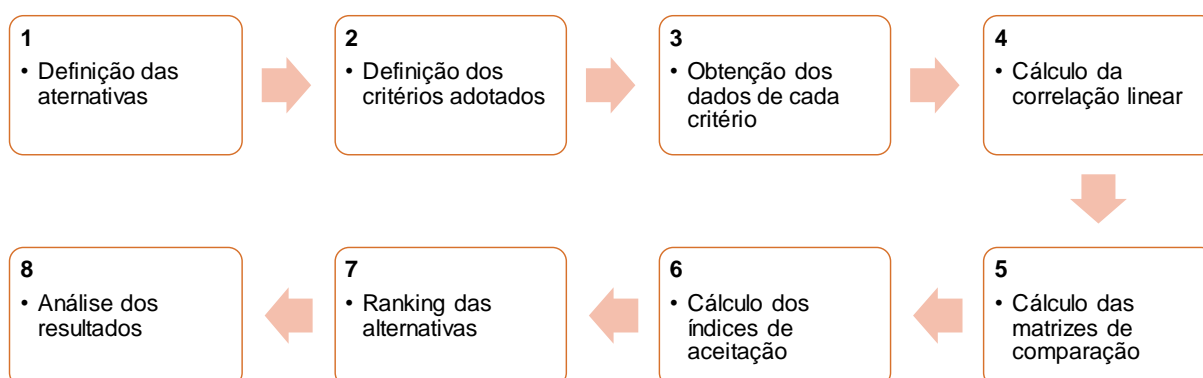


FIGURA 11 - FLUXOGRAMA DAS ETAPAS DO MÉTODO UTILIZADO
FONTE: O AUTOR (2015)

4.2.1 Etapa 1 – Definição das alternativas

Deve-se, nesta etapa, definir as alternativas a serem consideradas, que podem ser compostas por um grupo de lojas de hipermercados presentes em um ou mais estados. As lojas devem ser homogêneas em questão de configurações e existência de equipamentos como refrigeração e ar-condicionado, para que possam ser comparadas entre si dentro da metodologia adotada. As alternativas devem possibilitar que sejam extraídos os dados suficientes, conforme demais critérios adotados, para a composição dos cálculos.

Nesta presente dissertação as alternativas compõem-se de um número de unidades de hipermercados, pertencentes a uma rede de varejo, descartando neste momento as demais lojas da rede, como supermercados e atacados, devido aos critérios de composição das mesmas e aos equipamentos que fazem parte da infraestrutura de um hipermercado, entre eles:

- Ar-condicionado de grande porte
- Sistema de frio alimentar de grande porte
- Sistemas de laboratórios DELI (produção)
- Completa área de vendas com balcões e ilhas em grande número
- Sistemas de geradores
- Sistemas de *no-breaks*
- Subestações com alimentação em média tensão
- Sistemas complexos de combate a incêndio (bombas elétricas e diesel)
- Demais equipamentos pertinentes.

Desta forma é possível um comparativo das unidades a partir de fatores tais como consumo por metro quadrado (salão de vendas), temperatura média, fator de potência, ar-condicionado, dentre outros.

O mesmo estudo poderá ser aplicado futuramente para as demais lojas da rede, entre plantas que não possuem a mesma configuração – como, por exemplo, lojas com ausência de sistema de ar-condicionado no salão de vendas –, e, também, podem ser aplicados índices de correção, caso o desejo seja criar um comparativo entre 100% das lojas da rede; porém, neste caso, faz-se necessário a criação de

fatores de correção de critérios para que possam ser comparadas lojas de diferentes configurações, como, por exemplo, lojas que possuem ar-condicionado e outras que são desprovidas deste item para que não haja distorção causando falsos resultados.

4.2.2 Etapa 2 – Definição dos critérios adotados

Após a definição das lojas, critérios para a metodologia foram adotados considerando itens de maior importância que devem ser levados em consideração para os cálculos, tais como, por exemplo, consumo de energia elétrica, área de lojas, multas por baixo fator de potência, ou seja, itens que impactam diretamente na eficiência energética das alternativas escolhidas, neste caso, lojas hipermercados.

A definição dos critérios passa pela análise de variáveis que estão ligadas diretamente com o consumo de energia elétrica ou com o produto final comercializado. Podem-se considerar, também, outros critérios relacionados indiretamente ao consumo de energia elétrica, mas que são importantes para ações de eficiência energética. Neste caso, podem-se citar as despesas com manutenção preventiva e corretiva. É possível, também, na intenção de avaliar os serviços técnicos prestados por terceiros, considerar variáveis qualitativas como critérios a serem adotados. Um exemplo deste caso é a qualidade do serviço prestado.

Caso sejam adotadas alternativas ou lojas que possuem configurações diferenciadas quanto à existência de equipamentos, por exemplo, será necessária a implementação de fatores de correção, para um ou mais critérios, para que o comparativo possa ser efetuado. No caso desta dissertação deve-se ressaltar que não é necessária a implementação de nenhum índice de correção dos critérios, pois todas as lojas adotadas como critérios possuem as mesmas características de composição ou infraestrutura.

4.2.3 Etapa 3 – Obtenção dos dados de cada critério

Nesta etapa são obtidos os dados de cada critério definido na etapa anterior. Podem existir, nesta etapa, algumas dificuldades para obtenção dos dados que

compõem cada critério, dependendo quais sejam. Por exemplo, a obtenção de dados financeiros separados por ações preventivas e corretivas, pois estes dados podem se apresentar de forma conjunta; dados de temperatura, por não haver estações meteorológicas em todas as localidades onde estão localizadas as lojas que compõem as alternativas – ou existam, porém com histórico suficiente. Além disso, nem todas as estações possuem leituras em todos os meses do período, necessitando um tratamento inicial nos dados climáticos.

Outra dificuldade que pode existir é a obtenção de variáveis de consumo provenientes das contas de energia de cada alternativa ou loja, pois cada uma pode ser atendida por uma diferente concessionária de energia e suas contas de energia podem estar fisicamente localizadas nas próprias lojas, e não concentradas na sede do grupo, ou mesmo extraviadas. Neste caso, é preciso haver um entendimento com o diretor da loja para facilitar a busca e catalogação, ou mesmo a utilização de *software* proprietário da rede, que concentra os dados. Se houver contas extraviadas, as respectivas lojas devem ser retiradas do estudo.

4.2.4 Etapa 4 – Cálculo da correlação linear

Para a utilização do método AHP, as variáveis de entrada devem ser linearmente independentes. Deste modo, esta etapa é colocada para se verificar se existem correlações lineares fortes entre as variáveis. Isso pode ser feito através do cálculo do coeficiente de correlação linear de Pearson.

O cálculo dos índices de correlação de Pearson entre as variáveis pode ser efetuado através do software Excel, ou outro pacote computacional qualquer, pois quase todos os programas estatísticos possuem um módulo que fornece este tipo de cálculo. Ao efetuar o cálculo da correlação, caso o resultado deste, na relação entre duas variáveis, seja alto, ou maior do que 0,5, em módulo, uma das duas variáveis deve ser analisada para a possível retirada, pois na técnica AHP é recomendado que não existam correlações fortes entre as variáveis. No cálculo de Pearson, dificilmente são encontrados valores dos extremos (0 e 1), por isso os valores intermediários devem ser analisados. Para Cohen (1988), valores entre 0,10 e 0,29 podem ser considerados pequenos, escores entre 0,30 e 0,49 podem ser considerados médios e valores entre 0,50 e 1 podem ser interpretados como

grandes. Outros autores atribuem que valores de até 0,60 ainda possuem correlação fraca à moderada, porém nesta dissertação atribuiu-se que os valores abaixo de 0,50 possuem correlação fraca ou moderada.

4.2.5 Etapa 5 – Cálculo das matrizes de comparação

Após a definição das alternativas, critérios e obtenção dos dados necessários, faz-se imprescindível o cálculo comparativo entre as alternativas ou lojas para cada critério adotado, utilizando-se o método AHP. Calculam-se as matrizes normais e normalizadas em relação aos critérios e entre as lojas em relação a cada critério.

Esta etapa pode ser subdivida em duas subetapas. Na primeira subetapa foi necessária a realização de uma pesquisa interna com integrantes de algumas áreas da empresa para se atribuir os pesos de cada critério e, na segunda subetapa, tem-se o cálculo propriamente dito da matriz de comparação. Passa-se a explicar estas duas subetapas.

4.2.5.1 Matriz de comparação dos critérios

Os critérios adotados são compostos em uma matriz de prioridade, determinando-se o grau de importância entre eles. Os pesos (ou notas) para cada critério foram atribuídos pelo engenheiro regional de manutenção devido à falta de profissionais com experiência tanto na técnica utilizada quanto no tema da eficiência energética, bem como conhecimento dos equipamentos e influências que estes possuem da planta de um hipermercado. Os pesos de grau de importância para cada critério estão relacionados no capítulo que descreve o estudo de caso.

4.2.5.2 Matriz de comparação das alternativas

Para cada um dos critérios adotados, uma matriz comparativa por loja é criada, comparando-se cada uma das lojas entre si em relação a cada critério. No estudo de caso, exemplifica-se cada uma destas matrizes.

É usual, nesta etapa, definir-se, para cada critério, uma escala de valores para a equivalência dos dados a serem pesquisados em cada critério. Por exemplo, pode-se adotar uma escala igual à de Saaty, de 1 a 9, escalonando assim os valores dos dados encontrados dentro desta escala. Desta forma, os dados originais podem ser protegidos quanto à divulgação e trabalha-se na metodologia com números em menor escala.

Na presente dissertação, adotou-se a escala de 1 a 9 para igualar-se à escala de Saaty, porém podem ser determinados outros valores.

Para critérios qualitativos, como é o caso do critério de número 7 desta dissertação, em que as notas são atribuídas pelos decisores, e não calculadas, usa-se normalmente a escala de Saaty diretamente, adotando-se os valores 1, 3, 5, 7, 9.

Já para os critérios quantitativos, como é o caso dos critérios de 1 a 6 deste trabalho, adota-se a mesma escala, de 1 a 9, porém calculando-se os valores dentro desta, conforme cada critério. Desta forma, as notas poderão ter valores quebrados, desde que respeitem o valor mínimo, no caso 1, e o valor máximo, no caso 9.

Deve-se, no entanto, verificar se o menor valor obterá a nota 1 ou 9 e, respectivamente, o maior valor encontrado nos dados obterá a nota 9 ou 1, calculando assim as demais notas dos demais valores.

Para um critério de despesas com corretivas / m², por exemplo, pode-se atribuir que a alternativa ou loja que possui o menor valor, dentro deste critério, possuirá o melhor índice de eficiência e, assim, deve receber a nota 9 na escala. Já a loja ou alternativa que possui o maior valor de despesa com corretivas / m², possuirá a menor eficiência energética, recebendo assim a nota 1. As demais alternativas, como estarão dentro destes dois valores (menor e maior) terão notas calculadas entre 9 e 1.

Para se calcular os valores dentro desta escala, pode ser seguido o exemplo:

- Loja A: R\$ 1.000,00 / m²

- Loja B: R\$ 1.150,00 / m²
- Loja C: R\$ 2.000,00 / m²

Considerando uma escala de conversão de 1 a 9, neste exemplo, a loja “A” receberá a nota 9, pois possui o menor valor dentre as três comparadas. Já a loja “B” receberá a nota 1 e a nota a ser atribuída à loja “C” deverá ser calculada da seguinte forma:

$$k = \frac{\text{Maior valor} - \text{menor valor}}{\text{valor escala maior valor} - \text{valor da escala menor valor}} \quad (4)$$

Sendo:

k = constante

Maior valor = maior valor encontrado dentro do critério (neste caso Loja C = R\$ 2.000,00 / m²)

Menor valor = menor valor encontrado dentro do critério (neste caso Loja A = R\$ 1.000,00 / m²)

Valor escala maior valor = valor da escala atribuído ao maior valor encontrado dentro do critério (neste caso 9)

Valor escala menor valor = valor da escala atribuído ao menor valor encontrado dentro do critério (neste caso 1)

Assim, tem-se, neste exemplo:

$$k = \frac{2.000,00 - 1.000,00}{1 - 9}$$

$$k = -0,008$$

Na sequência, para o valor da nota que a loja “B” deve receber, dentro da escala de 1 a 9, executa-se o seguinte cálculo:

$$\text{Nota desejada} = k \cdot \text{valor loja C} - k \cdot \text{valor loja A} - 9$$

$$\text{Nota desejada} = (-0,008 \cdot 1.150,00) - (-0,008 \cdot 1.000,00) + 9$$

$$\text{Nota desejada} = 7,8$$

Desta forma transformam-se as notas das três alternativas ou lojas do exemplo anterior para a escala de 1 a 9, sendo:

- Loja A: R\$ 1.000,00 / m² - nota 9 (atribuído)
- Loja B: R\$ 1.150,00 / m² - nota 7,8 (calculado)
- Loja C: R\$ 2.00,00 / m² - nota 1 (atribuído)

4.2.6 Etapa 6 - Cálculo dos índices de aceitação

Após o cálculo das matrizes de comparação, calculam-se os índices de aceitação: o índice de consistência (IC) e a taxa de coerência (TC), de acordo com a modelagem AHP.

Ressalte-se que um resultado de TC abaixo de 20% indica que não existe viés nos cálculos ou a tendência de que um dos critérios esteja sendo responsável e/ou tenha maior peso na decisão final para *ranking* das lojas, de acordo com os critérios atribuídos.

4.2.7 Etapa 7 - *Ranking* das lojas

Após a aplicação dos cálculos através da metodologia AHP, utilizando-se os dados conforme critérios definidos, gera-se um *ranking* das alternativas ou lojas da mais eficiente para a menos.

4.2.8 Etapa 8 - Análise dos resultados

Finalmente, pode-se efetuar uma análise dos resultados a partir do *ranking* das lojas. Analisam-se os dados de cada critério, como sugestão, das 5 lojas mais eficientes e das 5 menos eficientes, para determinado ano, buscando encontrar os fatores mais importantes para suas posições no *ranking*. Por exemplo, neste caso,

podem ser analisadas as multas por baixo fator de potência em uma determinada loja bem classificada no *ranking*, buscando eventuais fatores que explicam sua posição ou mesmo incoerências na classificação.

Adicionalmente, podem-se analisar dois períodos equivalentes (comparação entre anos, semestres, trimestres, etc.) do conjunto de lojas com o objetivo de avaliar uma eventual alternância nos *rankings* de determinadas lojas, verificando também os fatores que podem ter causado esta mudança no *ranking*.

5 ESTUDO DE CASO

5.1 APRESENTAÇÃO DO ESTUDO DE CASO

A dissertação utiliza como estudo de caso, para a validação do método proposto no capítulo anterior, os dados de uma empresa do ramo de varejo do setor de alimentos, com presença em vários estados brasileiros. O Brasil conta hoje com várias redes de hipermercados, porém apenas 3 delas operam com mais de 400 unidades. A TABELA 3 demonstra o resultado financeiro das 4 maiores redes de varejo no ano de 2014.

TABELA 3 – FATURAMENTO BRUTO 2014

Rede	Fat. Bruto 2014 (R\$ Bilhões)	Crescimento 2013 - 2014	Nº Lojas	R\$ / Loja (milhões)
Carefour	37,93	8,37%	258	147,02
Multivarejo (Pão de Açúcar)	37,66	8,34%	1112	33,87
Walmart Brasil	29,65	4,39%	544	54,5
Grupo Martins	6,97	16,71%	955	7,3

FONTE: ADAPTADO DO RELATÓRIO 2015 DA SBVC – SOCIEDADE BRASILEIRA DE VAREJO E CONSUMO

Conforme a TABELA 3 verifica-se uma grande diferença no faturamento das redes “A”, “B”, “C” e “D”, quando considerado o valor de faturamento por loja. Isso se deve ao fato de as redes possuírem diferentes configurações de lojas (varejo, atacado, etc.), porém também terem resultados de eficiência energética diferentes, representando um custo adicional aos produtos e, conseqüentemente, aumento de preços com queda nas vendas. Para que não haja exposição da rede utilizada neste estudo de caso, os nomes originais foram alterados na TABELA 3.

Foram considerados dados coletados em 120 lojas de hipermercados, localizadas em diversos estados do Brasil, no período de janeiro a dezembro de 2014. Fez-se, também, um estudo comparativo dos resultados obtidos entre os períodos do 1.º semestre de 2014 e 1.º semestre de 2015.

O critério de escolha das lojas apoia-se nas condições técnicas de semelhança que as mesmas possuem quanto à diversidade de equipamentos (ar-condicionado, frio alimentar, câmaras frias, equipamentos de laboratório – DELI, bombas de incêndio, sistema de iluminação, grupos geradores, subestações, etc.),

bem como no atual sistema de medição de energia do grupo, sendo todas da lista agrupadas no sistema horo-sazonal (Tarifa Verde ou Azul) ou energia livre, possibilitando assim comparações com as mesmas condições de faturamento, além de comparativos de consumos por metro quadrado referente ao salão de vendas.

Assim, espera-se que a modelagem aplicada aos dados coletados nestas lojas possa gerar parâmetros para auxiliar no processo decisório em investimentos futuros necessários à rede quanto à escolha de lojas que devem passar por reformas, alterações de equipamentos, *retrofit*, etc.

Salienta-se aqui que o processo de *retrofit* aqui considerado relaciona-se com a troca parcial ou total de equipamentos das lojas bem como a reforma de um equipamento em que partes deste são substituídas por outras de melhor eficiência, como, por exemplo, troca de compressores de sistemas de ar condicionado ou substituição de um motor de sistemas de motobombas, por um modelo de melhor qualidade/eficiência.

5.2 DEFINIÇÃO DAS LOJAS A SEREM UTILIZADAS

No presente estudo consideram-se apenas unidades de hipermercados, em um total de 120 amostras (lojas), pertencentes à rede, descartando neste momento as demais lojas. O mesmo estudo pode ser aplicado para as demais lojas, entre plantas que não possuem a mesma configuração e, também, podem ser aplicados índices de correção, caso se deseje criar um comparativo entre 100% das lojas da rede.

As lojas estão numeradas aleatoriamente, não obedecendo necessariamente à localização geográfica, índices de consumo, etc., para que os resultados não sejam direcionados a nenhuma loja da lista durante o processo de atribuição das notas e, também, são nomeadas como Loja 1 a Loja 120 aleatoriamente, não utilizando o nome real das mesmas para não identificá-las, bem como de qual rede de varejo se trata.

5.3 DEFINIÇÃO DOS CRITÉRIOS ADOTADOS

5.3.1 Critérios gerais

A presente dissertação considera ao total 7 critérios para a modelagem AHP e *ranking* final das lojas, conforme a tabela da FIGURA 12. As linhas desta tabela apresentam os critérios adotados, quais sejam:

- kWh / m² / temperatura média (°C)
- Baixo fator de potência
- Despesas com manutenção preventiva / m²
- Despesas com manutenção corretiva / m²
- Tempo da última reforma
- Idade da loja
- Qualidade do serviço técnico

Na definição dos critérios, consideraram-se aqueles de maior importância para a rede e que impactam diretamente na eficiência energética desta.

A partir da próxima seção, cada um desses critérios é detalhado.

Conforme demonstrado na tabela da FIGURA 12, os critérios estão relacionados com a eficiência energética de cada loja de acordo com as notas atribuídas, conforme tabela Saaty ou calculadas na escala de 1 a 9 sendo a maior nota atribuída à loja que possui os valores relacionados com a maior eficiência energética e a menor nota, inversamente, à loja que possui relação com a menor eficiência energética.

ITEM	CRITÉRIO	Nota / peso	DESCRIÇÃO CRITÉRIO	PREMISSA ADOTADA DO CRITÉRIO
1	kWh / m ² / temperatura média (°C)	Menor Valor = Maior Peso (9)	consumo em kWh, no período, equivalente ao tamanho da loja pela temperatura média da região	Quanto menor o consumo em kWh dividido pelo m ² do salão de vendas, dividido pela temperatura média, maior será a eficiência energética da loja (considerado fora horário de ponta)
2	Baixo fator de potência	Menor Valor = Maior Peso (9)	Multa por Baixo Fator Potência no período de 2014	Quanto menor a multa acumulada em R\$ por baixo Fator de Potência, maior será a eficiência energética da loja
3	Despesas com manutenção preventiva / m ²	Menor Valor = Menor Peso (1)	Gastos com Manutenção Preventiva / m ²	Quanto menor o investimento em manutenção preventiva ocorrido na loja, menor a eficiência energética
4	Despesas com manutenção corretiva / m ²	Menor Valor = Maior Peso (9)	Gastos com Manutenção Corretiva / m ²	Quanto menor o investimento em manutenção corretiva ocorrido na loja, maior a eficiência energética
5	Tempo da última reforma	Menor Valor = Maior Peso (9)	Tempo em "anos" que ocorreu a última reforma	Quanto menor o tempo de reforma ocorrida na loja, maior eficiência energética
6	Idade da loja	Menor Valor = Maior Peso (9)	Tempo em "anos" de existência da loja, desde a inauguração	Quanto menor o tempo existência da loja, maior eficiência energética
7	Qualidade do serviço técnico	Menor Valor = Menor Peso (1)	Relação de mão de obra terceirizada com a manutenção	Quanto melhor considerada a Mão de Obra terceirizada (maior nota adotada), melhor será a eficiência energética

FIGURA 12 - CRITÉRIOS ADOTADOS NA MODELAGEM
 FONTE: O AUTOR (2015)

O comparativo é feito entre as lojas ou alternativas utilizadas como estudo de caso nesta dissertação, portanto sem efetuar comparações externas à rede de hipermercados utilizada no estudo de caso e/ou a dados padronizados de equipamentos, fornecedores ou outros.

Desta forma, os critérios estão distribuídos com as seguintes premissas:

- Critério 1: quanto menor o valor obtido entre o cálculo de consumo de energia por metro quadrado e pela temperatura média da loja, melhor será a relação com a eficiência energética da loja (sendo atribuído o valor 9 da escala de 1 a 9) e, conseqüentemente, quanto maior este

valor, menor será a relação de eficiência energética (sendo atribuído o valor 1 da escala de 1 a 9). Os valores intermediários entre o maior e o menor obtido recebem notas calculadas entre a escala 1 a 9;

- Critério 2: para valores de multa “0” (zero), melhor será a eficiência da loja, recebendo assim a nota 9. Quanto maior for a multa por baixo fator de potência, adotou-se que menor será a eficiência da loja, sendo o maior valor encontrado recebendo nota 1 e os demais valores intermediários, notas entre 1 e 9 da escala;
- Critério 3: quanto maior for a despesa com manutenção preventiva em infraestrutura e equipamentos, por metro quadrado, considerando salão de vendas, adotou-se que melhor será o índice de eficiência energética da loja. O maior valor encontrado recebe a nota 9 e o menor valor a nota 1 da escala de 1 a 9;
- Critério 4: quanto menor a despesa com manutenções corretivas nas lojas, adotou-se que há um melhor índice de eficiência energética e quanto maior a despesa, pior será o índice. Assim, o maior valor encontrado no período recebe o peso 1, da escala de 1 a 9, e o menor valor o peso 9;
- Critério 5: quanto mais antiga a loja for, adotou-se que a mesma pode conter uma infraestrutura e equipamentos mais antigos, tendo neste caso um índice mais baixo de eficiência energética, portanto obtendo a nota 1 da escala. Para lojas mais novas, o peso adotado é de 9, correlacionando a lojas com um índice de eficiência energética maior;
- Critério 6: na mesma analogia do critério 5, lojas que foram contempladas com reformas em um menor período em relação ao atual, recebem nota 9, considerando que tiveram *retrofit* de equipamentos, reformas de infraestrutura e assim possuem um índice mais alto de eficiência energética. Para lojas que possuem um longo período de reforma ocorrida, adotou-se a nota 1, considerando um menor índice de eficiência;
- Critério 7: na escala de Saaty, utilizando-se os pesos 1-3-5-7-9, adotou-se como menor nota (1) para as lojas que possuem uma maior deficiência de mão obra, portanto com um menor índice de eficiência

energética. Conseqüentemente, para lojas com uma relação de melhor qualidade dos serviços terceirizados prestados, adotaram-se notas mais altas para indicar uma melhor relação com a eficiência energética.

5.3.1.1 Critério 1 - Consumo em kWh / m² / temperatura média (°C)

O consumo de energia, em cada loja, é um dos principais fatores impactantes para um bom resultado em eficiência energética. Após análise das contas de energia, verificou-se a existência de grandes diferenças de consumo de kWh / m² nas respectivas lojas.

A FIGURA 13 exemplifica o histórico de consumo de energia mensal por metro quadrado (considerando a área do salão de vendas), de um grupo de lojas pertencentes à rede, todas localizadas dentro de um mesmo estado, sendo a diferença encontrada direcionada em grande parte à eficiência dos equipamentos, diferença de temperaturas médias anuais das cidades, baixo fator de potência, etc.

Conforme a FIGURA 13, no ano de 2014, existem diferenças de consumos entre lojas com mesmas configurações, tipos de equipamentos e outras similaridades. A diferença chega a praticamente 47% do maior consumo – loja 098, para o menor consumo – loja 076, salientando-se que todas estão localizadas no mesmo estado e que, mesmo considerando fatores externos como diferenças de temperaturas, o Δ kWh / m² não deveria ser tão alto, denotando a baixa eficiência energética em algumas lojas.

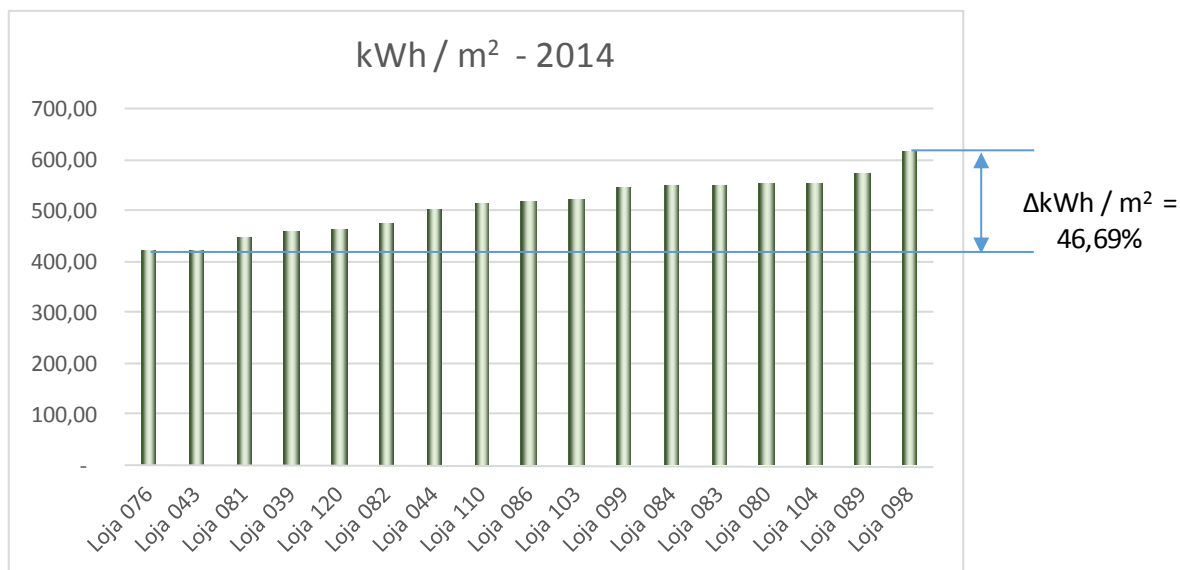


FIGURA 13 - CONSUMO / m² LOJAS DO MESMO ESTADO, NO ANO DE 2014
 FONTE: O AUTOR (2015)

Inicialmente, o consumo de energia elétrica de cada loja era a variável importante do estudo ou aquela que, talvez, melhor impactasse o *ranking* de eficiência energética que se buscava obter. No entanto, verificou-se que era necessário tomar esta variável por m², pois as lojas diferem em tamanho, embora possam possuir as mesmas características de equipamentos.

A temperatura média de cada localidade também se mostra importante para poder comparar as lojas em diferentes localidades, pois lojas localizadas em regiões litorâneas, por exemplo, terão um maior consumo de energia devido à temperatura externa ser maior em relação a cidades mais frias.

Adotou-se assim o histórico de consumo de energia elétrica no período de janeiro a dezembro do ano de 2014, completando um ciclo de 12 (doze) meses de faturas, dividido pela área em m² referente ao salão de vendas de cada unidade e dividindo, ainda, pela temperatura média da localidade. O salão de vendas é representativo, pois se trata da parte do hipermercado com o maior consumo e onde existe uma maior variação no tamanho entre as lojas. Assim, o consumo por m² foi dividido pela temperatura média da localidade onde se encontra a loja.

Os dados de consumo das unidades é ponto de destaque na análise de eficiência energética, dada a direta relação que existe com este conceito, porém não deve ser analisada isoladamente pois as lojas possuem configurações diferenciadas tais como tamanho de salão de vendas, distribuição de equipamentos, dentre outros, havendo assim a necessidade de ser efetuado ajuste também pela variável

dimensão. Outro fator importante também é a temperatura ambiente em relação à cidade onde localiza-se a loja, pois este fator contribuirá diretamente para um aumento ou decréscimo da carga térmica da loja, aumentando ou diminuindo o consumo dos equipamentos de ar condicionado e refrigeração. Desta forma, foi criado o critério de consumo dividido pelo dimensional da loja e ainda pela temperatura média externa, ou seja, kWh / m² / °C.

Para exemplificar mais esta questão, pode assim, por exemplo, duas lojas quaisquer (“A” e “B”) que possuem igualdade em dois dos três parâmetros, diferenciando apenas em um deles, ou seja, loja A e B com mesmos consumos em kWh, mesmos dimensionais de salão de vendas em m², porém localizadas em cidades com diferenças grandes de temperaturas médias externas. Assim, entende-se que a loja, nestas condições, localizada na cidade com temperatura média mais elevada, possuirá maior eficiência energética, segundo este critério, pois consegue ter o mesmo consumo da cidade comparada, tendo a mesma dimensão porém com exigência de carga térmica maior, devido a temperatura externa. Na mesma analogia, as mesmas cidades, encontrando-se em mesmas cidades, em que as temperaturas médias são similares, possuindo a mesma dimensão, a que possuir maior consumo terá uma menor eficiência, segundo este critério, pois exige maior consumo em kWh para suprir as cargas instaladas em uma mesma dimensão e com condições similares de temperatura que a outra loja.

Por fim, em mesmas condições de consumo de kWh e temperatura externa, porém com variação da dimensão do salão de vendas também propiciará maior ou menor eficiência, pois, nestas condições, caso uma das lojas consiga manter o mesmo consumo, para condições similares de temperatura, porém para uma dimensão maior (indicando que podem haver mais equipamentos instalados), significa que possui uma maior eficiência em relação a segunda loja.

Ainda ressalta-se, em relação ao parâmetro consumo, de que dos dados desta dissertação considerou-se apenas os valores fora do horário de ponta, pois algumas das unidades do estudo adotam o controle de demanda, no horário de ponta, pelo uso de geradores enquanto que outras não. Desta forma, haveria uma distorção nos valores, entre as unidades, caso fossem considerados 100% dos consumos das unidades descritas no estudo de caso.

Desta forma, este critério apontou-se como importante ponto nos cálculos desta dissertação, sendo considerado um conceito importante e comparativo entre

os três parâmetros: consumo (kWh), tamanho da loja (m^2) e temperatura externa ($^{\circ}C$), sendo necessário a composição dos cálculos por loja considerando os dados destes três parâmetros.

Os dados de consumo de energia foram obtidos através das faturas mensais de energia de cada unidade relacionada. O tamanho de cada unidade foi obtido internamente com a rede, através do histórico de construções e/ou reformas das mesmas.

Na questão da temperatura média, para a aplicação da metodologia, recomenda-se obter um perfil de temperatura média a partir de um histórico mensal. Os dados são retirados do INMET – Instituto Nacional de Meteorologia considerando as cidades do instituto no Brasil que possuem as estações de medição e que realizaram as 12 medições no ano proposto (2014), descartando as demais regiões. Para cada loja, uma consulta à cidade e estado no qual se localiza foi realizada. Em situações onde não existe uma estação meteorológica na mesma cidade da loja, adotou-se a temperatura média medida na estação da cidade mais próxima.

A FIGURA 14 exemplifica a localização das estações em uma das regiões do Brasil. Para exemplo verificou-se a existência de estações em várias cidades como Feira do Santana, Salvador, Vitória da Conquista, etc. Uma cidade como Eunápolis, caso possua um hipermercado na lista de lojas utilizada nesta dissertação, utilizou os dados da estação de Porto Seguro, como critério por ser a mais próxima geograficamente. Desta forma foi possível determinar valores de temperaturas médias em todas as 120 lojas relacionadas.

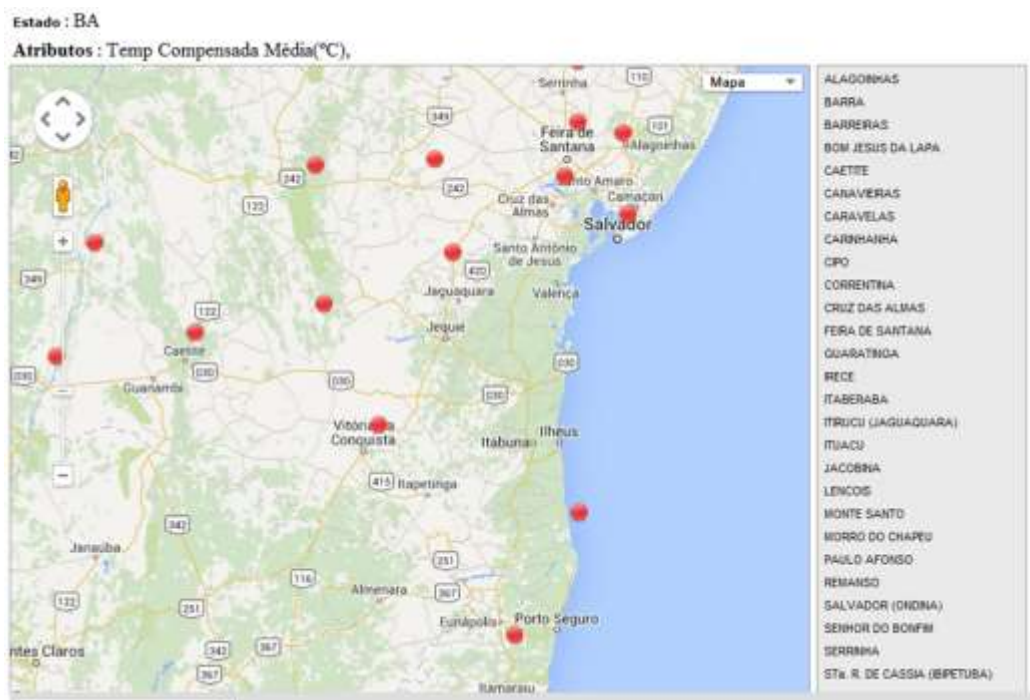


FIGURA 14 - ESTAÇÕES MEDIÇÃO BAHIA - INMET
FONTE: INMET (DADOS 2014)

O menor valor encontrado para este índice foi de 12,660 kWh / m² / temperatura média (°C) e o maior de 36,550 kWh / m² / temperatura média (°C). Para a parametrização com o processo AHP, os valores foram transformados em uma escala de 1 a 9, sendo todos os 120 índices adequados segundo esta escala. Assim o menor valor calculado passou a ter valor 9 na matriz de critérios e o maior valor de 1. Os demais valores foram adequados entre estes dois extremos. Desta forma, a loja que possui o menor valor de kWh / m² / temperatura média (°C) está relacionada à tendência de ter um melhor índice de eficiência energética e vice-versa.

5.3.1.2 Critério 2 - Multa por baixo fator de potência

O critério baixo fator de potência, considerado nesta dissertação em valores de multa em reais, foi adotado após análise das contas de energia, que demonstrou um número significativo, acumulado para os anos de 2012 a 2014. A rede chegou a pagar mais de 2 milhões de reais em multas por baixo fator de potência, no período

descrito, para 100% das unidades da mesma. Para as 120 lojas consideradas neste estudo, só no ano de 2014, a multa chegou a quase 500 mil reais.

Com o baixo fator de potência, há uma queda na eficiência energética das lojas e, conseqüentemente, outros problemas podem decorrer como aumento do consumo, pela utilização de energia reativa e até ultrapassagem de demanda contratada, sendo este último um dos problemas também enfrentados pela rede.

A FIGURA 15 apresenta o histórico de multas por ultrapassagem de demanda, no período de janeiro de 2012 a dezembro de 2014, para 100% das lojas da rede.

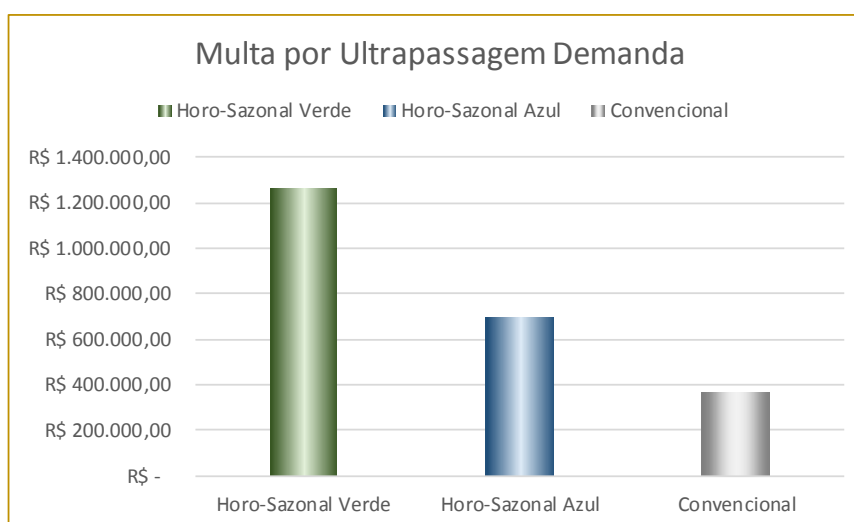


FIGURA 15 - HISTÓRICO DE MULTA POR ULTRAPASSAGEM DE DEMANDA DA REDE ESTUDADA.
 FONTE: O AUTOR (2015)

Conforme a FIGURA 15, nas três tarifações consideradas, Horo-Sazonal Verde, Azul e Convencional, as despesas de multa por ultrapassagem de demanda, junto às concessionárias de energia, para os anos de 2012 a 2014, em 100% das unidades da rede, chegou a mais de 2 milhões de reais.

Para se obter o valor da multa por baixo fator de potência, utilizou-se um histórico de multas das unidades no período de janeiro a dezembro do ano de 2014, completando um ciclo de 12 meses de leituras. Este parâmetro está relacionado diretamente com a eficiência energética das lojas indicando a necessidade de *retrofit* de equipamentos e/ou a instalação de banco de capacitores para a correção.

Utilizaram-se os valores acumulados no período em cada loja e estes foram adaptados a partir de uma escala numérica de 1 a 9, relacionando o menor valor de

multa acumulado em uma loja no ano de 2014 (R\$ 0,00) ao número 9 e ao maior valor de multa acumulado por baixo fator de potência, em uma mesma loja no ano de 2014 (R\$43.646,78), ao número 1, sendo os demais 118 valores adequados na mesma proporção.

Os valores de baixo fator de potência estão relacionados com equipamentos que possuem baixa eficiência energética nas lojas porém também podem estar relacionados à problemas com sistema de correção do fator de potência de cada unidade, indicando a necessidade de correção dos capacitores dos bancos que fazem esta correção em cada loja.

5.3.1.3 Critério 3 - Despesas com manutenção preventiva / m²

Para se obter os valores das despesas com a manutenção preventiva por m² utilizou-se um histórico de despesas das lojas considerando o período de janeiro a dezembro do ano de 2014, completando um ciclo de 12 meses da aplicação de recursos com contratos preventivos de infraestrutura e equipamentos como ar-condicionado, frio alimentar, iluminação, etc.

A loja que despendeu mais com manutenção preventiva em 2014 utilizou aproximadamente 1,82% da verba gasta nas 120 lojas no período, enquanto a loja que teve a menor despesa utilizou apenas 0,28% do total previsto.

Assim, estes valores em porcentagem também foram transformados em valores de escala numérica de 1 a 9, porém sendo o maior valor atribuído à loja com a maior despesa acumulada no período de 2014 / m².

Atribuiu-se que a loja que recebeu os maiores investimentos em relação à manutenção preventiva no período, independentemente da idade da mesma e/ou tempo da última reforma, está relacionada com a maior eficiência energética. Desta forma esta loja recebeu o valor de 9. De forma inversa, a loja que teve a menor despesa com manutenção preventiva recebeu a nota 1, tendo uma menor eficiência energética.

5.3.1.4 Critério 4 – Despesas com manutenção corretiva / m²

O mesmo histórico de despesas emitidas com manutenção preventiva das lojas foi utilizado para a análise das despesas com a manutenção corretiva, ou seja, foi considerando o período de janeiro a dezembro do ano de 2014, completando um ciclo de 12 meses.

A loja que despendeu mais com manutenção corretiva em 2014 utilizou aproximadamente 2,76% da verba no período, considerando o total da despesa das 120 lojas, enquanto a loja que teve o menor valor obteve apenas 0,02% do total previsto. Assim, estes valores em porcentagem também foram transformados em valores de escala numérica de 1 a 9, sendo o maior valor atribuído à loja com menor valor acumulado no período de 2014 / m². Atribuiu-se que a loja com os menores valores de despesas em manutenção corretiva no período, independentemente da idade da mesma e/ou tempo da última reforma, conforme próximos critérios descritos, esteja relacionada com a maior eficiência energética, uma vez que se entende que a manutenção preventiva está tendo um maior efeito diminuindo assim as despesas com manutenção corretiva inesperada.

5.3.1.5 Critério 5 - Tempo da última reforma

Para cada uma das 120 lojas relacionadas, buscou-se o histórico de tempo em relação à última reforma ocorrida em anos. Quanto mais recente a reforma, mais equipamentos novos (e eficientes) a loja recebeu, conforme FIGURA 16.

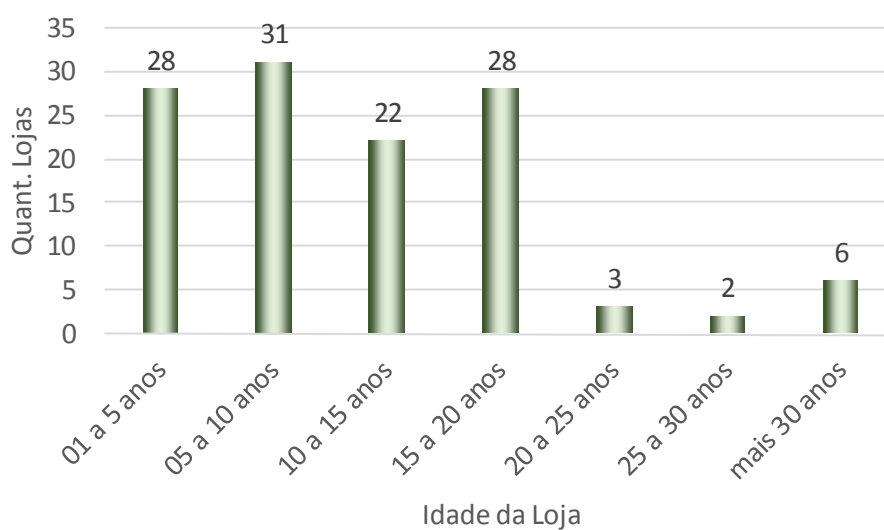


FIGURA 16 - TEMPO DE REFORMA DAS LOJAS
 FONTE: O AUTOR (2015)

Da amostragem de 120 lojas consideradas no estudo de caso, tem-se 1 loja reformada há mais de 30 anos, 3 reformadas entre 15 e 20 anos, 5 lojas que receberam reformas em um período de 10 a 15 anos, 62 localidades com reformas ocorridas em uma janela de 5 a 10 anos e as demais 49 lojas com reformas ocorridas em um período de até 5 anos, lembrando que este histórico foi retirado no mês de janeiro de 2015.

Assim, a loja com o menor período de reforma, 2 anos, recebeu a nota 9 e a loja com maior data de reforma, 31 anos, recebeu o valor de 1. As demais foram adequadas entre estes dois valores de 1 e 9; para as adequações de cálculos, considerou-se que a loja com o maior tempo sem reforma total está relacionada com o menor índice de eficiência energética.

5.3.1.6 Critério 6 - Idade da loja

Similarmente ao critério de tempo de reforma, para cada uma das 120 lojas relacionadas, buscou-se o histórico de tempo de inauguração da loja em anos, conforme a FIGURA 17.

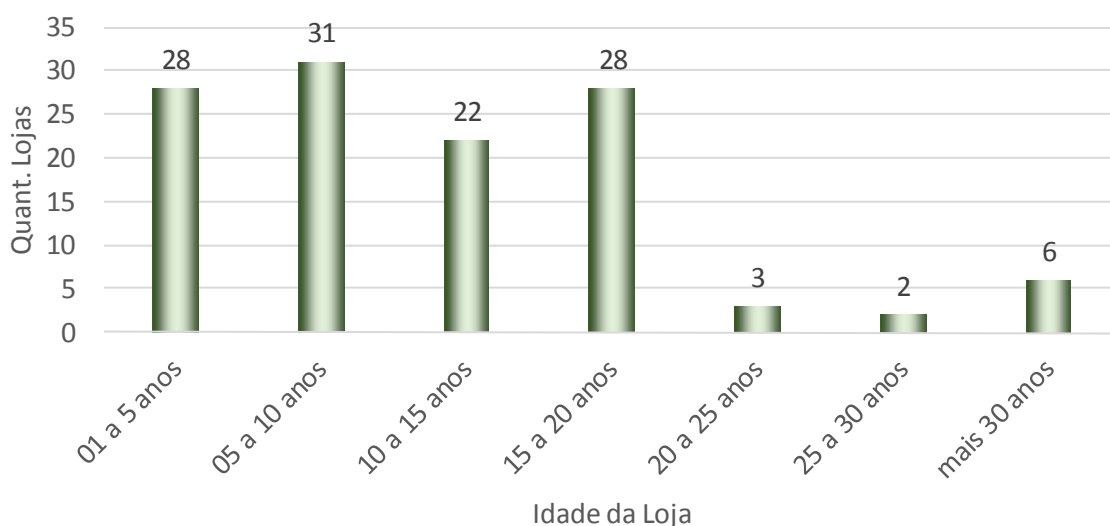


FIGURA 17 - IDADE DAS LOJAS
 FONTE: O AUTOR (2015)

Da amostragem das 120 lojas consideradas no estudo de caso, têm-se 6 inauguradas há mais de 30 anos, 2 lojas inauguradas entre 25 e 30 anos, 2 lojas abertas entre 20 e 25 anos, 28 lojas entre 15 e 20 anos, 22 lojas abertas entre 10 e 15 anos, 31 lojas inauguradas em um período de 5 a 10 anos e, por fim, 28 lojas inauguradas há menos de 5 anos, lembrando que a data considerada para o cálculo do período foi o início de 2015.

Assim, a loja com o menor período de existência, 2 anos, recebeu a nota 9 e a loja com maior data de reforma recebeu a nota 1. As demais foram adequadas entre estes dois valores; para as adequações de cálculos, considerou-se que a loja com o maior tempo de existência está relacionada com o menor índice de eficiência energética, devido à idade de equipamentos, infraestrutura mais antiga e incerteza se a mesma recebeu a troca constante de equipamentos nas possíveis reformas ocorridas na rede.

5.3.1.7 Critério 7 - Qualidade do serviço técnico

A rede de hipermercados utilizada possui como base a terceirização de serviços de manutenção relacionados a itens, tais como:

- Frio alimentar
- Ar-condicionado
- Geradores
- *No-breaks*
- Subestações
- Elevadores e Esteiras

As regiões do Brasil possuem grande diversidade de contratações quanto ao número de empresas terceirizadas e ao nível de mão-de-obra atuante, dentro dos segmentos descritos anteriormente. Assim adotou-se este critério qualitativo para a modelagem, atribuindo-se notas/pesos, conforme escala de Saaty, quanto à estimativa atual de atuação das empresas terceirizadas, conforme as 4 regiões de divisão atual, sendo:

- Região SUL (composta de duas regionais – PR/SC e RS)
 - Peso 7
- Região SE/CO (Sudeste, composta pelos estados de SP, RJ)
 - Peso 1
- Região NE (Nordeste)
 - Peso 3
- Região BA (Bahia)
 - Peso 3

A atribuição das notas teve como base a percepção dos serviços prestados pelas mantenedoras dos contratos terceirizados em cada região. As notas foram atribuídas por um dos profissionais da rede, interligado aos processos de manutenção das unidades bem como aos processos de eficiência energética. A percepção neste caso deu-se em relação aos acúmulo de problemas relacionados

aos itens descritos (ar condicionado, frio alimentar dentre outros) e percepção observada com a área operacional de lojas. Como este critério é qualitativo e as notas foram atribuídas diretamente por um dos profissionais, o peso na matriz de comparação dos critérios foi menor em relação ao grau de importância aos demais critérios para fosse compensada qualquer divergência entre opiniões e notas. Posteriormente pode ser realizada, por exemplo, uma pesquisa interna, com vários parâmetros de questionamentos, notas, atribuindo-se assim uma metodologia de pesquisa, para reforçar este critério.

Dessa forma, estipulou-se que a região com maior valor atribuído possui um melhor resultado de prestação de serviços e, conseqüentemente, um melhor nível de atuação dos profissionais das empresas terceirizadas que atuam nesta região, contribuindo assim mais fortemente para um maior índice de eficiência energética nas lojas que compõem a mesma. De forma inversa, a região com menor índice atribuído possui uma maior tendência a um menor índice de eficiência energética nas lojas que a compõem.

A metodologia AHP, aplicada nesta dissertação, resulta no seguinte modelo para aplicação, conforme FIGURA 18:

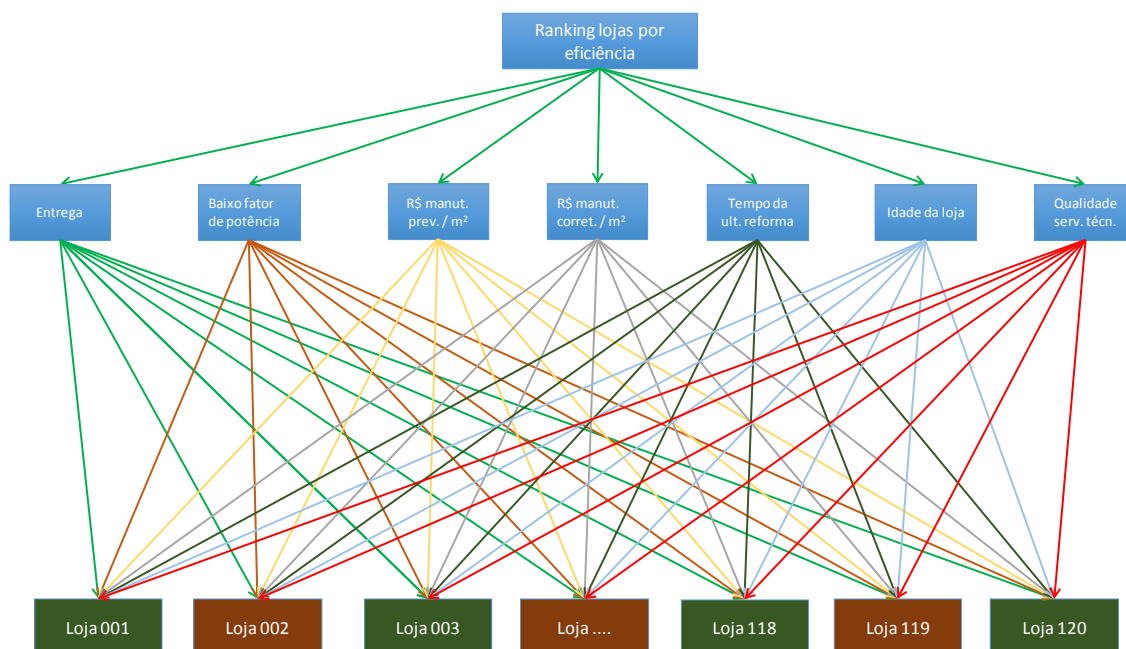


FIGURA 18 – MODELO AHP APLICADO A DISSERTAÇÃO
 FONTE: O AUTOR (2015)

5.4 CÁLCULO DA CORRELAÇÃO LINEAR

Deve-se avaliar a existência de correlação linear entre os critérios através do cálculo de correlação de Pearson. Como já foi mencionado, o método AHP é recomendado para variáveis que não possuem correlação linear entre si. Por isso, o teste de Correlação de Pearson foi aplicado aos dados das 120 lojas, referente ao período de 2014, considerando os critérios de 1 a 7.

Os seis primeiros critérios adotados representam valores quantitativos. O sétimo critério é um critério qualitativo, onde se adotou a escala de Saaty.

A TABELA 4 apresenta os coeficientes de correlação linear de Pearson.

TABELA 4 - COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO LINEAR DE PEARSON

	kWh / m ² / temp. média (°C)	Multa Baixo FP	R\$ Manutencao Preventiva / m ²	R\$ Manutencao Corretiva / m ²	Tempo da Última Reforma	Idade da Loja	Qualidade Serviço Técnico
kWh / m ² / temp. média (°C)	1,000						
Multa Baixo FP	-0,026	1,000					
R\$ Manutencao Preventiva / m ²	0,260	-0,010	1,000				
R\$ Manutencao Corretiva / m ²	0,125	0,019	0,209	1,000			
Tempo da Última Reforma	0,283	0,090	0,093	0,192	1,000		
Idade da Loja	0,086	0,016	-0,035	0,141	0,388	1,000	
Qualidade Serviço Técnico	0,102	-0,128	-0,238	0,077	0,097	0,251	1,000

FONTE: O AUTOR (2015)

Pode-se verificar pela TABELA 4 que não existe uma correlação alta entre quaisquer critérios. Todos os coeficientes ficaram abaixo de 0,40, indicando que não há uma alta correlação entre os critérios. Assim justifica-se a aplicação destes dados na metodologia AHP.

5.5 CÁLCULO DAS MATRIZES DE COMPARAÇÃO DAS ALTERNATIVAS

Os dados das 120 alternativas, referentes aos critérios adotados neste modelo, bem como as matrizes comparativas de cada loja para todos os critérios determinados, estão disponíveis no seguinte endereço: <http://1drv.ms/240liOU>.

Cada alternativa ou loja recebeu um peso, relacionado com a escala de 1 a 9, referente a cada critério.

Exemplificando, a TABELA 5 mostra a comparação dos valores relacionados com a escala de 1 a 9, para seis lojas do estudo, com relação aos 7 critérios adotados.

TABELA 5 - EXEMPLO DE CORRELAÇÃO EM 3 LOJAS PARA OS 7 CRITÉRIOS

Crítérios	Loja 001	Loja 002	Loja 003	Loja 004	Loja 005	Loja 006
1-kWh / m ² / temperatura média (°C)	2,388	3,667	4,810	4,875	4,347	4,503
2-Baixo fator de potência	8,713	1,000	4,900	5,353	8,898	6,052
3-Despesas com manutenção preventiva / m ²	1,509	3,786	3,675	2,715	3,377	4,184
4-Despesas com manutenção corretiva / m ²	8,296	6,368	7,148	6,548	6,803	6,974
5-Tempo da última reforma	7,625	7,625	7,763	7,761	7,761	8,837
6-Idade da loja	8,002	8,002	8,103	8,102	8,102	8,103
7-Qualidade do serviço técnico	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

FONTE: O AUTOR (2015)

Nesta tabela, em relação ao critério 1, por exemplo, a loja 1 obteve a nota de 2,388. Este valor foi calculado a partir do histórico de consumo da loja (considerando horário fora de ponta), dividido pela respectiva área do salão de vendas e pela temperatura média do período de 2014, sendo:

- kWh da loja 001 = 379.132.414,31 kWh
- Área do Salão de Vendas da loja 001 = 5.748,67 m²
- Temperatura Média (°C) da loja 001 = 21,21 °C

Desta forma, a multiplicação dos valores acima resulta em $4.622,73 \times 10^9$ [kWh / m² / °C].

Parametrizando na escala de 1 a 9, conforme convencionado, esta loja obteve a nota de 2,388.

Já para o critério 2, a mesma loja, ou alternativa, recebeu o peso de 8,713, também proveniente do histórico de multa por baixo fator de potência desta no período considerado. Os valores originais não estão exemplificados neste estudo para proteção dos dados da rede, porém a conversão dentro da escala de 1 a 9 garante que os pesos sejam redistribuídos de forma coerente.

A TABELA 5 indica assim os valores de cada critério para cada alternativa ou loja que são utilizados nas matrizes comparativas de alternativas, conforme descrito mais adiante. A exemplo, para o critério 1, lê-se que a Loja 001 é 0,651 vezes mais eficiente do que a Loja 002 (divide-se o valor correspondente da loja 001 – 2,388 – pelo valor correspondente da Loja 002 – 3,667). Na mesma analogia, a Loja 002 é 0,762 vezes mais eficiente em relação à Loja 003, considerando o mesmo critério e mesma metodologia de cálculo, e assim por diante.

Assim, para cada critério, foi construída uma planilha comparativa de alternativas, tendo cada uma a dimensão de 120 linhas por 120 colunas, número que corresponde às alternativas. Cada matriz assim contém 14.400 valores que são calculados conforme a relação entre as alternativas, sendo a diagonal principal com valores unitários, pois se comparam valores entre mesmas lojas.

5.5.1 Montagem da matriz de comparação de alternativas para o critério 1

Como primeiro critério comparativo para a modelagem, adotou-se os dados de consumo de energia kWh divididos pela área de cada loja correspondente, considerando o valor em metro quadrado referente ao salão de vendas. Foram coletados os dados mensais das 120 lojas descritas, no ano de 2014, referentes ao consumo de energia no horário fora de ponta.

Embora conhecidos, foram desconsiderados os consumos dentro dos horários de ponta no período descrito, pois várias lojas das 120 possuem geração de energia através de geradores e, neste caso, os consumos não são conhecidos e controlados internamente, causando distorção nos resultados quando efetuado o comparativo entre as lojas. Como nos horários fora de ponta os geradores entram em operação somente em situações de emergência e/ou falha de energia das concessionárias, a desconsideração dos consumos no horário de ponta propiciou

uma forma justa de comparação entre as lojas descritas e eliminou o risco de distorção de resultados neste quesito.

Os valores de consumo obtidos foram divididos pela área equivalente ao salão de vendas, respectivamente, em cada loja e, ainda, divididos pela temperatura média em °C da região de correspondência.

O fator temperatura externa deve ser levado em consideração na questão de eficiência energética quanto aos equipamentos que trabalham para diminuir a carga térmica gerada (refrigeração e ar-condicionado). Nos hipermercados, conforme descrito anteriormente, a maior fatia da conta de energia concentra-se nestes equipamentos, por isso o quarto critério adotado na metodologia desta dissertação foi a variação de temperatura média do ano de 2014, nas cidades brasileiras. Utilizaram-se os dados de Temperatura Média Compensada (°C) mensal constantes no *site* do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, referente ao ano de 2014, de acordo com as cidades descritas. O *site* do INMET também possibilita a consulta de vários outros índices, tais como precipitação de chuvas, temperaturas máximas, mínimas, pressões, etc.

Também foram levantados os dados do primeiro semestre de 2015, junto ao INMET, para comparativo de resultados finais na presente dissertação.

As 120 lojas adotadas distribuem-se em 84 diferentes cidades do Brasil e os dados destas foram coletados dentre as 31 cidades que possuem estações de medição do INMET, conforme a TABELA 6 que contém os dados de temperatura média dos 12 meses do ano de 2014, para cada localidade.

A TABELA 6 indica a temperatura média de cada loja, adotada no estudo de caso desta dissertação, para o ano de 2014. Para as lojas cujas cidades não possuem estação de medição do INMET, foram considerados os dados da cidade mais próxima que detém uma estação de coleta de dados.

TABELA 6 - TEMPERATURA MÉDIA 2014 POR LOJA

Loja	°C Média (2014)	Loja	°C Média (2014)	Loja	°C Média (2014)	Loja	°C Média (2014)	Loja	°C Média (2014)
Loja 001	21,21 °C	Loja 025	22,87 °C	Loja 049	27,10 °C	Loja 073	26,72 °C	Loja 097	20,61 °C
Loja 002	21,21 °C	Loja 026	25,36 °C	Loja 050	25,77 °C	Loja 074	21,93 °C	Loja 098	23,02 °C
Loja 003	22,09 °C	Loja 027	22,23 °C	Loja 051	27,10 °C	Loja 075	21,93 °C	Loja 099	23,02 °C
Loja 004	21,21 °C	Loja 028	21,51 °C	Loja 052	26,51 °C	Loja 076	18,48 °C	Loja 100	20,07 °C
Loja 005	22,09 °C	Loja 029	22,09 °C	Loja 053	26,51 °C	Loja 077	20,61 °C	Loja 101	21,93 °C
Loja 006	22,09 °C	Loja 030	22,09 °C	Loja 054	24,69 °C	Loja 078	20,61 °C	Loja 102	20,61 °C
Loja 007	22,09 °C	Loja 031	22,04 °C	Loja 055	25,76 °C	Loja 079	20,61 °C	Loja 103	23,02 °C
Loja 008	21,21 °C	Loja 032	21,21 °C	Loja 056	28,52 °C	Loja 080	18,48 °C	Loja 104	17,95 °C
Loja 009	21,21 °C	Loja 033	21,21 °C	Loja 057	27,10 °C	Loja 081	23,02 °C	Loja 105	22,09 °C
Loja 010	21,21 °C	Loja 034	21,21 °C	Loja 058	25,77 °C	Loja 082	18,48 °C	Loja 106	21,21 °C
Loja 011	25,09 °C	Loja 035	21,21 °C	Loja 059	25,77 °C	Loja 083	18,48 °C	Loja 107	21,21 °C
Loja 012	21,21 °C	Loja 036	22,09 °C	Loja 060	25,77 °C	Loja 084	18,48 °C	Loja 108	25,77 °C
Loja 013	24,94 °C	Loja 037	22,04 °C	Loja 061	28,52 °C	Loja 085	20,61 °C	Loja 109	24,94 °C
Loja 014	21,51 °C	Loja 038	21,21 °C	Loja 062	25,77 °C	Loja 086	23,02 °C	Loja 110	23,02 °C
Loja 015	22,09 °C	Loja 039	18,48 °C	Loja 063	26,72 °C	Loja 087	20,61 °C	Loja 111	24,79 °C
Loja 016	22,04 °C	Loja 040	21,21 °C	Loja 064	25,00 °C	Loja 088	20,61 °C	Loja 112	25,36 °C
Loja 017	24,79 °C	Loja 041	22,23 °C	Loja 065	25,00 °C	Loja 089	18,48 °C	Loja 113	22,23 °C
Loja 018	21,21 °C	Loja 042	25,36 °C	Loja 066	25,00 °C	Loja 090	20,61 °C	Loja 114	22,23 °C
Loja 019	22,04 °C	Loja 043	18,48 °C	Loja 067	24,31 °C	Loja 091	20,61 °C	Loja 115	22,04 °C
Loja 020	21,21 °C	Loja 044	18,48 °C	Loja 068	25,00 °C	Loja 092	20,61 °C	Loja 116	22,04 °C
Loja 021	21,21 °C	Loja 045	25,77 °C	Loja 069	25,00 °C	Loja 093	21,93 °C	Loja 117	22,04 °C
Loja 022	25,36 °C	Loja 046	23,98 °C	Loja 070	25,00 °C	Loja 094	21,93 °C	Loja 118	24,69 °C
Loja 023	22,87 °C	Loja 047	23,98 °C	Loja 071	19,87 °C	Loja 095	20,15 °C	Loja 119	20,61 °C
Loja 024	21,51 °C	Loja 048	23,98 °C	Loja 072	19,87 °C	Loja 096	21,93 °C	Loja 120	23,02 °C

FONTE: ADAPTADO DE INMET (DADOS 2014)

Conforme a TABELA 7, também foram coletados os dados de temperaturas para o primeiro semestre do ano de 2015. Estes dados foram utilizados para a análise dos resultados ao final da presente dissertação.

TABELA 7 - TEMPERATURA MÉDIA 2015 POR LOJA

Loja	°C Média (2015)	Loja	°C Média (2015)	Loja	°C Média (2015)	Loja	°C Média (2015)	Loja	°C Média (2015)
Loja 001	21,50 °C	Loja 025	22,72 °C	Loja 049	27,19 °C	Loja 073	27,36 °C	Loja 097	21,56 °C
Loja 002	21,50 °C	Loja 026	26,18 °C	Loja 050	26,63 °C	Loja 074	22,93 °C	Loja 098	23,12 °C
Loja 003	22,27 °C	Loja 027	22,57 °C	Loja 051	27,19 °C	Loja 075	22,93 °C	Loja 099	23,12 °C
Loja 004	21,50 °C	Loja 028	21,24 °C	Loja 052	27,27 °C	Loja 076	18,98 °C	Loja 100	20,68 °C
Loja 005	22,27 °C	Loja 029	22,27 °C	Loja 053	27,27 °C	Loja 077	21,56 °C	Loja 101	22,93 °C
Loja 006	22,27 °C	Loja 030	22,27 °C	Loja 054	26,10 °C	Loja 078	21,56 °C	Loja 102	21,56 °C
Loja 007	21,50 °C	Loja 031	21,61 °C	Loja 055	25,66 °C	Loja 079	21,56 °C	Loja 103	23,12 °C
Loja 008	21,50 °C	Loja 032	21,50 °C	Loja 056	27,32 °C	Loja 080	18,98 °C	Loja 104	18,36 °C
Loja 009	21,50 °C	Loja 033	21,50 °C	Loja 057	27,19 °C	Loja 081	23,12 °C	Loja 105	22,27 °C
Loja 010	21,50 °C	Loja 034	21,50 °C	Loja 058	26,63 °C	Loja 082	18,98 °C	Loja 106	21,50 °C
Loja 011	26,15 °C	Loja 035	21,50 °C	Loja 059	26,63 °C	Loja 083	18,98 °C	Loja 107	21,50 °C
Loja 012	21,50 °C	Loja 036	22,27 °C	Loja 060	26,63 °C	Loja 084	18,98 °C	Loja 108	26,63 °C
Loja 013	24,52 °C	Loja 037	21,61 °C	Loja 061	27,32 °C	Loja 085	21,56 °C	Loja 109	24,52 °C
Loja 014	21,24 °C	Loja 038	21,50 °C	Loja 062	27,76 °C	Loja 086	23,12 °C	Loja 110	23,12 °C
Loja 015	22,27 °C	Loja 039	18,98 °C	Loja 063	27,36 °C	Loja 087	21,56 °C	Loja 111	24,75 °C
Loja 016	21,61 °C	Loja 040	21,50 °C	Loja 064	25,92 °C	Loja 088	21,56 °C	Loja 112	26,18 °C
Loja 017	24,75 °C	Loja 041	22,57 °C	Loja 065	25,92 °C	Loja 089	18,98 °C	Loja 113	22,57 °C
Loja 018	21,50 °C	Loja 042	26,18 °C	Loja 066	25,92 °C	Loja 090	21,56 °C	Loja 114	22,57 °C
Loja 019	21,61 °C	Loja 043	18,98 °C	Loja 067	25,23 °C	Loja 091	21,56 °C	Loja 115	21,61 °C
Loja 020	21,50 °C	Loja 044	18,98 °C	Loja 068	25,92 °C	Loja 092	21,56 °C	Loja 116	21,61 °C
Loja 021	21,50 °C	Loja 045	26,63 °C	Loja 069	25,92 °C	Loja 093	22,93 °C	Loja 117	21,61 °C
Loja 022	26,18 °C	Loja 046	25,11 °C	Loja 070	25,92 °C	Loja 094	22,93 °C	Loja 118	26,10 °C
Loja 023	22,72 °C	Loja 047	25,11 °C	Loja 071	20,44 °C	Loja 095	21,37 °C	Loja 119	21,56 °C
Loja 024	21,24 °C	Loja 048	25,11 °C	Loja 072	20,44 °C	Loja 096	22,93 °C	Loja 120	23,12 °C

FONTE: ADAPTADO DE INMET (DADOS 2015)

A TABELA 8 demonstra as 31 cidades que possuem as estações de medição do INMET e as respectivas temperaturas médias de cada uma, para o ano de 2014 e para o primeiro semestre de 2015.

Conforme a TABELA 8, algumas cidades podem apresentar temperaturas diferenciadas do histórico, para mais ou para menos, se considerado um período maior de consulta aos dados do INMET e isso se deve aos fatores climáticos que ocorrem em cada região.

TABELA 8 - TEMPERATURAS MÉDIAS 2014/2015 NAS CIDADES DE ESTAÇÕES INMET

Cidade da estação INMET	°C Média (2014)	°C Média (2015)
ALVORADA	20,61 °C	21,56 °C
AMERICANA	22,09 °C	21,50 °C
ARACAJU	26,72 °C	27,36 °C
BARBALHA	25,76 °C	25,66 °C
BELO HORIZONTE	22,23 °C	22,57 °C
BRASÍLIA	21,51 °C	21,24 °C
CURITIBA	18,48 °C	18,98 °C
FEIRA DE SANTANA	24,31 °C	25,23 °C
FLORIANO	28,52 °C	27,32 °C
FLORIANOPOLIS	21,93 °C	22,93 °C
FORTALEZA	27,10 °C	27,19 °C
FRANCA	22,04 °C	21,61 °C
GOIANIA	24,94 °C	24,52 °C
IRATI	17,95 °C	18,36 °C
MARINGÁ	23,02 °C	23,12 °C
NATAL	26,51 °C	27,27 °C
PALMEIRA DOS INDIOS	24,69 °C	26,10 °C
PARANAÍBA	24,79 °C	24,75 °C
PETROLINA	25,77 °C	27,76 °C
PORTO ALEGRE	20,61 °C	21,56 °C
RECIFE	25,77 °C	26,63 °C
RIO DE JANEIRO	25,36 °C	26,18 °C
SALVADOR	25,00 °C	25,92 °C
SANTA MARIA	20,07 °C	20,68 °C
SÃO PAULO	21,21 °C	21,50 °C
SOROCABA	22,09 °C	22,27 °C
SURUBIM	23,98 °C	25,11 °C
UBERABA	22,87 °C	22,72 °C
URUGUAIANA	20,15 °C	21,37 °C
VITORIA	25,09 °C	26,15 °C
VITORIA DA CONQUISTA	19,87 °C	20,44 °C

FONTE: ADAPTADO DE INMET (DADOS 2014/2015)

Por exemplo, a cidade de Vitória da Conquista, localizada no sudoeste da Bahia, apresentou temperatura mínima registrada, em agosto de 2015, de 7°C, a mais baixa temperatura dos últimos 45 anos, segundo Rosalvi Lucas Marcelino, geógrafo e professor do departamento de Geografia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, sendo que, neste mesmo mês de agosto de 2015, a temperatura média mínima da mesma cidade foi de 11,67°C (fonte INMET).

Os nomes das respectivas cidades onde estão localizadas cada uma das 120 lojas, bem como a cidade em que existe a estação de coleta de dados de temperatura do INMET (seja esta na mesma localidade da loja ou na cidade mais próxima), não foi mencionada nesta dissertação para que os dados não propiciem a identificação no nome da rede de varejo utilizada no estudo de caso.

Em posse dos dados de consumo de energia, área do salão de vendas e temperaturas de cada loja, foi possível calcular o valor do kWh / m² / temperatura média (°C) de cada localidade, conforme demonstrado na TABELA 9.

TABELA 9 - kWh / m² / TEMPERATURA MÉDIA (°C) - 2014 (CONVERTIDO EM ESCALA 1-9)

Loja	kWh / m ² / temperatura média (°C)	Loja	kWh / m ² / temperatura média (°C)	Loja	kWh / m ² / temperatura média (°C)	Loja	kWh / m ² / temperatura média (°C)	Loja	kWh / m ² / temperatura média (°C)
Loja 001	2,388	Loja 025	5,931	Loja 049	5,887	Loja 073	2,249	Loja 097	3,971
Loja 002	3,667	Loja 026	5,630	Loja 050	3,697	Loja 074	6,232	Loja 098	4,244
Loja 003	4,810	Loja 027	2,875	Loja 051	2,041	Loja 075	4,559	Loja 099	5,297
Loja 004	4,875	Loja 028	4,166	Loja 052	4,268	Loja 076	5,598	Loja 100	3,508
Loja 005	4,347	Loja 029	3,983	Loja 053	2,703	Loja 077	5,839	Loja 101	5,182
Loja 006	4,503	Loja 030	3,461	Loja 054	2,533	Loja 078	4,914	Loja 102	2,321
Loja 007	5,620	Loja 031	1,000	Loja 055	4,293	Loja 079	3,223	Loja 103	5,635
Loja 008	5,386	Loja 032	3,557	Loja 056	4,246	Loja 080	3,219	Loja 104	2,885
Loja 009	4,924	Loja 033	7,786	Loja 057	2,300	Loja 081	6,719	Loja 105	8,118
Loja 010	3,339	Loja 034	2,545	Loja 058	3,318	Loja 082	4,629	Loja 106	8,439
Loja 011	5,404	Loja 035	5,987	Loja 059	7,315	Loja 083	3,271	Loja 107	7,862
Loja 012	4,565	Loja 036	5,652	Loja 060	4,191	Loja 084	3,274	Loja 108	9,000
Loja 013	5,788	Loja 037	6,369	Loja 061	6,945	Loja 085	6,456	Loja 109	5,273
Loja 014	6,161	Loja 038	4,313	Loja 062	7,637	Loja 086	5,659	Loja 110	5,718
Loja 015	1,673	Loja 039	4,866	Loja 063	2,676	Loja 087	3,039	Loja 111	6,974
Loja 016	3,511	Loja 040	5,743	Loja 064	5,631	Loja 088	3,744	Loja 112	6,086
Loja 017	4,152	Loja 041	6,300	Loja 065	6,037	Loja 089	2,824	Loja 113	6,129
Loja 018	5,996	Loja 042	4,587	Loja 066	3,678	Loja 090	5,549	Loja 114	3,901
Loja 019	4,526	Loja 043	5,581	Loja 067	2,787	Loja 091	1,931	Loja 115	5,700
Loja 020	3,473	Loja 044	4,114	Loja 068	1,546	Loja 092	4,185	Loja 116	3,942
Loja 021	4,176	Loja 045	3,498	Loja 069	4,982	Loja 093	5,768	Loja 117	5,224
Loja 022	5,129	Loja 046	3,944	Loja 070	1,740	Loja 094	4,923	Loja 118	5,472
Loja 023	2,310	Loja 047	6,494	Loja 071	2,243	Loja 095	5,381	Loja 119	4,558
Loja 024	5,397	Loja 048	3,849	Loja 072	1,371	Loja 096	1,876	Loja 120	6,467

FONTE: O AUTOR (2015)

Para a confecção das matrizes comparativas com o uso da metodologia AHP, os dados foram recalculados dentro de uma escala convencionada de 1 a 9 atribuindo o maior valor às lojas com menor consumo por metro quadrado e o maior valor às lojas que possuem o maior consumo por metro quadrado, tendo cada loja um valor calculado dentro desta escala, conforme se demonstrou na TABELA 9.

5.5.2 Montagem da matriz de comparação de alternativas para o critério 2

Como segundo critério comparativo para a modelagem, adotou-se os dados de multas em reais (R\$) acumuladas em 2014 com relação ao baixo fator de potência, convertendo o valor acumulado no período em cada respectiva loja para a escala de 1 a 9, conforme descrito anteriormente, gerando assim os valores conforme a TABELA 10.

TABELA 10 - MULTA BAIXO FATOR POTÊNCIA, 2014 (CONVERTIDO EM ESCALA 1-9)

Loja	Baixo fator de potência	Loja	Baixo fator de potência	Loja	Baixo fator de potência	Loja	Baixo fator de potência	Loja	Baixo fator de potência
Loja 001	8,713	Loja 025	8,969	Loja 049	8,981	Loja 073	8,990	Loja 097	8,829
Loja 002	1,000	Loja 026	9,000	Loja 050	8,430	Loja 074	8,060	Loja 098	8,056
Loja 003	4,900	Loja 027	8,837	Loja 051	8,978	Loja 075	7,233	Loja 099	9,000
Loja 004	5,353	Loja 028	8,658	Loja 052	8,787	Loja 076	9,000	Loja 100	5,917
Loja 005	8,898	Loja 029	9,000	Loja 053	8,161	Loja 077	7,503	Loja 101	8,999
Loja 006	6,052	Loja 030	8,989	Loja 054	9,000	Loja 078	8,994	Loja 102	8,820
Loja 007	6,148	Loja 031	8,332	Loja 055	9,000	Loja 079	8,730	Loja 103	8,736
Loja 008	3,428	Loja 032	9,000	Loja 056	8,999	Loja 080	8,999	Loja 104	8,864
Loja 009	7,153	Loja 033	8,974	Loja 057	8,997	Loja 081	8,990	Loja 105	8,893
Loja 010	8,999	Loja 034	9,000	Loja 058	8,803	Loja 082	7,200	Loja 106	8,992
Loja 011	6,938	Loja 035	8,893	Loja 059	7,739	Loja 083	5,806	Loja 107	6,532
Loja 012	8,992	Loja 036	8,946	Loja 060	8,993	Loja 084	8,989	Loja 108	6,554
Loja 013	9,000	Loja 037	6,983	Loja 061	8,928	Loja 085	8,301	Loja 109	8,327
Loja 014	9,000	Loja 038	8,997	Loja 062	7,800	Loja 086	8,984	Loja 110	8,992
Loja 015	3,552	Loja 039	9,000	Loja 063	8,239	Loja 087	8,799	Loja 111	8,669
Loja 016	9,000	Loja 040	9,000	Loja 064	8,520	Loja 088	9,000	Loja 112	9,000
Loja 017	8,749	Loja 041	8,998	Loja 065	8,924	Loja 089	8,170	Loja 113	9,000
Loja 018	8,999	Loja 042	8,415	Loja 066	4,098	Loja 090	8,675	Loja 114	9,000
Loja 019	5,912	Loja 043	6,296	Loja 067	9,000	Loja 091	9,000	Loja 115	9,000
Loja 020	9,000	Loja 044	9,000	Loja 068	8,925	Loja 092	7,830	Loja 116	9,000
Loja 021	8,190	Loja 045	8,994	Loja 069	9,000	Loja 093	8,825	Loja 117	6,680
Loja 022	8,987	Loja 046	7,114	Loja 070	9,000	Loja 094	8,367	Loja 118	9,000
Loja 023	8,998	Loja 047	7,517	Loja 071	8,080	Loja 095	8,833	Loja 119	8,313
Loja 024	9,000	Loja 048	9,000	Loja 072	8,953	Loja 096	8,993	Loja 120	9,000

FONTE: O AUTOR (2015)

5.5.3 Montagem da matriz de comparação de alternativas para o critério 3

Foram levantadas as despesas com manutenção preventiva das 120 lojas durante o período de 2014 e consideradas no terceiro critério de avaliação. Obteve-se um valor máximo de R\$ 70,81 / m², em uma das 120 lojas e um valor mínimo R\$ 15,03 / m² em outra delas, estando as demais dentro destes valores. Os valores somados no período considerado, por unidade, foram convertidos também em escala de 1 a 9 para composição, conforme a TABELA 11.

TABELA 11 - DESPESAS COM MANUTENÇÃO PREVENTIVA / m², 2014 – (CONVERTIDO EM ESCALA 1-9)

Loja	Despesas com manutenção preventiva / m2	Loja	Despesas com manutenção preventiva / m2	Loja	Despesas com manutenção preventiva / m2	Loja	Despesas com manutenção preventiva / m2	Loja	Despesas com manutenção preventiva / m2
Loja 001	1,509	Loja 025	4,173	Loja 049	4,170	Loja 073	5,836	Loja 097	2,647
Loja 002	3,786	Loja 026	6,041	Loja 050	6,859	Loja 074	1,928	Loja 098	4,542
Loja 003	3,675	Loja 027	6,317	Loja 051	4,431	Loja 075	1,000	Loja 099	5,330
Loja 004	2,715	Loja 028	3,504	Loja 052	4,121	Loja 076	1,511	Loja 100	2,181
Loja 005	3,377	Loja 029	3,733	Loja 053	5,928	Loja 077	1,136	Loja 101	4,053
Loja 006	4,184	Loja 030	6,075	Loja 054	3,431	Loja 078	1,878	Loja 102	1,500
Loja 007	2,906	Loja 031	4,975	Loja 055	6,320	Loja 079	2,264	Loja 103	4,439
Loja 008	6,222	Loja 032	5,799	Loja 056	5,595	Loja 080	4,360	Loja 104	6,253
Loja 009	4,285	Loja 033	1,337	Loja 057	5,048	Loja 081	2,591	Loja 105	2,247
Loja 010	7,877	Loja 034	2,584	Loja 058	6,256	Loja 082	4,169	Loja 106	1,482
Loja 011	8,715	Loja 035	1,175	Loja 059	7,141	Loja 083	3,622	Loja 107	3,809
Loja 012	4,836	Loja 036	1,340	Loja 060	5,685	Loja 084	4,056	Loja 108	4,796
Loja 013	3,189	Loja 037	1,578	Loja 061	7,712	Loja 085	1,072	Loja 109	3,714
Loja 014	3,340	Loja 038	2,279	Loja 062	4,670	Loja 086	3,610	Loja 110	2,811
Loja 015	6,338	Loja 039	1,700	Loja 063	2,421	Loja 087	1,618	Loja 111	3,151
Loja 016	3,777	Loja 040	1,339	Loja 064	2,663	Loja 088	1,632	Loja 112	6,024
Loja 017	4,166	Loja 041	1,762	Loja 065	4,149	Loja 089	4,656	Loja 113	5,076
Loja 018	4,119	Loja 042	3,013	Loja 066	2,263	Loja 090	1,597	Loja 114	5,380
Loja 019	4,131	Loja 043	3,168	Loja 067	2,855	Loja 091	2,438	Loja 115	4,281
Loja 020	6,833	Loja 044	3,433	Loja 068	5,236	Loja 092	2,004	Loja 116	6,004
Loja 021	4,677	Loja 045	9,000	Loja 069	5,936	Loja 093	2,461	Loja 117	4,816
Loja 022	4,897	Loja 046	5,558	Loja 070	7,548	Loja 094	3,847	Loja 118	4,180
Loja 023	7,260	Loja 047	3,640	Loja 071	6,050	Loja 095	1,553	Loja 119	1,993
Loja 024	2,285	Loja 048	7,814	Loja 072	5,184	Loja 096	3,784	Loja 120	4,074

FONTE: O AUTOR (2015)

5.5.4 Montagem da matriz de comparação de alternativas para o critério 4

Foram levantadas as despesas com manutenção corretiva das 120 lojas durante o período de 2014 e consideradas no quarto critério de avaliação. Obteve-se

uma despesa máxima de R\$ 111,83 / m², em uma das 120 lojas e uma despesa mínima de R\$ 1,31 / m² em outra delas, estando as demais dentro destes valores. As despesas somadas no período considerado, por unidade, foram convertidas também em escala de 1 a 9 para composição, conforme a TABELA 12, atribuindo a nota 1 para o maior valor encontrado e 9 para o menor valor encontrado.

TABELA 12 - DESPESAS COM MANUTENÇÃO CORRETIVA / m², 2014 – (CONVERTIDO EM ESCALA 1-9)

Loja	Despesas com manutenção corretiva / m2	Loja	Despesas com manutenção corretiva / m2	Loja	Despesas com manutenção corretiva / m2	Loja	Despesas com manutenção corretiva / m2	Loja	Despesas com manutenção corretiva / m2
Loja 001	8,296	Loja 025	6,042	Loja 049	8,152	Loja 073	7,681	Loja 097	5,570
Loja 002	6,368	Loja 026	7,943	Loja 050	6,634	Loja 074	8,175	Loja 098	6,620
Loja 003	7,148	Loja 027	7,091	Loja 051	6,059	Loja 075	7,707	Loja 099	7,856
Loja 004	6,548	Loja 028	8,002	Loja 052	6,264	Loja 076	7,783	Loja 100	7,584
Loja 005	6,803	Loja 029	6,184	Loja 053	1,838	Loja 077	7,819	Loja 101	8,077
Loja 006	6,974	Loja 030	6,966	Loja 054	7,443	Loja 078	5,156	Loja 102	7,509
Loja 007	8,386	Loja 031	6,405	Loja 055	4,502	Loja 079	7,350	Loja 103	7,295
Loja 008	7,687	Loja 032	6,509	Loja 056	7,441	Loja 080	6,576	Loja 104	6,181
Loja 009	5,573	Loja 033	8,447	Loja 057	7,694	Loja 081	7,169	Loja 105	6,492
Loja 010	7,589	Loja 034	7,291	Loja 058	7,577	Loja 082	7,755	Loja 106	8,512
Loja 011	6,098	Loja 035	6,844	Loja 059	6,522	Loja 083	7,187	Loja 107	8,066
Loja 012	4,659	Loja 036	6,573	Loja 060	7,891	Loja 084	4,767	Loja 108	5,148
Loja 013	6,502	Loja 037	7,099	Loja 061	1,326	Loja 085	7,430	Loja 109	8,574
Loja 014	6,996	Loja 038	7,260	Loja 062	6,515	Loja 086	7,146	Loja 110	4,835
Loja 015	5,676	Loja 039	4,975	Loja 063	7,909	Loja 087	7,675	Loja 111	8,559
Loja 016	4,560	Loja 040	7,958	Loja 064	6,352	Loja 088	2,032	Loja 112	8,271
Loja 017	6,740	Loja 041	8,248	Loja 065	7,134	Loja 089	7,051	Loja 113	7,925
Loja 018	6,247	Loja 042	8,203	Loja 066	7,537	Loja 090	6,553	Loja 114	8,160
Loja 019	5,471	Loja 043	5,188	Loja 067	1,000	Loja 091	6,295	Loja 115	7,514
Loja 020	7,657	Loja 044	7,005	Loja 068	7,596	Loja 092	8,637	Loja 116	8,400
Loja 021	6,892	Loja 045	6,110	Loja 069	6,816	Loja 093	7,908	Loja 117	7,652
Loja 022	6,446	Loja 046	2,467	Loja 070	7,075	Loja 094	8,048	Loja 118	8,263
Loja 023	6,781	Loja 047	6,287	Loja 071	3,891	Loja 095	7,074	Loja 119	9,000
Loja 024	7,834	Loja 048	4,653	Loja 072	7,115	Loja 096	8,537	Loja 120	7,754

FONTE: O AUTOR (2015)

5.5.5 Montagem da matriz de comparação de alternativas para o critério 5

A rede de hipermercados considerada possui um programa de reforma de lojas mais antigas ou que possuem problemas quanto às instalações de um modo geral, necessidades de *retrofit* de equipamentos, adequação à normas e exigências de órgãos fiscalizadores. Este processo, denominado *full remodel* (reforma geral), contempla em geral a troca e reforma de equipamentos que influenciam diretamente na eficiência energética da loja, tais como:

- Aparelhos de ar-condicionado
- Câmaras de refrigeração
- Balcões e ilhas de refrigeração
- Equipamentos de laboratórios (DELI)
- Iluminação (troca de luminárias convencionais para sistema LED)

Desta forma, espera-se que as lojas que passaram por uma reforma mais recente, tenham seus consumos em kWh / m² reduzidos. Por isso adotou-se no quinto critério o tempo, em anos, da última reforma de cada loja. Assim, as lojas obtiveram resultados dentro do descrito, conforme demonstrado na TABELA 13.

TABELA 13 - TEMPO DA ÚLTIMA REFORMA (CONVERTIDO EM ESCALA 1-9)

Loja	Tempo da última reforma	Loja	Tempo da última reforma	Loja	Tempo da última reforma	Loja	Tempo da última reforma	Loja	Tempo da última reforma
Loja 001	7,625	Loja 025	8,447	Loja 049	8,729	Loja 073	6,865	Loja 097	7,403
Loja 002	7,625	Loja 026	7,845	Loja 050	7,363	Loja 074	8,475	Loja 098	8,185
Loja 003	7,763	Loja 027	8,179	Loja 051	7,378	Loja 075	6,752	Loja 099	8,226
Loja 004	7,761	Loja 028	7,929	Loja 052	7,849	Loja 076	8,587	Loja 100	8,199
Loja 005	7,761	Loja 029	7,907	Loja 053	7,917	Loja 077	7,356	Loja 101	8,473
Loja 006	8,837	Loja 030	8,102	Loja 054	7,213	Loja 078	7,088	Loja 102	8,380
Loja 007	7,763	Loja 031	8,195	Loja 055	8,360	Loja 079	6,749	Loja 103	8,457
Loja 008	6,502	Loja 032	8,468	Loja 056	8,241	Loja 080	8,943	Loja 104	7,823
Loja 009	6,728	Loja 033	8,982	Loja 057	8,457	Loja 081	7,600	Loja 105	8,451
Loja 010	7,379	Loja 034	7,639	Loja 058	7,104	Loja 082	7,868	Loja 106	8,697
Loja 011	8,349	Loja 035	8,910	Loja 059	7,196	Loja 083	6,960	Loja 107	8,008
Loja 012	6,800	Loja 036	7,541	Loja 060	7,078	Loja 084	7,081	Loja 108	8,588
Loja 013	8,989	Loja 037	7,582	Loja 061	7,088	Loja 085	6,305	Loja 109	7,263
Loja 014	6,800	Loja 038	6,802	Loja 062	8,318	Loja 086	8,674	Loja 110	8,885
Loja 015	6,883	Loja 039	6,838	Loja 063	7,464	Loja 087	7,133	Loja 111	8,910
Loja 016	7,027	Loja 040	8,707	Loja 064	8,174	Loja 088	8,887	Loja 112	8,720
Loja 017	7,572	Loja 041	8,910	Loja 065	7,377	Loja 089	8,182	Loja 113	8,715
Loja 018	7,756	Loja 042	7,646	Loja 066	7,349	Loja 090	7,885	Loja 114	8,725
Loja 019	7,068	Loja 043	6,203	Loja 067	5,208	Loja 091	9,000	Loja 115	8,859
Loja 020	7,371	Loja 044	8,805	Loja 068	1,000	Loja 092	8,849	Loja 116	8,735
Loja 021	7,552	Loja 045	7,542	Loja 069	7,256	Loja 093	5,658	Loja 117	8,977
Loja 022	7,639	Loja 046	6,866	Loja 070	5,095	Loja 094	7,868	Loja 118	8,931
Loja 023	7,649	Loja 047	5,633	Loja 071	7,104	Loja 095	4,986	Loja 119	8,699
Loja 024	8,195	Loja 048	7,333	Loja 072	6,930	Loja 096	7,080	Loja 120	8,725

FONTE: O AUTOR (2015)

5.5.6 Montagem da matriz de comparação de alternativas para o critério 6

Também a idade de cada loja foi levada em consideração nos cálculos comparativos, perfazendo o sexto critério aplicado, esperando que lojas mais novas, que tenham ou não passado por reformas, tenham seus consumos em kWh / m² reduzidos, tendo índices energéticos mais eficientes. Assim, as lojas obtiveram resultados dentro do descrito neste critério, conforme demonstrado na TABELA 14.

TABELA 14 - TEMPO DE EXISTÊNCIA DA LOJA (CONVERTIDO EM ESCALA 1-9)

Loja	Idade da loja	Loja	Idade da loja	Loja	Idade da loja	Loja	Idade da loja	Loja	Idade da loja
Loja 001	8,002	Loja 025	8,609	Loja 049	5,049	Loja 073	3,474	Loja 097	7,838
Loja 002	8,002	Loja 026	8,164	Loja 050	5,033	Loja 074	5,655	Loja 098	8,415
Loja 003	8,103	Loja 027	8,411	Loja 051	6,432	Loja 075	5,770	Loja 099	8,445
Loja 004	8,102	Loja 028	8,226	Loja 052	2,615	Loja 076	5,935	Loja 100	8,425
Loja 005	8,102	Loja 029	8,210	Loja 053	8,217	Loja 077	6,018	Loja 101	8,628
Loja 006	8,103	Loja 030	8,354	Loja 054	3,732	Loja 078	6,018	Loja 102	8,559
Loja 007	8,103	Loja 031	8,422	Loja 055	8,544	Loja 079	5,371	Loja 103	8,616
Loja 008	7,172	Loja 032	8,624	Loja 056	8,457	Loja 080	6,198	Loja 104	5,371
Loja 009	7,339	Loja 033	5,434	Loja 057	8,616	Loja 081	6,198	Loja 105	8,611
Loja 010	7,225	Loja 034	5,434	Loja 058	7,617	Loja 082	6,198	Loja 106	6,017
Loja 011	7,347	Loja 035	5,777	Loja 059	5,702	Loja 083	5,924	Loja 107	6,302
Loja 012	7,393	Loja 036	5,758	Loja 060	7,598	Loja 084	6,410	Loja 108	5,738
Loja 013	7,422	Loja 037	5,789	Loja 061	6,415	Loja 085	6,234	Loja 109	7,735
Loja 014	7,393	Loja 038	6,005	Loja 062	6,530	Loja 086	6,198	Loja 110	8,932
Loja 015	7,453	Loja 039	6,032	Loja 063	7,883	Loja 087	4,267	Loja 111	8,951
Loja 016	7,560	Loja 040	6,024	Loja 064	8,407	Loja 088	6,356	Loja 112	8,810
Loja 017	7,963	Loja 041	6,373	Loja 065	7,818	Loja 089	6,431	Loja 113	8,806
Loja 018	8,098	Loja 042	6,431	Loja 066	2,445	Loja 090	6,409	Loja 114	8,814
Loja 019	7,590	Loja 043	6,952	Loja 067	6,217	Loja 091	6,439	Loja 115	8,913
Loja 020	7,814	Loja 044	7,088	Loja 068	3,110	Loja 092	6,526	Loja 116	8,821
Loja 021	7,947	Loja 045	1,000	Loja 069	3,169	Loja 093	6,549	Loja 117	9,000
Loja 022	8,012	Loja 046	1,492	Loja 070	6,134	Loja 094	6,594	Loja 118	8,966
Loja 023	8,020	Loja 047	6,530	Loja 071	6,427	Loja 095	6,053	Loja 119	8,794
Loja 024	8,422	Loja 048	6,200	Loja 072	6,299	Loja 096	7,202	Loja 120	8,814

FONTE: O AUTOR (2015)

5.5.7 Montagem da matriz de comparação de alternativas para o critério 7

Grande quantidade de serviços destinados à manutenção de equipamentos são hoje terceirizados pela presente empresa e as prestadoras destes serviços não possuem uniformidade quanto ao padrão de qualidade no atendimento prestado

bem como qualificação dos técnicos que prestam os atendimentos. Assim foi possível estimar, de forma qualitativa, um grau de importância por região, dentro da escala de Satty, de acordo com o nível atual de sensibilidade por parte de operações das lojas, níveis de problemas ligados à manutenção, etc., gerando os seguintes valores de pesos conforme a TABELA 15.

TABELA 15 - QUALIDADE DO SERVIÇO TÉCNICO

Loja	Qualidade do serviço técnico	Loja	Qualidade do serviço técnico	Loja	Qualidade do serviço técnico	Loja	Qualidade do serviço técnico	Loja	Qualidade do serviço técnico
Loja 001	1,000	Loja 025	1,000	Loja 049	3,000	Loja 073	3,000	Loja 097	5,000
Loja 002	1,000	Loja 026	1,000	Loja 050	3,000	Loja 074	5,000	Loja 098	5,000
Loja 003	1,000	Loja 027	1,000	Loja 051	3,000	Loja 075	5,000	Loja 099	5,000
Loja 004	1,000	Loja 028	1,000	Loja 052	3,000	Loja 076	5,000	Loja 100	5,000
Loja 005	1,000	Loja 029	1,000	Loja 053	3,000	Loja 077	5,000	Loja 101	5,000
Loja 006	1,000	Loja 030	1,000	Loja 054	3,000	Loja 078	5,000	Loja 102	5,000
Loja 007	1,000	Loja 031	1,000	Loja 055	3,000	Loja 079	5,000	Loja 103	5,000
Loja 008	1,000	Loja 032	1,000	Loja 056	3,000	Loja 080	5,000	Loja 104	5,000
Loja 009	1,000	Loja 033	1,000	Loja 057	3,000	Loja 081	5,000	Loja 105	1,000
Loja 010	1,000	Loja 034	1,000	Loja 058	3,000	Loja 082	5,000	Loja 106	1,000
Loja 011	1,000	Loja 035	1,000	Loja 059	3,000	Loja 083	5,000	Loja 107	1,000
Loja 012	1,000	Loja 036	1,000	Loja 060	3,000	Loja 084	5,000	Loja 108	3,000
Loja 013	1,000	Loja 037	1,000	Loja 061	3,000	Loja 085	5,000	Loja 109	1,000
Loja 014	1,000	Loja 038	1,000	Loja 062	3,000	Loja 086	5,000	Loja 110	5,000
Loja 015	1,000	Loja 039	5,000	Loja 063	3,000	Loja 087	5,000	Loja 111	1,000
Loja 016	1,000	Loja 040	1,000	Loja 064	3,000	Loja 088	5,000	Loja 112	1,000
Loja 017	1,000	Loja 041	1,000	Loja 065	3,000	Loja 089	5,000	Loja 113	1,000
Loja 018	1,000	Loja 042	1,000	Loja 066	3,000	Loja 090	5,000	Loja 114	1,000
Loja 019	1,000	Loja 043	5,000	Loja 067	3,000	Loja 091	5,000	Loja 115	1,000
Loja 020	1,000	Loja 044	5,000	Loja 068	3,000	Loja 092	5,000	Loja 116	1,000
Loja 021	1,000	Loja 045	3,000	Loja 069	3,000	Loja 093	5,000	Loja 117	1,000
Loja 022	1,000	Loja 046	3,000	Loja 070	3,000	Loja 094	5,000	Loja 118	3,000
Loja 023	1,000	Loja 047	3,000	Loja 071	3,000	Loja 095	5,000	Loja 119	5,000
Loja 024	1,000	Loja 048	3,000	Loja 072	3,000	Loja 096	5,000	Loja 120	5,000

FONTE: O AUTOR (2015)

Cabe salientar aqui que este critério possui caráter qualitativo, diferente dos anteriores. Os dados numéricos aqui avaliados foram atribuídos com base na percepção interna do setor de manutenção quantos aos números de chamados, problemas relacionados com as atuais mantenedoras e exposição dos contratos à operação interna, bem como apontamentos que são realizados em diversas reuniões periódicas.

5.6 CÁLCULO DOS ÍNDICES DE ACEITAÇÃO

Após a definição dos critérios, calculou-se os índices de aceitação, de acordo com a modelagem AHP. O valor da taxa de coerência deve estar preferencialmente abaixo de 10%, porém é aceitável um valor resultante de até 20% (PADOVANI, 2007), indicando que não há viés entre os critérios.

Assim foram obtidos os valores de $\lambda_{máx} = 7,701$, $I.C. = 0,118$ e $T.C. = 8,92\%$. O resultado de $T.C.$ abaixo dos 10% indica que os critérios adotados estão dentro dos índices aceitáveis da metodologia de Saaty (AHP) e que não existe viés nos cálculos ou a tendência de que um dos critérios esteja sendo responsável e/ou tenha maior peso na decisão final para *ranking* das lojas, de acordo com os critérios atribuídos.

5.7 RANKING DAS LOJAS

Inicialmente foi definida a matriz de avaliação, segundo os 7 critérios definidos, conforme a TABELA 16.

TABELA 16 - MATRIZES DE AVALIAÇÃO DOS CRITÉRIOS ADOTADOS

Crítérios	kWh / m ² / temperatura média (°C)	Baixo fator de potência	Despesas com manutenção preventiva / m ²	Despesas com manutenção corretiva / m ²	Tempo da última reforma	Idade da loja	Qualidade do serviço técnico
kWh / m ² / temperatura média (°C)	1,0000	3,0000	3,0000	7,0000	5,0000	5,0000	5,0000
Baixo fator de potência	0,3333	1,0000	3,0000	5,0000	5,0000	3,0000	3,0000
Despesas com manutenção preventiva / m ²	0,3333	0,3333	1,0000	3,0000	3,0000	3,0000	3,0000
Despesas com manutenção corretiva / m ²	0,1429	0,2000	0,3333	1,0000	0,3333	0,3333	3,0000
Tempo da última reforma	0,2000	0,2000	0,3333	3,0000	1,0000	1,0000	1,0000
Idade da loja	0,2000	0,3333	0,3333	3,0000	1,0000	1,0000	1,0000
Qualidade do serviço técnico	0,2000	0,3333	0,3333	0,3333	1,0000	1,0000	1,0000

FONTE: O AUTOR (2015)

Na matriz de critérios, valores de notas foram atribuídos de acordo com as prioridades, levando-se em conta a escala Saaty com valores de 1, 3, 7, 9. A leitura dá-se pelo grau de importância de um critério pelo outro, como, por exemplo, o Critério kWh / m² / temperatura média (°C) é 3 vezes mais importante do que o Critério Baixo Fator Potência 2014. Após a criação e atribuição dos valores na matriz de critérios, calculou-se a matriz de critérios normalizados, conforme a TABELA 17.

Os pesos (ou notas) para cada critério foram atribuídos pelo engenheiro regional de manutenção devido à falta de profissionais com experiência tanto na técnica utilizada quanto no tema da eficiência energética, bem como conhecimento dos equipamentos e influências que estes possuem da planta de um hipermercado.

TABELA 17 - MATRIZES DE AVALIAÇÃO DOS CRITÉRIOS ADOTADOS NORMALIZADOS

	soma colunas -->						
	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
Crítérios	kWh / m ² / temperatura média (°C)	Baixo fator de potência	Despesas com manutenção preventiva / m ²	Despesas com manutenção corretiva / m ²	Tempo da última reforma	Idade da loja	Qualidade do serviço técnico
kWh / m ² / temperatura média (°C)	0,4150	0,5556	0,3600	0,3134	0,3061	0,3488	0,2941
Baixo fator de potência	0,1383	0,1852	0,3600	0,2239	0,3061	0,2093	0,1765
Despesas com manutenção preventiva / m ²	0,1383	0,0617	0,1200	0,1343	0,1837	0,2093	0,1765
Despesas com manutenção corretiva / m ²	0,0593	0,0370	0,0400	0,0448	0,0204	0,0233	0,1765
Tempo da última reforma	0,0830	0,0370	0,0400	0,1343	0,0612	0,0698	0,0588
Idade da loja	0,0830	0,0617	0,0400	0,1343	0,0612	0,0698	0,0588
Qualidade do serviço técnico	0,0830	0,0617	0,0400	0,0149	0,0612	0,0698	0,0588

FONTE: O AUTOR (2015)

Ainda na TABELA 17, os valores normalizados são obtidos através da divisão de cada valor da TABELA 16 pela soma da coluna referente de onde foi retirado este valor; a exemplo, o primeiro valor de 0,4150 (TABELA 17) é o resultado do valor 1, da mesma posição da TABELA 16, dividido pela soma da primeira coluna da TABELA 16, ou seja, pelo valor de 2,410, e assim sucessivamente.

Por último, calculou-se o autovetor dos critérios, conforme TABELA 18, que foi utilizado para a multiplicação pelas matrizes de lojas *versus* cada critério analisado individualmente.

TABELA 18 - VETOR DE PRIORIDADES DOS CRITÉRIOS ADOTADOS

Crítérios	Vetor
kWh / m ² / temperatura média (°C)	0,3704
Baixo fator de potência	0,2285
Despesas com manutenção preventiva / m ²	0,1463
Despesas com manutenção corretiva / m ²	0,0573
Tempo da última reforma	0,0692
Idade da loja	0,0727
Qualidade do serviço técnico	0,0556

FONTE: O AUTOR (2015)

Cada valor do autovetor, conforme a TABELA 18, é calculado pela média dos valores de cada critério, normalizados conforme a TABELA 17; por exemplo, o valor de 0,3704, referente ao critério kWh / m² / temperatura média (°C) no autovetor (TABELA 18), é obtido pela média dos respectivos valores: 0,4150 / 0,5556 / 0,3600 / 0,3134 / 0,3061 / 0,3488 / 0,2941 (TABELA 17).

Os valores da TABELA 18 indicam o grau de importância de cada critério, estabelecendo que o primeiro, kWh / m² / temperatura média (°C), possui maior importância no processo, em seguida o critério de baixo fator de potência e assim por diante. Porém, conforme o cálculo da taxa de coerência, mesmo com pesos diferenciados entre os critérios, indicando diferenças de importâncias, não existem vies nos resultados, ou seja, não há tendência dos resultados serem conduzidos apenas por um ou mais critério e sim pela combinação de todos eles.

Outra forma de análise deste vetor de prioridades, conforme TABELA 18, é a análise em porcentagem, já que a soma dos valores da coluna representam o valor unitário ou 100%, Assim o critério kWh / m² / C^o, por exemplo, possui peso de 37,04% nos cálculos; já o critério baixo fator de potência possui peso, ou grau de importância, de 22,85% e assim sucessivamente para os demais critérios.

Porém, mesmo um critério obtendo cerca de 37% e outro 5,56% (qualidade do serviço técnico), salienta-se que o cálculo da taxa de coerência denota que não há vies nos resultados finais, ou seja, os números finais não possuem tendência ligada ao critério que possui a maior porcentagem. Existe apenas um “maior” ou “menor” grau de importância entre os critérios sem que os resultados sejam alterados.

Uma vez criadas as matrizes de critérios gerais e efetuada a normalização desta matriz, bem como a geração do vetor de prioridade, foram aplicadas as definições para cada loja considerada conforme cada critério.

Para cada um dos 7 critérios, montou-se uma matriz comparativa considerando as notas atribuídas aos respectivos critérios para cada uma das 120 lojas, dividindo-se os valores entre si. A TABELA 19 exemplifica o cálculo do Critério 1 para as lojas de 1 a 10.

TABELA 19 - EXEMPLO COMPARATIVO DE CRITÉRIOS NAS LOJAS (CRITÉRIO 1 X 10 LOJAS)

Critério: 1	230,021	149,836	114,226	12,685	26,382	22,015	97,752	102,004	111,563	164,542
kWh / m ² / temperatura média (°C)	Loja 001	Loja 002	Loja 003	Loja 004	Loja 005	Loja 006	Loja 007	Loja 008	Loja 009	Loja 010
Loja 001	1,000	0,651	0,497	0,490	0,549	0,530	0,425	0,443	0,485	0,715
Loja 002	1,535	1,000	0,762	0,752	0,843	0,814	0,652	0,681	0,745	1,098
Loja 003	2,014	1,312	1,000	0,987	1,106	1,068	0,856	0,893	0,977	1,440
Loja 004	2,041	1,330	1,014	1,000	1,122	1,083	0,867	0,905	0,990	1,460
Loja 005	1,820	1,186	0,904	0,892	1,000	0,965	0,773	0,807	0,883	1,302
Loja 006	1,885	1,228	0,936	0,924	1,036	1,000	0,801	0,836	0,914	1,349
Loja 007	2,353	1,533	1,169	1,153	1,293	1,248	1,000	1,043	1,141	1,683
Loja 008	2,255	1,469	1,120	1,105	1,239	1,196	0,958	1,000	1,094	1,613
Loja 009	2,062	1,343	1,024	1,010	1,133	1,094	0,876	0,914	1,000	1,475
Loja 010	1,398	0,911	0,694	0,685	0,768	0,742	0,594	0,620	0,678	1,000

FONTE: O AUTOR (2015)

Neste exemplo da TABELA 19, a Loja 1 em relação à Loja 2 possui um grau de importância 0,651 x maior. O cálculo considera o valor da Loja 1 sobre o valor da Loja 2, considerando o respectivo critério, ou seja, $2,388 / 8,713$ resultando no valor 0,651. Assim, respectivamente, repetiu-se o cálculo para todas as lojas e critérios atribuídos.

A diagonal da matriz sempre resultará em um valor unitário devido à comparação da Loja X com ela mesma. O valor da Loja 2 em relação à Loja 1 será respectivamente o inverso do obtido da Loja 1 em relação à Loja 2 ou $1 / 0,651$ resultando no valor de 1,535. Por isso calculou-se as relações para o lado de cada matriz localizado na parte superior da diagonal principal e para o lado inferior calculou-se o inverso de cada valor obtido.

Na seção Apêndice desta dissertação, as tabelas referenciadas exemplificam os cálculos em relação ao Critério 1 para as 120 lojas. Devido ao volume de informações, a matriz foi demonstrada aqui em 6 partes. Os demais critérios, de 2 a 8, seguem o mesmo processo de cálculo e dimensionamento e não estão contempladas para visualização.

Os critérios originaram 8 matrizes com o cruzamento dos dados, de acordo com as notas atribuídas a cada loja respectivamente. Após a montagem das matrizes, normatizou-se cada uma delas, gerando novas 8 matrizes de cada critério. Cada valor de cada matriz foi dividido pela soma correspondente à coluna a que pertence, obtendo-se assim os valores normatizados.

Assim como nos critérios gerais, foi gerado também um vetor de cada critério em relação a cada loja, sendo calculado como a média dos valores em relação à linha a que pertencem em cada matriz normatizada, conforme exemplificado na TABELA 20.

TABELA 20 - VETORES DAS MATRIZES DOS CRITÉRIOS X LOJAS

Loja	Critério 1	Critério 2	Critério 3	Critério 4	Critério 5	Critério 6	Critério 7	Loja	Critério 1	Critério 2	Critério 3	Critério 4	Critério 5	Critério 6	Critério 7
Loja 001	0,0043	0,0088	0,0031	0,0102	0,0083	0,0096	0,0030	Loja 061	0,0126	0,0090	0,0160	0,0016	0,0077	0,0077	0,0091
Loja 002	0,0067	0,0010	0,0079	0,0078	0,0083	0,0096	0,0030	Loja 062	0,0139	0,0079	0,0097	0,0080	0,0090	0,0079	0,0091
Loja 003	0,0088	0,0050	0,0076	0,0087	0,0084	0,0097	0,0030	Loja 063	0,0049	0,0083	0,0050	0,0097	0,0081	0,0095	0,0091
Loja 004	0,0089	0,0054	0,0056	0,0080	0,0084	0,0097	0,0030	Loja 064	0,0102	0,0086	0,0055	0,0078	0,0089	0,0101	0,0091
Loja 005	0,0079	0,0090	0,0070	0,0083	0,0084	0,0097	0,0030	Loja 065	0,0110	0,0090	0,0086	0,0087	0,0080	0,0094	0,0091
Loja 006	0,0082	0,0061	0,0087	0,0085	0,0096	0,0097	0,0030	Loja 066	0,0067	0,0041	0,0047	0,0092	0,0080	0,0029	0,0091
Loja 007	0,0102	0,0062	0,0060	0,0103	0,0084	0,0097	0,0030	Loja 067	0,0051	0,0091	0,0059	0,0012	0,0056	0,0075	0,0091
Loja 008	0,0098	0,0035	0,0129	0,0094	0,0070	0,0086	0,0030	Loja 068	0,0028	0,0090	0,0109	0,0093	0,0011	0,0037	0,0091
Loja 009	0,0090	0,0072	0,0089	0,0068	0,0073	0,0088	0,0030	Loja 069	0,0091	0,0091	0,0123	0,0083	0,0079	0,0038	0,0091
Loja 010	0,0061	0,0091	0,0164	0,0093	0,0080	0,0087	0,0030	Loja 070	0,0032	0,0091	0,0157	0,0087	0,0055	0,0074	0,0091
Loja 011	0,0098	0,0070	0,0181	0,0075	0,0090	0,0088	0,0030	Loja 071	0,0041	0,0082	0,0126	0,0048	0,0077	0,0077	0,0091
Loja 012	0,0083	0,0091	0,0100	0,0057	0,0074	0,0089	0,0030	Loja 072	0,0025	0,0090	0,0108	0,0087	0,0075	0,0076	0,0091
Loja 013	0,0105	0,0091	0,0066	0,0080	0,0097	0,0089	0,0030	Loja 073	0,0041	0,0091	0,0121	0,0094	0,0074	0,0042	0,0091
Loja 014	0,0112	0,0091	0,0069	0,0086	0,0074	0,0089	0,0030	Loja 074	0,0113	0,0081	0,0040	0,0100	0,0092	0,0068	0,0152
Loja 015	0,0030	0,0036	0,0132	0,0069	0,0075	0,0090	0,0030	Loja 075	0,0083	0,0073	0,0021	0,0094	0,0073	0,0069	0,0152
Loja 016	0,0064	0,0091	0,0078	0,0056	0,0076	0,0091	0,0030	Loja 076	0,0102	0,0091	0,0031	0,0095	0,0093	0,0071	0,0152
Loja 017	0,0076	0,0088	0,0087	0,0082	0,0082	0,0096	0,0030	Loja 077	0,0106	0,0076	0,0024	0,0096	0,0080	0,0072	0,0152
Loja 018	0,0109	0,0091	0,0086	0,0076	0,0084	0,0097	0,0030	Loja 078	0,0089	0,0091	0,0039	0,0063	0,0077	0,0072	0,0152
Loja 019	0,0082	0,0060	0,0086	0,0067	0,0077	0,0091	0,0030	Loja 079	0,0059	0,0088	0,0047	0,0090	0,0073	0,0065	0,0152
Loja 020	0,0063	0,0091	0,0142	0,0094	0,0080	0,0094	0,0030	Loja 080	0,0059	0,0091	0,0091	0,0080	0,0097	0,0075	0,0152
Loja 021	0,0076	0,0083	0,0097	0,0084	0,0082	0,0096	0,0030	Loja 081	0,0122	0,0091	0,0054	0,0088	0,0082	0,0075	0,0152
Loja 022	0,0093	0,0091	0,0102	0,0079	0,0083	0,0096	0,0030	Loja 082	0,0084	0,0073	0,0087	0,0095	0,0085	0,0075	0,0152
Loja 023	0,0042	0,0091	0,0151	0,0083	0,0083	0,0096	0,0030	Loja 083	0,0060	0,0059	0,0075	0,0088	0,0075	0,0071	0,0152
Loja 024	0,0098	0,0091	0,0047	0,0096	0,0089	0,0101	0,0030	Loja 084	0,0060	0,0091	0,0084	0,0058	0,0077	0,0077	0,0152
Loja 025	0,0108	0,0091	0,0087	0,0074	0,0091	0,0104	0,0030	Loja 085	0,0118	0,0084	0,0022	0,0091	0,0068	0,0075	0,0152
Loja 026	0,0102	0,0091	0,0125	0,0097	0,0085	0,0098	0,0030	Loja 086	0,0103	0,0091	0,0075	0,0087	0,0094	0,0075	0,0152
Loja 027	0,0052	0,0089	0,0131	0,0087	0,0089	0,0101	0,0030	Loja 087	0,0055	0,0089	0,0034	0,0094	0,0077	0,0051	0,0152
Loja 028	0,0076	0,0087	0,0073	0,0098	0,0086	0,0099	0,0030	Loja 088	0,0068	0,0091	0,0034	0,0025	0,0096	0,0076	0,0152
Loja 029	0,0073	0,0091	0,0078	0,0076	0,0086	0,0099	0,0030	Loja 089	0,0051	0,0083	0,0097	0,0086	0,0089	0,0077	0,0152
Loja 030	0,0063	0,0091	0,0126	0,0085	0,0088	0,0100	0,0030	Loja 090	0,0101	0,0088	0,0033	0,0080	0,0085	0,0077	0,0152
Loja 031	0,0018	0,0084	0,0103	0,0078	0,0089	0,0101	0,0030	Loja 091	0,0035	0,0091	0,0051	0,0077	0,0097	0,0077	0,0152
Loja 032	0,0065	0,0091	0,0120	0,0080	0,0092	0,0104	0,0030	Loja 092	0,0076	0,0079	0,0042	0,0106	0,0096	0,0079	0,0152
Loja 033	0,0142	0,0091	0,0028	0,0103	0,0097	0,0065	0,0030	Loja 093	0,0105	0,0089	0,0051	0,0097	0,0061	0,0079	0,0152
Loja 034	0,0046	0,0091	0,0054	0,0089	0,0083	0,0065	0,0030	Loja 094	0,0090	0,0085	0,0080	0,0098	0,0085	0,0079	0,0152
Loja 035	0,0109	0,0090	0,0024	0,0084	0,0096	0,0070	0,0030	Loja 095	0,0098	0,0089	0,0032	0,0087	0,0054	0,0073	0,0152
Loja 036	0,0103	0,0090	0,0028	0,0080	0,0082	0,0069	0,0030	Loja 096	0,0034	0,0091	0,0079	0,0104	0,0077	0,0087	0,0152
Loja 037	0,0116	0,0071	0,0033	0,0087	0,0082	0,0070	0,0030	Loja 097	0,0072	0,0089	0,0055	0,0068	0,0080	0,0094	0,0152
Loja 038	0,0079	0,0091	0,0047	0,0089	0,0074	0,0072	0,0030	Loja 098	0,0077	0,0081	0,0094	0,0081	0,0089	0,0101	0,0152
Loja 039	0,0089	0,0091	0,0035	0,0061	0,0074	0,0073	0,0152	Loja 099	0,0096	0,0091	0,0111	0,0096	0,0089	0,0102	0,0152
Loja 040	0,0105	0,0091	0,0028	0,0097	0,0094	0,0072	0,0030	Loja 100	0,0064	0,0060	0,0045	0,0093	0,0089	0,0101	0,0152
Loja 041	0,0115	0,0091	0,0037	0,0101	0,0096	0,0077	0,0030	Loja 101	0,0094	0,0091	0,0084	0,0099	0,0092	0,0104	0,0152
Loja 042	0,0083	0,0085	0,0063	0,0100	0,0083	0,0077	0,0030	Loja 102	0,0042	0,0089	0,0031	0,0092	0,0091	0,0103	0,0152
Loja 043	0,0102	0,0064	0,0066	0,0063	0,0067	0,0084	0,0152	Loja 103	0,0103	0,0088	0,0092	0,0089	0,0092	0,0104	0,0152
Loja 044	0,0075	0,0091	0,0071	0,0086	0,0095	0,0085	0,0152	Loja 104	0,0053	0,0090	0,0130	0,0076	0,0085	0,0065	0,0152
Loja 045	0,0064	0,0091	0,0187	0,0075	0,0082	0,0012	0,0091	Loja 105	0,0148	0,0090	0,0047	0,0079	0,0092	0,0104	0,0030
Loja 046	0,0072	0,0072	0,0115	0,0030	0,0074	0,0018	0,0091	Loja 106	0,0154	0,0091	0,0031	0,0104	0,0094	0,0072	0,0030
Loja 047	0,0118	0,0076	0,0076	0,0077	0,0061	0,0079	0,0091	Loja 107	0,0143	0,0066	0,0079	0,0099	0,0087	0,0076	0,0030
Loja 048	0,0070	0,0091	0,0162	0,0057	0,0079	0,0075	0,0091	Loja 108	0,0164	0,0066	0,0100	0,0063	0,0093	0,0069	0,0091
Loja 049	0,0107	0,0091	0,0087	0,0100	0,0095	0,0061	0,0091	Loja 109	0,0096	0,0084	0,0077	0,0105	0,0079	0,0093	0,0030
Loja 050	0,0067	0,0085	0,0142	0,0081	0,0080	0,0061	0,0091	Loja 110	0,0104	0,0091	0,0058	0,0059	0,0096	0,0107	0,0152
Loja 051	0,0037	0,0091	0,0092	0,0074	0,0080	0,0077	0,0091	Loja 111	0,0127	0,0088	0,0065	0,0105	0,0096	0,0108	0,0030
Loja 052	0,0078	0,0089	0,0086	0,0077	0,0085	0,0031	0,0091	Loja 112	0,0111	0,0091	0,0125	0,0101	0,0094	0,0106	0,0030
Loja 053	0,0049	0,0082	0,0123	0,0022	0,0086	0,0099	0,0091	Loja 113	0,0112	0,0091	0,0105	0,0097	0,0094	0,0106	0,0030
Loja 054	0,0046	0,0091	0,0071	0,0091	0,0078	0,0045	0,0091	Loja 114	0,0071	0,0091	0,0112	0,0100	0,0094	0,0106	0,0030
Loja 055	0,0078	0,0091	0,0131	0,0055	0,0091	0,0103	0,0091	Loja 115	0,0104	0,0091	0,0089	0,0092	0,0096	0,0107	0,0030
Loja 056	0,0077	0,0091	0,0116	0,0091	0,0089	0,0102	0,0091	Loja 116	0,0072	0,0091	0,0125	0,0103	0,0095	0,0106	0,0030
Loja 057	0,0042	0,0091	0,0105	0,0094	0,0092	0,0104	0,0091	Loja 117	0,0095	0,0067	0,0100	0,0094	0,0097	0,0108	0,0030
Loja 058	0,0060	0,0089	0,0130	0,0093	0,0077	0,0092	0,0091	Loja 118	0,0100	0,0091	0,0087	0,0101	0,0097	0,0108	0,0091
Loja 059	0,0133	0,0078	0,0148	0,0080	0,0078	0,0069	0,0091	Loja 119	0,0083	0,0084	0,0041	0,0110	0,0094	0,0106	0,0152
Loja 060	0,0076	0,0091	0,0118	0,0097	0,0077	0,0091	0,0091	Loja 120	0,0118	0,0091	0,0085	0,0095	0,0094	0,0106	0,0152

FONTE: O AUTOR (2015)

Na fase final dos cálculos, obtém-se a pontuação de cada loja multiplicando os vetores parametrizados para cada loja com o autovetor dos critérios gerais, através de produto escalar, conforme exemplo de cálculo para uma das alternativas na FIGURA 19.

Vetor Geral								
0,37044								
0,22847								
0,14626	X	Critério 1	Critério 2	Critério 3	Critério 4	Critério 5	Critério 6	Critério 7
0,05732		0,00436	0,00880	0,00313	0,01015	0,00826	0,00963	0,00303
0,06917								
0,07270								
0,05564								

FIGURA 19 - MULTIPLICAÇÃO VETOR GERAL X VETOR LOJA 1 (CRITÉRIO 1)
 FONTE: O AUTOR (2015)

Como resultado obtém-se 0,006104 significando a pontuação final que a alternativa ou loja correspondente obteve pela modelagem aplicada.

Desta forma, obtém-se a nota final de todas as 120 lojas, tendo cada critério uma participação nos cálculos para a parametrização final.

A TABELA 21 mostra a pontuação obtida em cada loja, na sequência dos cálculos e em ordem crescente em relação à pontuação obtida. Considera-se nos resultados que a loja que obteve o maior resultado teoricamente está relacionada com a melhor eficiência energética dentro dos parâmetros e critérios adotados.

Nota-se que a soma das pontuações finais obtidas é igual a 1 devido aos cálculos de vetores utilizados.

TABELA 21 - PONTUAÇÃO FINAL OBTIDA NAS LOJAS

Loja	Estado	Colocação	Pontuação	Loja	Estado	Colocação	Pontuação	Loja	Estado	Colocação	Pontuação
Loja 108	PE	1º	0,011051	Loja 076	PR	41º	0,008863	Loja 028	DF	81º	0,007915
Loja 059	PE	2º	0,010889	Loja 041	MG	42º	0,008832	Loja 027	MG	82º	0,007912
Loja 061	PI	3º	0,010778	Loja 098	PR	43º	0,008758	Loja 042	RJ	83º	0,007830
Loja 062	PE	4º	0,010526	Loja 045	PE	44º	0,008755	Loja 029	SP	84º	0,007810
Loja 120	PR	5º	0,010487	Loja 116	SP	45º	0,008743	Loja 084	PR	85º	0,007783
Loja 105	SP	6º	0,010219	Loja 117	SP	46º	0,008692	Loja 023	MG	86º	0,007759
Loja 112	RJ	7º	0,010183	Loja 090	RS	47º	0,008683	Loja 006	SP	87º	0,007732
Loja 106	SP	8º	0,010160	Loja 010	SP	48º	0,008607	Loja 089	PR	88º	0,007717
Loja 099	PR	9º	0,010017	Loja 109	GO	49º	0,008596	Loja 057	CE	89º	0,007594
Loja 103	PR	10º	0,009906	Loja 082	PR	50º	0,008568	Loja 070	BA	90º	0,007464
Loja 113	MG	11º	0,009900	Loja 044	PR	51º	0,008509	Loja 053	RN	91º	0,007454
Loja 111	MS	12º	0,009880	Loja 114	MG	52º	0,008508	Loja 003	SP	92º	0,007450
Loja 107	SP	13º	0,009852	Loja 119	RS	53º	0,008493	Loja 075	SC	93º	0,007441
Loja 081	PR	14º	0,009850	Loja 050	PE	54º	0,008485	Loja 019	SP	94º	0,007417
Loja 011	ES	15º	0,009757	Loja 077	RS	55º	0,008483	Loja 038	SP	95º	0,007390
Loja 026	RJ	16º	0,009736	Loja 024	DF	56º	0,008480	Loja 046	PB	96º	0,007314
Loja 033	SP	17º	0,009637	Loja 043	PR	57º	0,008459	Loja 088	RS	97º	0,007305
Loja 065	BA	18º	0,009634	Loja 020	SP	58º	0,008436	Loja 016	SP	98º	0,007268
Loja 101	SC	19º	0,009601	Loja 058	PE	59º	0,008405	Loja 004	SP	99º	0,007266
Loja 118	AL	20º	0,009576	Loja 095	RS	60º	0,008381	Loja 073	SE	100º	0,007227
Loja 086	PR	21º	0,009522	Loja 012	SP	61º	0,008274	Loja 079	RS	101º	0,007210
Loja 049	CE	22º	0,009482	Loja 035	SP	62º	0,008268	Loja 100	RS	102º	0,007120
Loja 110	PR	23º	0,009414	Loja 040	SP	63º	0,008263	Loja 096	SC	103º	0,007092
Loja 115	SP	24º	0,009360	Loja 032	SP	64º	0,008251	Loja 071	BA	104º	0,007089
Loja 025	MG	25º	0,009315	Loja 030	SP	65º	0,008249	Loja 083	PR	105º	0,007033
Loja 018	SP	26º	0,009267	Loja 104	PR	66º	0,008223	Loja 087	RS	106º	0,006860
Loja 074	SC	27º	0,009194	Loja 078	RS	67º	0,008222	Loja 051	CE	107º	0,006841
Loja 047	PB	28º	0,009160	Loja 007	SP	68º	0,008138	Loja 102	RS	108º	0,006803
Loja 055	CE	29º	0,009087	Loja 008	SP	69º	0,008135	Loja 063	SE	109º	0,006751
Loja 093	SC	30º	0,009069	Loja 037	SP	70º	0,008126	Loja 054	AL	110º	0,006722
Loja 014	DF	31º	0,009062	Loja 039	PR	71º	0,008107	Loja 091	RS	111º	0,006642
Loja 069	BA	32º	0,009044	Loja 080	PR	72º	0,008088	Loja 072	BA	112º	0,006641
Loja 056	PI	33º	0,009024	Loja 021	SP	73º	0,008040	Loja 067	BA	113º	0,006334
Loja 094	SC	34º	0,008993	Loja 097	RS	74º	0,007993	Loja 034	SP	114º	0,006306
Loja 085	RS	35º	0,008977	Loja 017	MS	75º	0,007990	Loja 001	SP	115º	0,006102
Loja 048	PB	36º	0,008970	Loja 036	SP	76º	0,007982	Loja 068	BA	116º	0,006079
Loja 022	RJ	37º	0,008914	Loja 009	SP	77º	0,007978	Loja 031	SP	117º	0,006077
Loja 013	GO	38º	0,008896	Loja 005	SP	78º	0,007947	Loja 066	BA	118º	0,005912
Loja 060	PE	39º	0,008883	Loja 092	RS	79º	0,007920	Loja 002	SP	119º	0,005739
Loja 064	BA	40º	0,008872	Loja 052	RN	80º	0,007920	Loja 015	SP	120º	0,005607

FONTES: O AUTOR (2015)

A tabela de *ranking* final ordena as lojas em relação à tendência da mais eficiente para a menos eficiente, dentro das considerações e modelagem aplicadas, estando, no topo da lista, a loja de número 108 como a mais eficiente e como a menos eficiente a loja de número 15. Como as notas finais são estabelecidas pela análise combinada dos critérios e notas atribuídas em cada um deles, mesmo que

uma loja obtenha uma nota maior ou menor em um dos critérios, o resultado final é que indicará a eficiência da loja. Neste caso, a loja com a maior nota indicará uma maior eficiência em relação às demais.

5.8 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A modelagem aplicada, de acordo com os 8 critérios estabelecidos neste estudo, propiciou uma ordenação das lojas escolhidas, em ordem crescente, iniciando no topo da lista, ou seja, 1.^a colocação, a loja que tem tendência a ser a unidade com maior eficiência energética, de acordo com os critérios estabelecidos. Os dados aplicados baseiam-se no histórico do ano de 2014, período de janeiro a dezembro.

Uma primeira análise gráfica nos dados de consumo kWh / m² / temperatura média (°C), multa por baixo fator de potência, despesas com preventiva / m² e despesas com manutenção corretiva / m², foi realizada para as 5 lojas que obtiveram as notas mais baixas, ficando colocadas de 116.^o a 120.^o lugar, para as 5 lojas que obtiveram as maiores notas, ficando colocadas de 1.^o a 5.^o lugar, para comprovação dos resultados obtidos com a modelagem.

Uma segunda análise, utilizando a modelagem proposta, foi efetuada comparando dois períodos distintos de janeiro a junho de 2014 com janeiro a junho de 2015 das 120 lojas, períodos estes sujeitos às mesmas condições de temperaturas médias, consumos, horo-sazonalidade, etc.

Seguem as análises e os resultados obtidos.

5.8.1 Primeira Análise: 4 Fatores

As lojas 068, 031, 066, 002 e 015 obtiveram respectivamente as colocações 116.^a, 117.^a, 118.^a, 119.^a e 120.^a no *ranking* geral. Uma análise foi realizada pontualmente nestas 5 lojas, procurando comparar os valores relacionados ao critério 1, critério 2, critério 3 e critério 4 com o menor valor, o valor médio e o maior valor de cada critério, dentre todas as alternativas, no período de janeiro a dezembro de 2014.

A FIGURA 20 traz os valores para as 5 lojas, referentes ao consumo de kWh / m² / temperatura média (°C), em relação ao período.

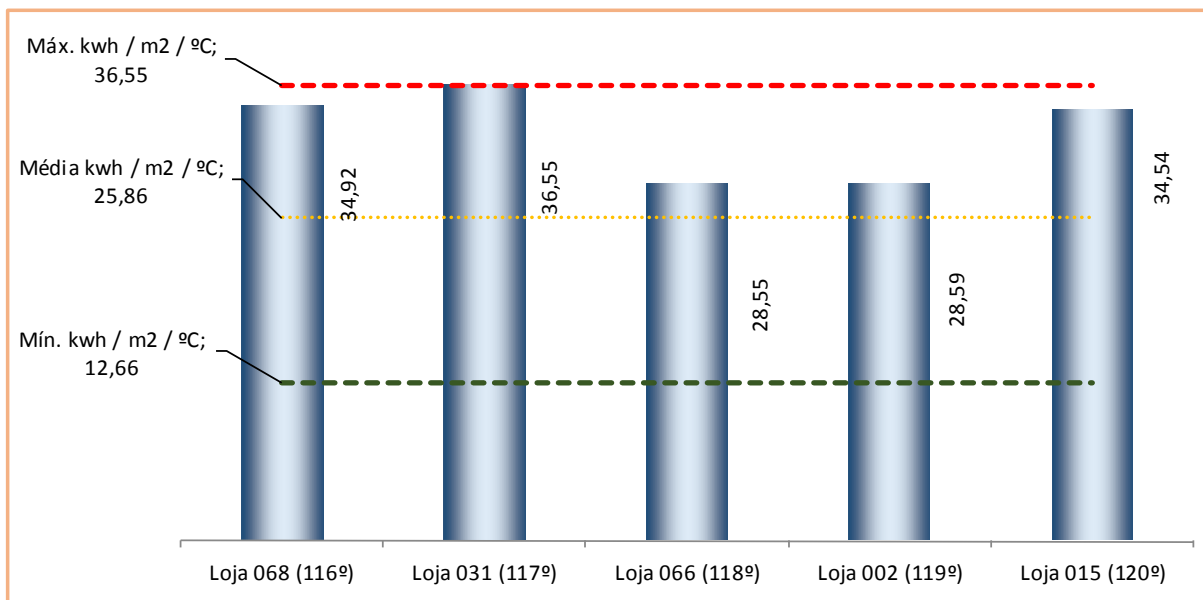


FIGURA 20 - kWh / m² / TEMPERATURA (°C) – LOJAS 068, 031, 066, 002 E 015
 FONTE: O AUTOR (2015)

Ainda na FIGURA 20, observa-se que todas as 5 lojas ultrapassam a média de consumo (linha amarela) aproximando-se bastante do maior valor do período, tendo assim uma notação negativa com relação à eficiência energética.

A FIGURA 21 demonstra o comportamento dos dados relacionados aos valores de multa por baixo fator de potência destas lojas no período estudado.

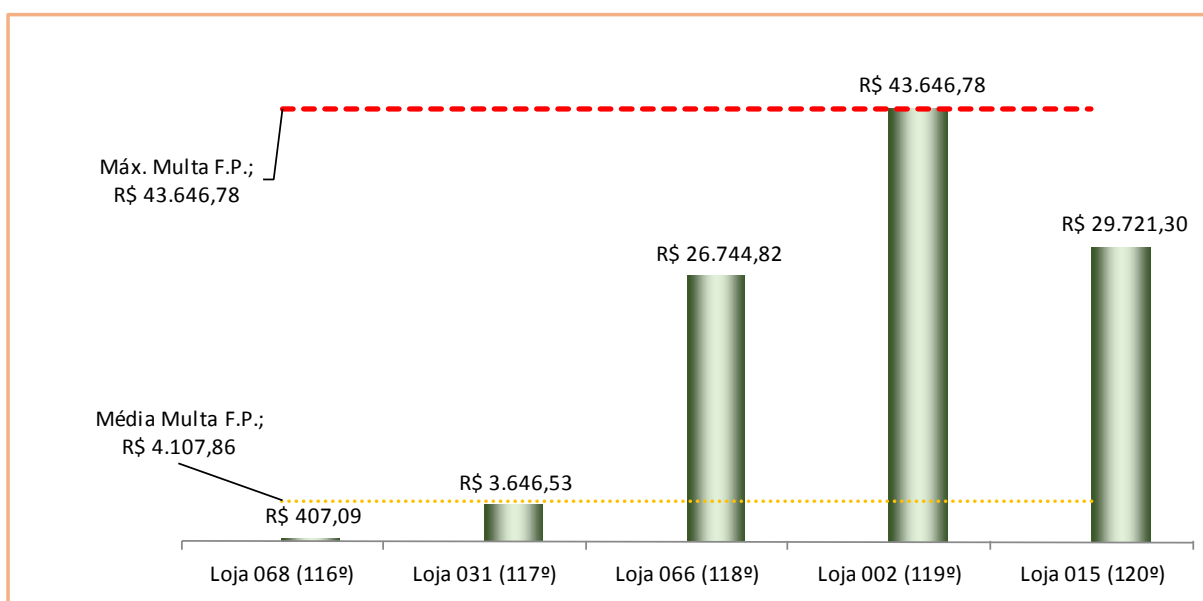


FIGURA 21 - MULTA BAIXO F. P. - LOJAS 068, 031, 066, 002 E 015
 FONTE: O AUTOR (2015)

Observa-se na FIGURA 21 que 3 das 5 lojas possuem valores de multa acima da média (linha amarela da figura) e uma delas possui valor acumulado de multa próximo à média, lembrando que a situação ideal é multa nula (zero reais) para qualquer período, pois assim os equipamentos estariam operando com fator de potência dentro das normas, com boa eficiência energética.

Mesmo a loja 68 tendo um valor de multa por baixo fator de potência abaixo da média ou pequeno, os demais dados da mesma loja ocasionam a queda no *ranking*, conforme demonstrado mais adiante.

Já a FIGURA 22 demonstra as despesas no período de 2014, nas 5 lojas, com relação aos contratos de preventiva.

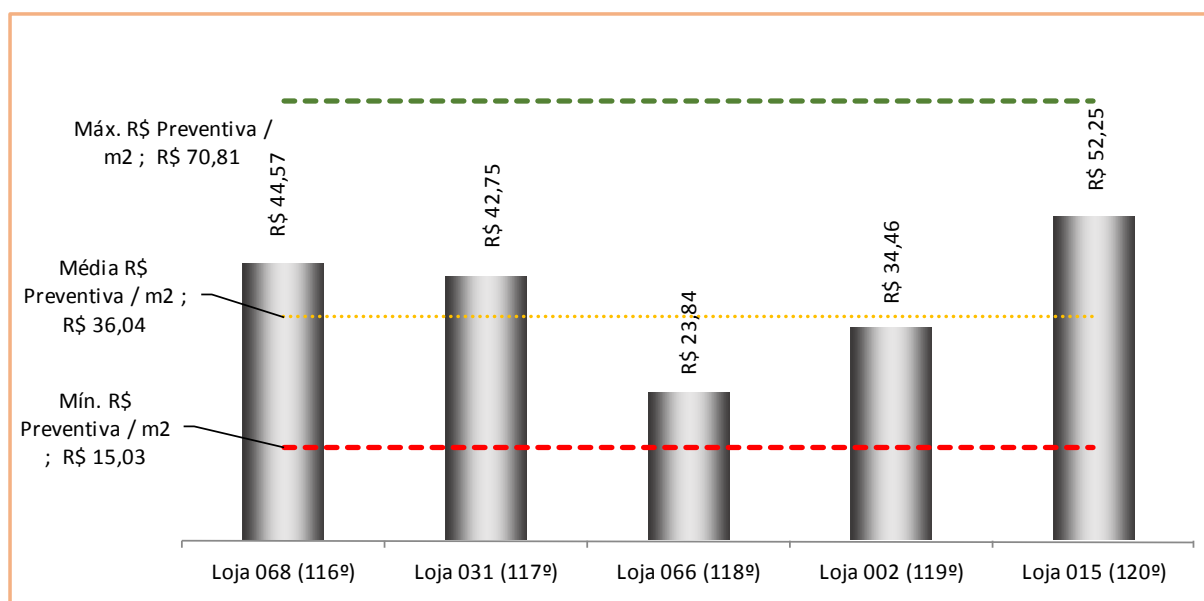


FIGURA 22 - R\$ PREVENTIVA / m² - LOJAS 068, 031, 066, 002 E 015
 FONTE: O AUTOR (2015)

Quanto maior o valor de investimentos em contratos preventivos há uma tendência de que melhores serão os resultados obtidos na eficiência dos equipamentos e, conseqüentemente, com os resultados energéticos destes. Porém, os valores correspondentes destas 5 lojas, que ficaram como piores colocadas no *ranking* geral, estão aquém ou na média de investimentos do período e muito distantes do maior valor aplicado em 2014, contribuindo mais uma vez negativamente para a eficiência destas localidades.

Por último, a FIGURA 23 traz a mesma análise de preventivas, porém com relação às despesas efetuadas em corretivas no período.

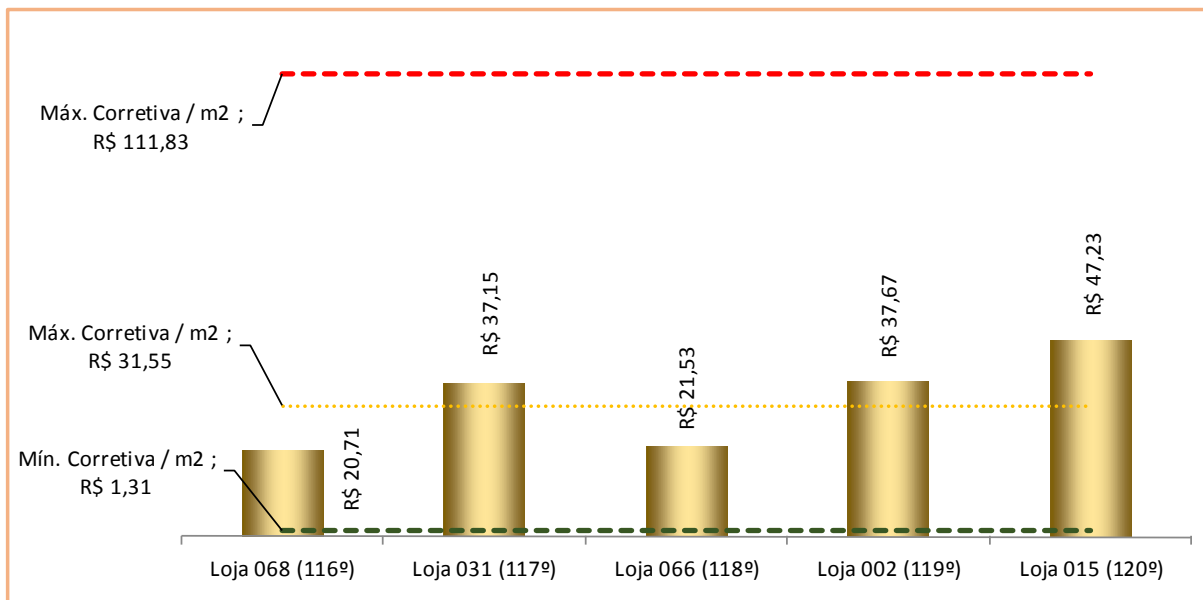


FIGURA 23 - R\$ CORRETIVA / m² - LOJAS 068, 031, 066, 002 E 015
 FONTE: O AUTOR (2015)

Neste caso, quanto maior os valores de corretiva, menor será a eficiência energética dos equipamentos. As lojas em questão estão próximas à média de valores mensais (linha amarela), sendo que a situação ideal são despesas próximas a 0.

Para as lojas 108, 059, 061, 062 e 120, cujas colocações foram respectivamente 1.^a, 2.^a, 3.^a, 4.^a e 5.^a no *ranking* final, a mesma análise foi realizada.

A FIGURA 24 representa os valores correspondentes ao critério 1, ou seja, consumo por metro quadrado, considerando a temperatura média de cada loja no período de janeiro a dezembro de 2014.

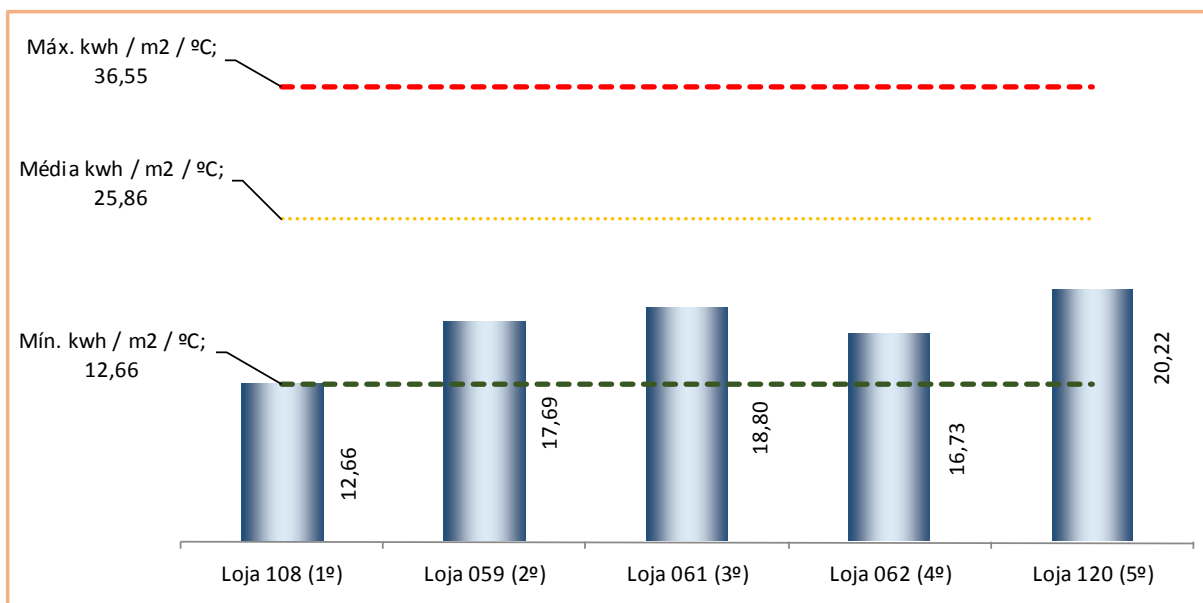


FIGURA 24 - kWh / m² / TEMPERATURA (°C) – LOJAS 108, 059, 061, 062 E 120
 FONTE: O AUTOR (2015)

Pode ser verificado na FIGURA 24 que as 5 lojas citadas, que obtiveram os melhores índices no *ranking*, possuem os valores de consumo, por metro quadrado, abaixo da média das demais lojas, aproximando-se dos mínimos valores (linha verde).

Já a FIGURA 25 demonstra o valor de multa por baixo fator de potência acumulado no mesmo período para as 5 lojas com melhor colocação no *ranking*.

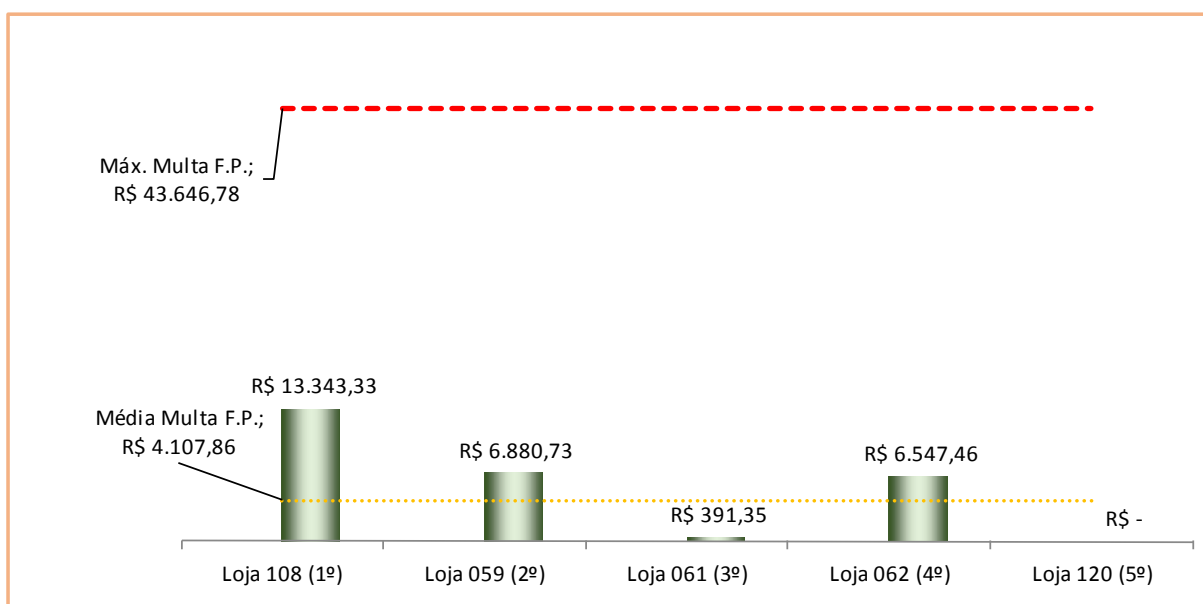


FIGURA 25 - MULTA BAIXO F.P. - LOJAS 108, 059, 061, 062 E 120
 FONTE: O AUTOR (2015)

Conforme a FIGURA 25 observa-se que 2 das 5 lojas possuem valores nulos ou pequenos em relação à multa por baixo fator de potência e as demais estão dentro da média (linha amarela), tendo assim valores mais compatíveis com uma boa eficiência energética. Mesmo a loja 108 tendo valor pouco acima da média geral das lojas, os seus dados relacionados aos demais critérios dos cálculos ajudam esta loja a obter uma boa colocação dentro do *ranking*.

A FIGURA 26 demonstra as despesas e/ou valores com contratos de preventiva nas 5 lojas mais bem colocadas.

Observa-se na FIGURA 26 que as 5 lojas receberam em 2014 bons investimentos em contratos de preventiva, auxiliando assim o aumento do índice de eficiência energética.

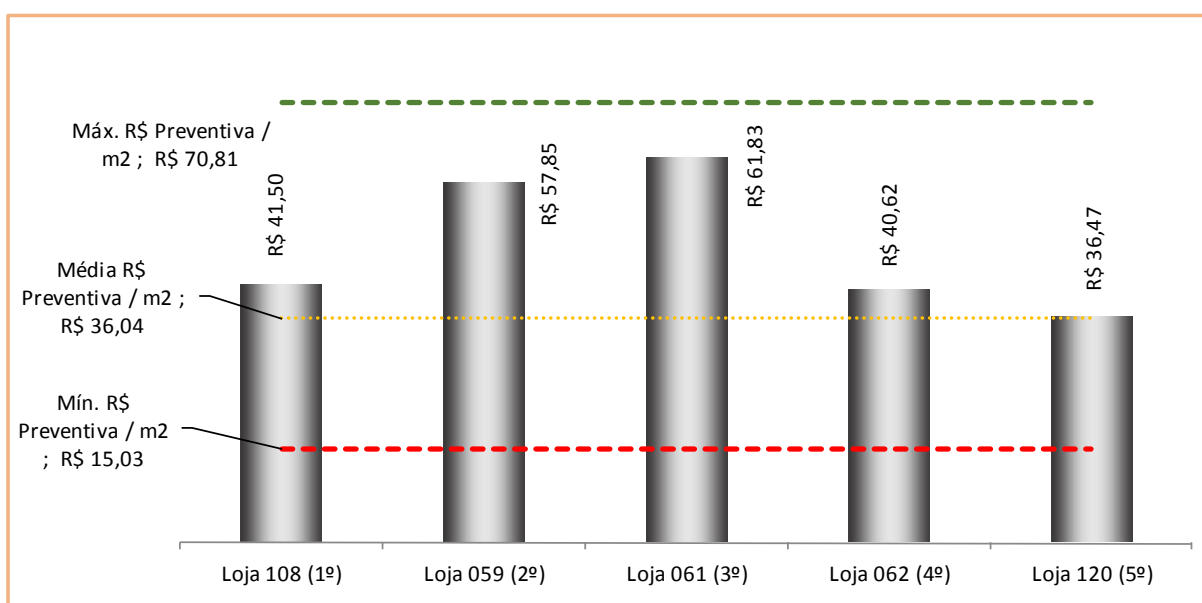


FIGURA 26 - R\$ PREVENTIVA / m² - LOJAS 108, 059, 061, 062 E 120
 FONTE: O AUTOR (2015)

Por último, a FIGURA 27 traz os valores de investimentos com corretivas nas 5 lojas.

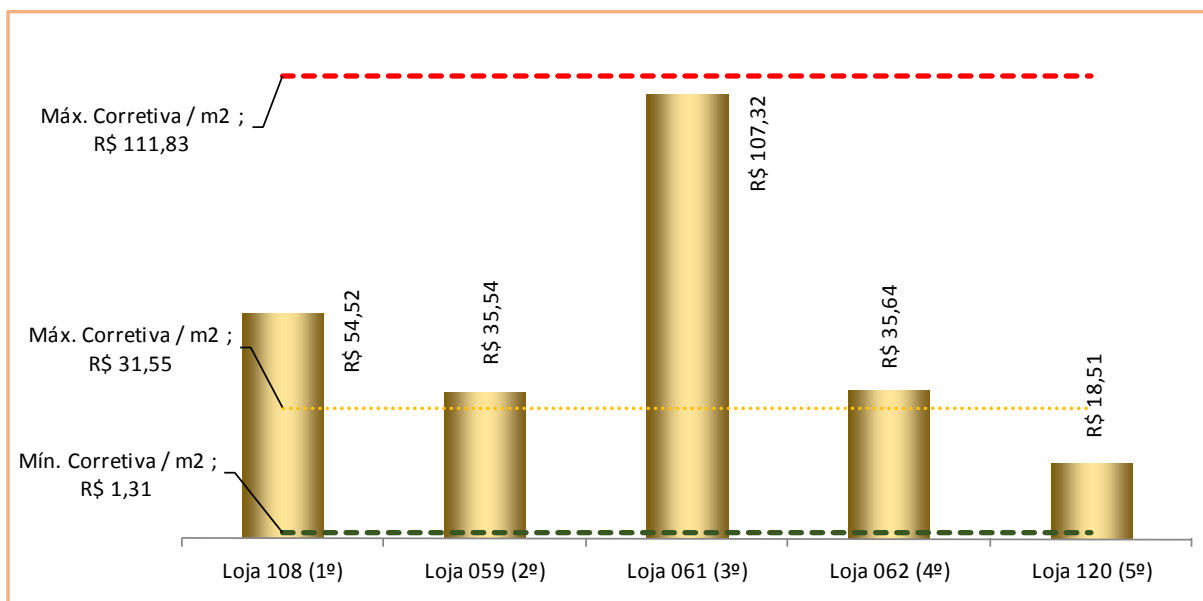


FIGURA 27 - R\$ CORRETIVA / m² - LOJAS 108, 059, 061, 062 E 120
 FONTE: O AUTOR (2015)

Conforme a FIGURA 27, as lojas estão dentro da média de despesas com corretivas, sendo que uma delas, loja 61, contém soma de despesas no período de 2014 bem acima da média.

A análise de todos os fatores em conjunto é realizada pelo método AHP proporcionando assim uma possibilidade de *ranking* final de combinação de critérios, por isso uma loja que possui um valor não muito favorável, como é o caso da loja 61 para o critério corretiva / m², ainda pode obter uma excelente colocação no *ranking* final devido aos demais critérios. Para esta mesma loja (061), observa-se que o consumo por metro quadrado está abaixo da média; ela possuiu um alto investimento com contratos de preventiva, de janeiro a dezembro de 2014; possui valor mínimo de multa por baixo fator de potência, cerca de 300 reais no período e, desta forma, mesmo tendo uma alta despesa com corretivas por metro quadrado, a loja não é impactada de forma drástica na questão de eficiência energética.

Nesta análise, é possível afirmar que a metodologia criada para avaliação da eficiência energética originou resultados satisfatórios e condizentes com os dados tratados.

5.8.2 Segunda Análise: Comparativo Períodos

A modelagem proposta foi aplicada nas 120 lojas, considerando dois períodos distintos:

- ✓ Período 1: janeiro a junho de 2014
- ✓ Período 2: janeiro a junho de 2015

Os períodos foram quebrados em meses equivalentes, anos diferenciados para que os dados não fossem comprometidos com fatores climáticos ou sazonalidade diferenciada das lojas. Para cada período, obteve-se um *ranking* de colocação das 120 lojas. Estes foram comparados entre si, demonstrando se as lojas obtiveram melhoria ou não no *ranking*, ou seja, se seus índices de eficiência energética melhoraram ou pioraram do primeiro período para o segundo. Os resultados de colocação estão previstos levando-se em conta os 8 critérios da modelagem AHP. A TABELA 22 demonstra a colocação de cada loja em cada período, bem como o ganho ou queda no *ranking* e também como se comportaram os valores com relação ao consumo kWh / m² / temperatura média (°C), multa por baixo fator de potência, R\$ preventiva / m², R\$ corretiva / m².

TABELA 22 - COMPARATIVO 1.º SEM. 2014 / 1.º SEM. 2015

Ganho Período 1 - 2	Loja	Estado	Ranking Período 1	Ranking Período 2	Multa FP	kwh x m2 / °C	R\$ Preventiva	R\$ Corretiva
74º	Loja 087	RS	111º	37º	↑	↓	↑	↑
62º	Loja 008	SP	96º	34º	↓	↓	↑	↓
52º	Loja 088	RS	107º	55º	↔	↓	↑	↓
52º	Loja 097	RS	84º	32º	↑	↓	↑	↑
45º	Loja 102	RS	108º	63º	↓	↓	↑	↑
45º	Loja 092	RS	83º	38º	↓	↓	↑	↑
43º	Loja 063	SE	109º	66º	↑	↓	↑	↑
42º	Loja 079	RS	101º	59º	↑	↓	↑	↑
42º	Loja 043	PR	61º	19º	↓	↓	↓	↓
38º	Loja 046	PB	102º	64º	↓	↓	↑	↓
37º	Loja 095	RS	67º	30º	↓	↑	↑	↓
37º	Loja 085	RS	54º	17º	↓	↓	↑	↑
35º	Loja 093	SC	48º	13º	↓	↓	↑	↓
34º	Loja 078	RS	63º	29º	↓	↓	↑	↓
31º	Loja 100	RS	106º	75º	↑	↓	↑	↓
27º	Loja 077	RS	75º	48º	↓	↑	↑	↑
27º	Loja 119	RS	51º	24º	↑	↓	↑	↑
25º	Loja 036	SP	79º	54º	↑	↓	↓	↓
23º	Loja 053	RN	80º	57º	↑	↓	↓	↓
23º	Loja 084	PR	76º	53º	↑	↓	↑	↓
21º	Loja 096	SC	95º	74º	↑	↓	↑	↑
19º	Loja 054	AL	104º	85º	↔	↓	↓	↑
19º	Loja 057	CE	90º	71º	↔	↓	↓	↑
19º	Loja 048	PB	30º	11º	↑	↓	↑	↑
18º	Loja 024	DF	65º	47º	↔	↓	↑	↑
17º	Loja 042	RJ	85º	68º	↓	↓	↓	↑
16º	Loja 051	CE	114º	98º	↔	↓	↓	↑
15º	Loja 004	SP	97º	82º	↓	↑	↓	↑
14º	Loja 039	PR	64º	50º	↔	↑	↓	↓
14º	Loja 090	RS	49º	35º	↑	↓	↑	↓
13º	Loja 076	PR	34º	21º	↑	↓	↑	↓
12º	Loja 052	RN	77º	65º	↓	↓	↑	↑
11º	Loja 110	PR	23º	12º	↑	↓	↓	↓
10º	Loja 015	SP	120º	110º	↓	↓	↓	↑
10º	Loja 067	BA	113º	103º	↔	↑	↑	↓
10º	Loja 035	SP	66º	56º	↑	↑	↓	↑
10º	Loja 040	SP	62º	52º	↔	↓	↓	↑
10º	Loja 041	MG	43º	33º	↓	↓	↓	↓
9º	Loja 019	SP	99º	90º	↓	↑	↓	↓
9º	Loja 065	BA	25º	16º	↑	↓	↑	↑

FONTE: O AUTOR (2015)

TABELA 22 - COMPARATIVO 1.º SEM. 2014 / 1.º SEM. 2015 – CONTINUAÇÃO

Ganho Período 1 - 2	Loja	Estado	Ranking Período 1	Ranking Período 2	Multa FP	kwh x m2 / °C	R\$ Preventiva	R\$ Corretiva
6º	Loja 080	PR	55º	49º	↑	↓	↑	↓
6º	Loja 047	PB	28º	22º	↑	↓	↑	↓
6º	Loja 086	PR	20º	14º	↑	↓	↑	↑
5º	Loja 081	PR	15º	10º	↑	↓	↑	↓
4º	Loja 005	SP	81º	77º	↑	↓	↓	↑
3º	Loja 066	BA	119º	116º	↑	↓	↓	↑
3º	Loja 012	SP	73º	70º	↓	↓	↓	↓
3º	Loja 098	PR	45º	42º	↑	↓	↑	↑
3º	Loja 103	PR	8º	5º	↑	↓	↑	↑
3º	Loja 120	PR	5º	2º	↑	↓	↑	↑
2º	Loja 068	BA	116º	114º	↓	↓	↑	↑
2º	Loja 001	SP	115º	113º	↑	↓	↑	↑
2º	Loja 099	PR	11º	9º	↑	↓	↑	↑
1º	Loja 072	BA	110º	109º	↑	↓	↑	↑
1º	Loja 009	SP	88º	87º	↓	↑	↓	↓
1º	Loja 111	MS	16º	15º	↑	↓	↑	↑
1º	Loja 106	SP	9º	8º	↑	↓	↓	↑
1º	Loja 105	SP	7º	6º	↓	↓	↓	↓
0º	Loja 002	SP	118º	118º	↑	↓	↓	↑
0º	Loja 003	SP	89º	89º	↑	↑	↑	↑
0º	Loja 074	SC	27º	27º	↑	↑	↑	↑
0º	Loja 108	PE	1º	1º	↑	↓	↑	↓
-1º	Loja 091	RS	103º	104º	↑	↑	↑	↓
-1º	Loja 101	SC	17º	18º	↑	↓	↑	↑
-1º	Loja 059	PE	3º	4º	↑	↓	↑	↑
-1º	Loja 062	PE	2º	3º	↑	↓	↑	↓
-2º	Loja 023	MG	82º	84º	↔	↓	↓	↑
-2º	Loja 033	SP	18º	20º	↑	↓	↓	↑
-3º	Loja 031	SP	117º	120º	↑	↓	↓	↓
-3º	Loja 038	SP	93º	96º	↑	↓	↓	↑
-3º	Loja 061	PI	4º	7º	↑	↓	↓	↓
-4º	Loja 029	SP	87º	91º	↑	↑	↓	↓
-4º	Loja 014	DF	40º	44º	↔	↓	↓	↑
-4º	Loja 064	BA	35º	39º	↑	↓	↓	↓
-5º	Loja 073	SE	100º	105º	↑	↓	↑	↑
-6º	Loja 083	PR	105º	111º	↑	↑	↑	↑
-6º	Loja 016	SP	94º	100º	↑	↑	↓	↓
-6º	Loja 089	PR	74º	80º	↑	↑	↑	↑
-7º	Loja 034	SP	112º	119º	↑	↑	↓	↑
-7º	Loja 028	DF	86º	93º	↑	↑	↑	↑
-7º	Loja 013	GO	44º	51º	↔	↑	↓	↑

FONTE: O AUTOR (2015)

TABELA 22 - COMPARATIVO 1.º SEM. 2014 / 1.º SEM. 2015 – CONTINUAÇÃO

Ganho Período 1 - 2	Loja	Estado	Ranking Período 1	Ranking Período 2	Multa FP	kwh x m2 / °C	R\$ Preventiva	R\$ Corretiva
-7º	Loja 082	PR	39º	46º	↑	↓	↑	↑
-7º	Loja 049	CE	19º	26º	↓	↓	↓	↑
-8º	Loja 071	BA	98º	106º	↑	↓	↑	↓
-8º	Loja 017	MS	70º	78º	↑	↑	↓	↑
-8º	Loja 055	CE	33º	41º	↔	↓	↓	↓
-10º	Loja 007	SP	71º	81º	↑	↑	↓	↑
-11º	Loja 114	MG	58º	69º	↔	↓	↑	↓
-11º	Loja 113	MG	12º	23º	↔	↓	↓	↓
-15º	Loja 118	AL	13º	28º	↔	↑	↑	↓
-15º	Loja 107	SP	10º	25º	↑	↑	↓	↑
-16º	Loja 025	MG	24º	40º	↔	↑	↓	↓
-19º	Loja 018	SP	26º	45º	↑	↑	↓	↑
-20º	Loja 094	SC	38º	58º	↑	↑	↑	↑
-21º	Loja 117	SP	52º	73º	↓	↑	↓	↓
-22º	Loja 115	SP	21º	43º	↔	↑	↓	↓
-22º	Loja 026	RJ	14º	36º	↔	↑	↓	↓
-23º	Loja 070	BA	92º	115º	↔	↓	↓	↑
-23º	Loja 109	GO	56º	79º	↑	↓	↓	↑
-25º	Loja 030	SP	72º	97º	↓	↓	↓	↑
-25º	Loja 112	RJ	6º	31º	↔	↑	↓	↓
-26º	Loja 006	SP	91º	117º	↑	↓	↓	↓
-26º	Loja 045	PE	41º	67º	↓	↓	↑	↑
-26º	Loja 044	PR	36º	62º	↔	↑	↓	↓
-28º	Loja 069	BA	32º	60º	↑	↑	↓	↑
-29º	Loja 032	SP	59º	88º	↑	↓	↓	↓
-29º	Loja 058	PE	57º	86º	↑	↓	↓	↑
-32º	Loja 056	PI	29º	61º	↔	↑	↓	↑
-33º	Loja 021	SP	68º	101º	↑	↑	↓	↓
-34º	Loja 075	SC	78º	112º	↑	↑	↑	↑
-34º	Loja 022	RJ	42º	76º	↑	↓	↓	↑
-39º	Loja 027	MG	69º	108º	↓	↑	↓	↓
-39º	Loja 020	SP	60º	99º	↔	↓	↓	↑
-41º	Loja 037	SP	53º	94º	↑	↓	↓	↓
-45º	Loja 050	PE	47º	92º	↑	↑	↑	↑
-46º	Loja 060	PE	37º	83º	↑	↓	↑	↑
-50º	Loja 011	ES	22º	72º	↓	↑	↓	↑
-52º	Loja 010	SP	50º	102º	↑	↑	↓	↑
-61º	Loja 104	PR	46º	107º	↑	↑	↓	↓
-64º	Loja 116	SP	31º	95º	↔	↑	↓	↑

FONTE: O AUTOR (2015)

Ainda a TABELA 22 demonstra que as lojas com queda no *ranking*, comparados os dois períodos informados, são lojas que tiveram aumento com valores relacionados com multas por baixo fator de potência e/ou aumento no consumo de energia por metro quadrado e/ou decréscimo de investimentos de preventiva e/ou ainda aumento nos custos relacionados a corretivas não

programadas. Por exemplo, a loja 10, que obteve a colocação 50.^a no primeiro período e 102.^a no segundo, ou seja, piorando 52 posições no *ranking*, teve aumento no valor de multa por baixo fator de potência, aumento no consumo de energia por metro quadrado, decréscimo de investimentos relacionados a contratos de preventiva e aumento nos custos com corretiva.

Já a loja 046, por exemplo, que saiu de 102.^a para 65.^a colocação, teve todos os seus índices melhorados. Ressalta-se que a loja 046 passou por período de reforma no ano de 2014 para 2015, tendo assim troca de equipamentos e reforma de áreas que poderiam estar contribuindo negativamente para a eficiência energética desta loja. Igualmente as lojas 043 e 054, destacadas em verde na TABELA 22, também passaram por reforma e este fato pode ter contribuído para a melhora no *ranking*. Já a loja 016, que passou também pelo mesmo processo recente de reforma, piorou seus índices e, provavelmente, esta questão deve-se ao aumento de multa por baixo fator de potência, aumento do consumo de energia por metro quadrado e baixos investimentos em contrato de preventivas. Já as lojas 108 e 002 mantiveram suas colocações nos dois períodos significando que tiveram pouca alteração nos dados considerados. Novamente prova aqui a relação direta com os critérios atribuídos na modelagem.

A TABELA 23 contém os dados dos 4 critérios (R\$ multa por baixo fator de potência, consumo de kWh / m² / °C, despesas de preventiva / m² e despesas de corretiva / m²) das 5 lojas que tiveram melhora no *ranking*, comparando os dois semestres descritos, e também os dados das 5 lojas que mais caíram de posição no *ranking*.

TABELA 23 - COMPARATIVO 1.º SEM. 2014 / 1.º SEM. 2015 – 4 CRITÉRIOS

	R\$ Multa FP		kwh / m ² / °C (10 ⁹)		R\$ Preventiva / m ² (10 ³)		R\$ Corretiva / m ² (10 ³)	
	1º Sem. 2014	1º Sem. 2015	1º Sem. 2014	1º Sem. 2015	1º Sem. 2014	1º Sem. 2015	1º Sem. 2014	1º Sem. 2015
Loja 087	1.004,71	2.465,93	928,51	931,67	109,46	634,56	111,02	273,36
Loja 008	20.510,16	4.649,98	362,46	320,51	199,07	260,57	75,27	17,23
Loja 088	0,00	0,00	252,10	232,32	57,75	104,64	289,84	105,32
Loja 097	641,16	2.380,75	151,25	149,05	62,99	177,23	115,64	165,53
Loja 102	961,54	116,65	104,64	99,21	34,33	86,99	40,60	40,77
Loja 060	36,22	26.366,28	440,50	411,37	162,38	199,93	56,61	311,58
Loja 011	8.749,92	5.149,01	347,50	369,40	223,67	117,77	134,55	154,69
Loja 010	0,00	74,03	310,61	296,74	204,68	121,33	67,59	233,55
Loja 104	468,71	485,24	51,24	52,49	82,91	0,00	64,61	0,00
Loja 116	0,00	0,00	87,29	93,53	90,94	63,33	17,47	23,08

FONTE: O AUTOR (2015)

6 CONCLUSÃO

A aplicação da modelagem AHP, com a determinação de critérios quantitativos e qualitativos propiciou um correto *ranking* das lojas em questão, considerando a loja com a tendência de maior índice de eficiência energética para a loja com o menor índice de eficiência. A listagem final indica as lojas que necessitam uma interferência mais urgente com relação a ações para melhorias como troca de equipamentos, reformas em áreas deficitárias, *retrofit* em setores essenciais, troca de iluminação, etc., sendo esta escolha não só baseada no calendário de reformas, conforme citado no início desta dissertação, mas com base no processo decisório.

O processo permitiu o comparativo entre as lojas, através de critérios diferenciados e que comumente não são utilizados pelos gestores internos da rede na tomada de decisão, como, por exemplo, qualidade do serviço técnico, critério qualitativo e que depende de direcionamento de notas através dos decisores participantes da montagem das matrizes.

Outros critérios são utilizados pela rede, no processo decisório, porém de forma parcial, como, por exemplo, o critério de consumo de energia, pela área do salão de vendas, porém sem levar em conta a questão de temperatura média externa, fato que leva a resultados imprecisos já que o comportamento de lojas localizadas em cidades com tendência a altas temperaturas será diferente de lojas que estão em cidades que possuem, normalmente, temperaturas médias anuais mais baixas.

Os resultados apresentados, de acordo com a técnica AHP, critérios e notas atribuídas, refletem a realidade das lojas, a exemplo podendo ser citada a loja 43 que no início de 2015 recebeu o processo de reforma geral. Equipamentos de ar-condicionado e refrigeração central foram substituídos por outros mais modernos e mais eficientes, toda a iluminação do salão de vendas passou a ser composta por luminárias com lâmpadas modelo LED e houve assim, conseqüentemente, uma redução no consumo de energia.

Nos resultados apresentados, quando inseridos os dados do período de 2014, a loja 043 em questão obteve a 57.^a colocação no *ranking*. Se inseridos os dados de apenas o primeiro semestre de 2014, a loja deteria a 61.^a colocação no *ranking*, denotando assim pouca alteração. Já comparando a mesma loja, porém agora com os dados do primeiro semestre de 2015, a loja passa a assumir o 19.^o

lugar no *ranking*, reflexo da troca de equipamentos, dentre outros fatores. Em contato com o gestor de manutenção responsável pela loja 043, o mesmo confirma as alterações efetuadas e que estas foram responsáveis diretamente pela rápida redução de consumo de energia e aumento da eficiência energética quando comparado às demais lojas. A TABELA 24 contém os dados dos dois semestres citados.

TABELA 24 - COMPARATIVO 1.º SEM. 2014 / 1.º SEM. 2015 – LOJA 043

	Multa FP 1º Período	kWh Período	º C Médio	R\$ Preventiva / m ²	R\$ Corretiva / m ²
1º Sem. 2014	R\$ 7.849,85	1.528.801,00	19,22	R\$ 15,07	R\$ 26,99
1º Sem. 2015	R\$ 1.351,37	1.407.877,00	18,98	R\$ 11,57	R\$ 5,22

FONTE: O AUTOR (2015)

Observa-se na TABELA 24 que a multa aplicada pela concessionária, em relação ao baixo fator de potência, teve uma significativa redução em 2015 salientando que o valor de multa de R\$ 1.351,37 foi exclusivo do mês de janeiro de 2015, período em que a loja iniciava o processo de reforma. Assim, nos meses seguintes de 2015 não foi observada nenhuma multa em relação a este critério.

Observa-se ainda que houve um decréscimo no consumo, comparando os dois semestres, e que a temperatura média externa não teve grande variação.

Referente aos valores de despesas com contratos de preventiva, estes tiveram uma redução em 2015, pois, com equipamentos mais novos, a substituição de componentes, durante as visitas de preventivas, está ocorrendo em um volume menor com relação ao mesmo período de 2014. Lembrando que para este critério, dentro da técnica AHP adotada nesta dissertação, quando maior o valor das despesas com preventivas, melhor a eficiência energética da loja.

Com relação às despesas de corretiva, uma grande redução ocorre e, assim, de acordo com o critério adotado de despesas de corretiva / m², há uma grande contribuição para aumento da eficiência desta loja.

Outros exemplos de bons resultados podem ser indicados aqui, como, por exemplo, a loja de número 120, que está sob a responsabilidade do mesmo gerente de manutenção da loja 043. Esta, no entanto, foi inaugurada em um período de 3 anos e, desta forma, a composição de equipamentos novos, iluminação já no modelo *LED*, dentro outros fatores, ocasionou a 5.^a colocação, para o primeiro

semestre de 2014 e 2.^a colocação para o primeiro semestre de 2015. Não houve grande alteração, portanto, por tratar-se de uma loja nova e, segundo o gerente de manutenção, esta loja ser uma das que possui melhores índices de energia mensal.

Citando, por exemplo, a loja 104, verifica-se que a mesma caiu de 46.^a para 107.^a colocação, comparando o primeiro semestre de 2014 com o primeiro de 2015. Esta loja também foi confirmada como problemática, pelo gestor de manutenção, na questão energética, por conter equipamentos antigos, alguns que geram baixo fator de potência.

Desta forma, verifica-se que os critérios adotados na presente dissertação e os resultados apresentados espelham a realidade das lojas.

Outro fator importante está na questão da escolha do número de alternativas. A rede utilizada no estudo de caso possui mais de 400 lojas no Brasil e uma amostragem significativa de 120 lojas foi utilizada nos cálculos. Assim, a técnica AHP não limita a quantidade de alternativas, propiciando a aplicação da metodologia de cálculo para um pequeno número de lojas ou para um número maior, como foi o caso, sem que os resultados sejam alterados ou distorcidos, propiciando assim um *ranking* que depende diretamente das notas atribuídas a cada critério e alternativa.

Porém é possível efetuar-se um novo estudo, aplicando ao mesmo um número menor de lojas, tomando, por exemplo, uma lista de unidades pertencentes a um mesmo estado do Brasil ou cidade. Desta forma, será gerado o *ranking* final comparando um número menor de alternativas ou lojas, porém com a mesma sequência de cálculos e atribuições de critérios. Desta forma, o gestor de manutenção e departamento de engenharia terão maior auxílio na tomada de decisão, identificando as lojas que necessitam ações quanto à eficiência energética.

Outra forma é a aplicação deste método para 100% das unidades constantes no Brasil ou também em apenas um estado ou cidade. Porém, será necessário criar índices ou constantes de ajustes para que as diferentes lojas possam ser comparadas, mesmo com configurações diferenciadas, como é o caso de lojas desprovidas de ar-condicionado, que serão, desta forma, comparadas a outras que possuem o sistema.

Nesta alternativa, será possível, por exemplo, comparar 100% das lojas de um estado, mesmo de formatos diferenciados, como loja de varejo e atacado. Também será possível incluir novos critérios para auxílio na tomada de decisão,

citando, como exemplo: número de colaboradores de cada loja, volume de vendas, percepção da operação de loja quanto à manutenção ou resultados energéticos, dentre outros.

O modelo também pode ser aplicado para redes de varejo de outros segmentos, que não só o de hipermercados, por conter a técnica de escolha de determinação de critérios, destacando os mais importantes e pertinentes. Assim, por exemplo, para uma rede de varejo do segmento de vestuário, praticamente todos os critérios adotados neste trabalho podem ser aplicados, pois são segmentos que possuem equipamentos de porte ligados a um alto consumo de energia elétrica.

Outro ponto de destaque está no emprego de escalas de notas, para avaliação do grau de importância nos critérios, nesta dissertação tomada de valores 1 a 9, que propicia o ajuste dos dados de entrada, dentro da escala, não revelando assim os dados originais, permitindo desta forma que os cálculos possam ser executados sem nenhuma penalidade e distorção aos resultados, protegendo o nome da rede, bem como das unidades escolhidas como alternativas.

Ressalta-se ainda o grau de importância do estabelecimento de hierarquia dentro do processo AHP, uma vez que o sistema é altamente conexo à qualidade de informação inserida.

Para os critérios quantitativos, os dados estratificados da rede por si só se ajustam dentro da escala e metodologia criada, necessitando interferência dos decisores apenas na análise inicial dos dados, antes de embutir estes ao cálculo, no sentido de verificação de inconsistências ou falta de dados.

Já para os critérios qualitativos, verifica-se a dependência direta dos decisores, neste caso gestores da rede, que devem efetuar a classificação das alternativas ou critérios de acordo com o grau de importância entre eles. Nesta dissertação, a respeito do sexto critério adotado, as notas foram embutidas por um único especialista em gestão de eficiência energética da rede, para que não houvesse avaliações equivocadas ou tendenciosas em uma ou outra regional. No entanto, o modelo proposto pode ter uma grande contribuição e ganho nos resultados finais, se uma comissão interna for composta para *input* de mais critérios importantes para a rede e avaliação destes em conjunto.

Portanto o modelo apresentado pode ser reajustado, considerando outros critérios que possam ser aplicados e estejam relacionados com a eficiência energética das lojas e/ou correlacionados com o interesse de melhorias internas à

rede, sejam estes novos critérios quantitativos ou qualitativos. Comparativos entre outros formatos de lojas, que possuem diferenciação de equipamentos, poderão ser realizados, bem como o comparativo total entre 100% das lojas (não somente as 120 lojas elencadas como amostragem); porém, neste caso, considerando fatores corretivos para os critérios devido à diferença de composição das mesmas com relação à existência ou ausência de equipamentos como ar-condicionado, geradores, etc.

O modelo pode ser também adaptado incluindo outros critérios qualitativos como avaliação da qualidade interna dos serviços, percepção de qualidade por parte dos clientes, dentre outros, porém faz-se necessário, neste caso, uma pesquisa ampliada para a captação de dados ligados a estes fatores.

Por fim, a maior contribuição deste trabalho está em conceder aos gestores uma importante ferramenta para utilização no processo decisório interno, seja para fins de manutenção, reformas ou melhoria da eficiência energética. Os resultados aqui gerados já estão sendo estudados por um dos gestores internos e já foram utilizados como parâmetro decisório para composição de planilhas orçamentárias para o ano de 2016, visto que o *ranking* aponta as lojas deficitárias em termos de investimentos para a troca de equipamentos.

6.1 TRABALHOS FUTUROS

Conforme já citado em capítulos anteriores, os equipamentos de ar-condicionado e frio alimentar possuem uma grande fatia em relação ao consumo total de energia de uma planta de hipermercado; sendo assim, devem ser os primeiros equipamentos a receber tratamento em relação às lojas que estão no final do *ranking* ou para as quais se deseja o aumento da eficiência energética. Algumas propostas, em curto, médio e longo prazo, podem ser realizadas, como, por exemplo:

- Substituição de equipamentos de ar-condicionado obsoletos e/ou com baixo rendimento por equipamentos mais eficientes e modernos;

- Substituição de equipamentos de frio alimentar – racks, balcões, ilhas, câmaras, etc. – que apresentem baixo rendimento, obsoletos;
- Instalação de luminárias com lâmpadas diferenciadas em lojas necessárias, principalmente com a utilização de iluminação a LED;
- Fechamento de portas e balcões abertos para evitar perda de carga térmica;
- Instalação de trocadores de calor nos sistemas de frio alimentar que utilize líquido glicol para aumento do rendimento dos racks de refrigeração;
- Aplicação de outras técnicas, de apoio à decisão, que também podem ser utilizadas como, por exemplo, o *Fuzzy* aplicado ao AHP.

REFERÊNCIAS

- ABRAVA. **Manual de Boas Práticas em Supermercados para Sistemas de Refrigeração e Ar Condicionado**. 44f. 2011. Ministério do Meio Ambiente; Associação Brasileira de Supermercados; Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/ozonio/_publicacao/130_publicacao01042011121215.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2015.
- BERDSEN, J. C. **Desenvolvimento experimental e análise exergetica de um sistema trigerador para produção simultânea de calor, eletricidade e frio**. 93f. 2007. Dissertação (Mestrado) – Programa Interdisciplinar de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, UFPR, Curitiba, 2007.
- BRASIL. Lei nº 10.295, de 17 de outubro de 2001. Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia e dá outras providências. Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia e dá outras providências. 2001a. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/qualidade/pdf/lei10295.pdf>>. Acesso em: 10 dez. 2015.
- BRASIL. Decreto nº 4.059, de 19 de dezembro de 2001. Dispõem sobre a política nacional de conservação e uso racional de energia. 4f, 2001b. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2001/D4059.htm. Acesso em: 10 dez. 2015.
- COHEN, Jacob. **Statistical power analysis for the behavioral sciences**. Hillsdale, NJ, Erlbaum. 1988.
- CHUNG, W.; LAM, M.; HUI, Y. V. Benchmarking the Energy Efficiency of Commercial buildings. **Applied Energy**, Canadá. v. 83, n. 1, p. 1-14, Apr. 2005.
- CRUZ, R. R. de A. **Gerenciamento de energia elétrica para otimizar a qualidade e a eficiência energética de grandes consumidores**. 85f. 2014. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Federal da Paraíba - UFPB, 2014.
- DUARTE, M. D. de O. **Modelos de Decisão Multicritério e de Portifólio com Aplicação na Construção de Políticas Energéticas Sustentáveis**. 133f. 2011. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Pernambuco, 2011.
- ENSSLIN, L.; NETO, G. M.; MCDONALD, S. **Apoio à Decisão: metodologias para estruturação de problemas e avaliação multicritério de alternativas**. [s.l: s.n.], 2001.
- ENSSLIN, S. R. et al. Gestão do programa de eficiência energética para clientes industriais com o uso da metodologia multicritério de apoio à decisão - construtivista. **Revista Brasileira de Energia**, v. 19, p. 173-204, 2. sem. 2013.
- FERREIRA, M. C. C. dos S. **Modelos de Regressão: uma aplicação o em Medicina Dentária**. 143f. 2013. Dissertação (Mestrado) – Universidade Aberta, Lisboa, 2013.

GAMA, P. H. R. P. et al. **Conservação de energia, eficiência energética de instalações e equipamentos**. 2. ed. Itajubá: [s.n.], 2001.

GOMES, L. F. A. M.; GONZÁLEZ, M. C. A.; CARIGNANO, C. **Tomada de decisões em cenários complexos**: introdução aos métodos discretos do apoio multicritério à decisão. São Paulo: [s.n.], 2004.

INMET. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br>>. Acesso em: 10 mar. 2015.

KASINSKI, A. et al. **Tendências e oportunidades na economia verde**: eficiência energética. 67f. 2010. Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial. 2010.

LEE, A. **Otimização dos sistemas de climatização e refrigeração industrial em supermercados**. 10f. 2005.

LEVANDOSKI, L. F. **Sistema de análise de investimentos em inovação e tecnologia**. 104f. 2009. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento de Tecnologia do Instituto de Engenharia do Paraná, 2010.

MANGIAPELO, L. B. S. **Avaliação da eficiência energética em sistemas de iluminação predial**: Estudo de casos em dois hipermercados na cidade de Campo Grande – MS. 203f. 2012. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós Graduação da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Campinas - MS, 2012.

MENDES, N. et al. Uso de instrumentos computacionais para análise do desempenho térmico e energético de edificações no Brasil. **Ambiente Construído**, v. 5, n. 4, p. 47-68, out./dez. 2005.

MORAES, C. S. DE. **Análise de medidas para efficientização e uso racional da energia elétrica em condicionadores de ar**. 180f, 2013. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Edificações e Ambiental da Universidade Federal de Mato Grosso, 2013.

PADOVANI, M. **Apoio à decisão do portfólio de projetos**: uma abordagem híbrida usando os métodos AHP e programação inteira. [s.l.] Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2007.

PANESI, André Ricardo Quinteros. **Eficiência Energética em Supermercados**. In: II Encontro de Engenharia e Tecnologia dos Campos Gerais, p. 6, 14 ago. 2008.

PROCEL. **Gestão energética**. Rio de Janeiro, RJ: [s.n.], 2007.

PROCEL. **Eficiência energética - Teoria & Prática**. 1. ed. [s.l.: s.n.], 2005.

RIBEIRO, R. A. **Correlações nos DFA de diversos perfis geológicos**: estudo de caso: Bacia de Campos - RJ. 79f. 2010. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2010.

SAAB, W. G. L. et al. **Aspectos atuais do varejo de alimentos no mundo e no Brasil**, Varejo de Alimentos, 1999.

SAATY, T. L. **The Analytic Hierarchy Process**. New York: McGraw-Hill, 1980.

SAATY, T. L. **Método de Análise Hierárquica**. Tradução e revisão técnica Wainer da Silveira e Silva. São Paulo: McGraw-Hill, Makron, 1991. 367 p. Tradução de: The Analytic Hierarchy Process. Planning, priority setting, resource allocation.

SAATY, T. L. **Decision Making with Dependence and Feedback: the Analytic Network Process**. Pittsburgh, Pennsylvania: RWS Publications, 2001.

SBVC. **Ranking as 250 maiores empresas do varejo brasileiro**. Sociedade Brasileira de Varejo. 148p. Edição 3901 de 2015. Disponível em: <<http://www.sbvc.com.br/2014/wp-content/uploads/2015/09/edicao-39016cfe079db1bfb359ca72fcba3fd8.pdf>>. Acesso em: 10 dez. 2015.

SCHAUENBURG, F. F. **Metodologia de seleção e priorização de projetos baseada em fuzzy-ahp**. 84f. 2014. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, PUC-PR, 2014.

SILVA, P. A. S. da; BERNARDON, D. P.; RECK, W. D. M. **Aplicação do método AHP para a tomada de decisões multicriteriais no restabelecimento automático de energia**. 4f. 2010.

TOGNON, A. P. **Reprodutibilidade de medidas ecocardiográficas da massa ventricular esquerda no Estudo Longitudinal da Saúde do Adulto, ELSA Brasil**. 77f. 2011. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2011.

VARGAS, L. G. An Overview of the analytic hierarchy process and its applications. **European Journal of Operational Research**, v. 48, n. 1, p. 1–8, 1990. Disponível em <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/037722179090056H>>. Acesso em 15 jun. 2015.

VENTURA FILHO, Altino, et al. **Plano Decenal de Expansão de Energia**, Ministério de Minas e Energia, v.2. 2013.

VIALLI, A. **Eficiência energética ganha espaço nas empresas**. Estadão, 15 julho de 2009. Disponível em: <<http://economia.estadao.com.br/noticias/geral,eficiencia-energetica-ganha-espaco-nas-empresas,402866>>. Acesso em: 10 dez. 2015.

WHITE, Jerry W. et al, **Energy Standard for Buildings except Low-Rise Residential Buildings**. 75f. Standard 1-2004. Inc. Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, 2004. ANSI/ASHRAE/IESNA.

ZACCHI, D. R. P. et al. **Manual técnico orientativo: eficiência energética e gestão da energia elétrica na indústria**. 50f. [s.l.: s.n.], 2008. Disponível em: <<http://www.acij.com.br>>. Acesso: 2 dez. 2015.