



UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA

CARLOS JOSÉ VARGAS EDUARDO

**MODELOS MATEMÁTICOS: EFICIÊNCIA DE CONSUMO DE ÁGUA E DE
ENERGIA ELÉTRICA – CASO DE UM FUNDO DE PENSÃO BRASILEIRO**

Palhoça

2018

CARLOS JOSÉ VARGAS EDUARDO

MODELOS MATEMÁTICOS: EFICIÊNCIA DE CONSUMO DE ÁGUA E DE ENERGIA ELÉTRICA – CASO DE UM FUNDO DE PENSÃO BRASILEIRO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Matemática - Bacharelado da Universidade do Sul de Santa Catarina, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel(a) em Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Oscar Ciro López

Palhoça

2018

CARLOS JOSÉ VARGAS EDUARDO

MODELOS MATEMÁTICOS: EFICIÊNCIA DE CONSUMO DE ÁGUA E DE ENERGIA ELÉTRICA – CASO DE UM FUNDO DE PENSÃO BRASILEIRO

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado à obtenção do título de Bacharel(a) em Matemática e aprovado em sua forma final pelo Curso de Graduação em Matemática da Universidade do Sul de Santa Catarina.

Palhoça, 26 de junho de 2018.

Professor Oscar Ciro López, Doutor.
Universidade do Sul de Santa Catarina

Profª. Diva Marília Flemming, Doutora.
Universidade do Sul de Santa Catarina

Prof(a). Ana Regina de Aguiar Dutra, Doutora.
Universidade do Sul de Santa Catarina

Dedico ao SENHOR Deus. Aos meus familiares e aos meus amigos.

AGRADECIMENTOS

Ao SENHOR Deus. Por permitir-me chegar até aqui. Sem Ele nada poderia fazer!

Ao meu pai. Pelo convívio, amizade e suporte diário.

À minha avó. Pelas orações e por trazer-me tão perto, mesmo quando estou longe.

À família Cunha. Pelo acolhimento e apoio nos momentos difíceis.

Ao sr. Vicente José Pereira da Cunha. Pela amizade, companheirismo e afeto e por me ajudar a chegar aos locais de prova no horário previsto e por compartilhar do seu tempo e alegria para nos fazer sorrir.

À sra. Regina Coeli Pereira Gomes e ao sr. Luiz Carlos Gomes pelo acolhimento e cuidado!

À Fatima Lucia de Souza Pinto. Pela amizade, dedicação, companheirismo, afeto e apoio constante.

À Professora Diva Marília Flemming. Uma das pessoas mais determinadas, assertivas e serenas que já conheci. Pelo suporte, paciência e palavras de estímulo para prosseguirmos.

Ao Professor Oscar Ciro López. Pela parceria ao longo dessa trajetória, pelo suporte e contribuições que fez, tornando o trabalho mais rico e cientificamente aceitável.

À Professora Ana Regina de Aguiar Dutra por suas contribuições e apoio demonstrados.

Aos demais docentes, que fazem da UNISUL um Centro de Excelência em Educação.

À equipe administrativa e de logística da UNISUL, pelo suporte em nossa jornada.

Àqueles que direta ou indiretamente contribuíram, choraram comigo, sorriram comigo, que oraram e intercederam a Deus por mim e me fizeram perceber que é possível alcançar objetivos quando lutamos e avançamos juntos!

OBRIGADO!

The scientist does not study nature because it is useful; he studies it because he delights in it, and he delights in it because it is beautiful. If nature were not beautiful, it would not be worth knowing, and if nature were not worth knowing, life would not be worth living.

Henri Poincaré

RESUMO

Inúmeras são as contribuições da Matemática nos mais variados ramos das ciências e do cotidiano. Arrebata-nos a beleza de seus contornos teóricos. Mas é na aproximação com a vida real, que todos os comuns se encantam com sua singularidade. A Matemática presta também relevante suporte aos Fundos de Pensão – na gestão dos ativos e passivos, na projeção de rendas, na otimização dos retornos de seus investimentos e na mitigação de riscos, dentre outros. Preservar um meio ambiente sustentável, em que a oferta de recursos seja igualmente equiprovável para os seres vivos do presente e das próximas gerações, assume a pauta de discussões. Nessa direção, percebeu-se que ser eficiente em termos de consumo de água e de energia elétrica proporcionaria benefício múltiplo: satisfação da missão institucional, ganhos em termos de sustentabilidade socioambiental e retorno financeiro, na forma de redução de custos, revertido para a reserva matemática de poupança programada do participante. Percebeu-se, então, que levantar dados, definir métricas, apurar desempenho e compará-los a indicadores de mercado aprimora a gestão de recursos, inclusive sinalizando medidas corretivas para contornar desvios. Esta é essência deste trabalho. Estabelecer modelo matemático para avaliações futuras do consumo de água e de energia elétrica de imóveis comerciais que integram o portfólio de ativos do Fundo de Pensão e contribuir para a busca de melhores níveis de eficiência compatíveis com a política de responsabilidade socioambiental defendidas pela organização. Demonstrando, portanto, que a Matemática dispõe de ferramentas poderosas para apoiar os processos de gestão das instituições.

Palavras-chave: modelo matemático, consumo, energia elétrica, água, sustentabilidade

ABSTRACT

Countless are the contributions of Mathematics to multiple branches of science and everyday life. Despite its excellent theoretical approach, it is in real life that all ordinary people delight in their uniqueness. Mathematics also provides relevant support to Pension Funds - in the management of assets and liabilities, in the projection of incomes, in the optimisation of investment returns and on the mitigation of risks, among others. Preserving a sustainable environment, where the supply of resources is equally possible for living beings of the present and the next generations, constitutes one of the primary focus of a Pension Funds organisation. In this direction, its board concluded that efficiency in electricity and water consumption would prove beneficial to all stakeholders. Either in satisfying the institutional mission, improving socio-environmental sustainability and increasing financial return. Such that, the participant's mathematical programmed savings would progress. Then, raising data, defining metrics, assessing performance and comparing them to benchmarking should enhance management performance and correct deviations, as well. This is the essence of this work. Establish a mathematical model for future assessments of water and electricity consumption of commercial real estate buildings which are part of the Pension Fund's portfolio of assets and thus contribute to better efficiency levels that prove compatible with the socio-environmental responsibility policy defended by the organisation. Demonstrating, therefore, that mathematics has powerful tools to support the management processes of institutions.

Key words: Mathematical modeling, consumption, electricity, water, sustainability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Sistema de Classificação da Qualidade de Edifícios de Escritórios do Brasil.....	44
Figura 02 – Fluxo Processual do Tratamento dos Dados.....	47

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01 – Consumo de Água – Imóveis Comerciais.....	57
Gráfico 02 – Geração de Energia no Brasil em 2013.....	67
Gráfico 03 – Distribuição do Consumo de Energia Elétrica no Brasil.....	68
Gráfico 04 – Consumo de Energia Elétrica – Edifícios Comerciais – Comparação com o Benchmark.....	68

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 01 – Efeito Ratchet.....	38
Equação 02 – Número de classes (k).....	51
Equação 03 – Amplitude amostral (L).....	51
Equação 04 – Amplitude de classe (h).....	51
Equação 05 – Ponto médio de classe (xi).....	51
Equação 06 – Média aritmética amostral ($\bar{x}$).....	52
Equação 07 – Variância amostral (s^2).....	52
Equação 08 – Desvio-padrão amostral (s).....	52
Equação 09 – Coeficiente de variação (Cv).....	52
Equação 10 – Mediana (Md).....	52
Equação 11 – Moda de Czuber (Mo).....	52
Equação 12 – Teste de Consistência do R^2	53
Equação 13 – Regressão do consumo d'água.....	54
Equação 14 – Hipótese subjacente do modelo de regressão do consumo d'água....	54/65
Equação 15 – Regressão do consumo de energia.....	55
Equação 16 – Hipótese subjacente do modelo de regressão do consumo de energia.....	55
Equação 17 – Padronização de variáveis do modelo de regressão do consumo de energia.....	55/76
Equação 18 – Regressão do consumo de energia – variáveis normalizadas.....	56/76
Equação 19 – Hipótese subjacente do modelo de regressão do consumo de energia – variáveis normalizadas.....	56/76
Equação 20 – Correlação de Pearson.....	60/73

LISTA DE QUADROS E TABELAS

QUADROS

Quadro 01 – Recomendações atuais de especificações para instalações de bombeamento e processos de uso d'água em edifícios comerciais.....	30
Quadro 02 – Métricas para Aferir Consumo de Água.....	31
Quadro 03 – Parâmetros de Cálculo de Consumo de Energia Elétrica.....	34
Quadro 04 – Critérios de Classificação de Edifícios Comerciais – Padrão BOMA Quebec.....	40
Quadro 05 – Critérios de Classificação de Edifícios Comerciais no Brasil.....	44
Quadro 06 – Proposta de Classificação da Qualidade de Edifícios de Escritório no Brasil.....	45
Quadro 07 – Tabela de Variáveis – Consumo de Energia Elétrica.....	54
Quadro 08 – Padronização de Variáveis – Consumo de Energia Elétrica.....	55
Quadro 09 – Comparação Consumo de Água/Benchmarkings de Consumo.....	58
Quadro 10 – Consumo de Água por Classificação do imóvel.....	59
Quadro 11 – Resumo Estatístico – Consumo de Água.....	62
Quadro 12 – Resumo Estatístico Descritivo – Consumo de Água.....	63
Quadro 13 – Estatística de Regressão e ANOVA – Consumo de Água.....	64
Quadro 14 – Resultados da Equação de Predição – Consumo de Água.....	66
Quadro 15 – Comparação Consumo de Energia/Benchmarkings de Consumo.....	69
Quadro 16 – Resumo Estatístico – Consumo de Energia.....	70
Quadro 17 – Resumo Estatístico-Descritivo – Consumo de Energia.....	71
Quadro 18 – Consumo de Energia por Classificação do Imóvel.....	72

Quadro 19 – Tabela de Variáveis – Consumo de Energia Elétrica.....	76
Quadro 20 – Padronização de Variáveis – Consumo de Energia Elétrica.....	76
Quadro 21 – Valores de EUI e Z das variáveis explicativas levando-se em conta a existência de resfriamento central – Consumo de Energia Elétrica.....	77
Quadro 22 – Estatística de Regressão e ANOVA – Consumo de Energia Elétrica.	78
Quadro 23 – Resultados da Equação de Predição – Consumo de Energia Elétrica.	79
Quadro 24 – Resultados da Equação de Predição (sistema de ar condicionado unitário) – Consumo de Energia Elétrica.....	80

TABELAS

Tabela 01 – Correlação de Pearson – Classificação Imóvel versus Consumo de Água.....	61
Tabela 02 – Correlação de Pearson – Classificação Imóvel versus Consumo kWh/m ²	74

SUMÁRIO

1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	17
1.1	TEMA E DELIMITAÇÃO DO TEMA.....	20
1.1.1	Tema.....	20
1.1.2	Delimitação do Estudo.....	21
1.1.3	Restrições.....	21
1.2	PROBLEMATIZAÇÃO.....	21
1.3	JUSTIFICATIVAS.....	21
1.4	OBJETIVOS.....	23
1.4.1	Objetivo Geral.....	23
1.4.1	Objetivos Específicos.....	23
1.5	VARIÁVEIS E HIPÓTESES.....	24
1.5.1	Variáveis de Estudo.....	24
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	25
2.1	MODELOS MATEMÁTICOS.....	25
2.2	CONSUMO DE ÁGUA.....	27
2.2.1	Em Busca de Referenciais – Constatação Local.....	28
2.2.2	Em Busca de Referenciais – Percepções Externas.....	29
2.2.3	Em Busca de Referenciais – Métricas de Consumo.....	30
2.3	CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA.....	32
2.3.1	Métricas Usuais de Consumo de Energia Elétrica.....	34
3	DELIMITAÇÃO METODOLÓGICA.....	35
3.1	TIPO DA PESQUISA.....	35
3.2	POPULAÇÃO E PROCESSO DE AMOSTRAGEM.....	36
3.2.1	Características da Amostra.....	36
3.2.2	Certificações na Gestão de Imóveis.....	36
3.2.3	Reconhecimento por Boas Práticas na Gestão de Imóveis.....	38
3.2.4	Modelo Matemático para Classificação de Imóveis.....	38
3.2.5	A Classificação de Edifícios Comerciais – Padrão BOMA Quebec.....	40

3.2.6	A Classificação de Imóveis no Brasil.....	44
3.2.7	O Perfil da Carteira de Imóveis do Fundo de Pensão.....	46
3.3	COLETA DE DADOS.....	47
3.4	TRATAMENTO DOS DADOS.....	47
3.4.1	Fluxo Processual do Tratamento do Dados.....	47
3.4.2	Descrição das Técnicas Utilizadas para Análise dos Dados.....	48
3.4.3	Especificação da Modelagem Matemática para Análise dos Dados.....	50
3.4.3.1	Fase Preliminar – Análise Descritiva.....	51
3.4.3.2	Fase Final – Análise Inferencial e Projetiva.....	53
4	RESULTADOS.....	57
4.1	CONSUMO DE ÁGUA.....	57
4.1.1	Desempenho Geral e o Benchmarking do Mercado.....	57
4.1.2	Consumo de Água versus Classificação do Imóvel.....	59
4.1.3	Resumo Estatístico – Consumo de Água	62
4.1.4	Análise Inferencial – Consumo de Água.....	64
4.2	CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA.....	67
4.2.1	O Consumo de Energia Elétrica no Brasil.....	67
4.2.2	Desempenho Geral e o Benchmarking do Mercado.....	69
4.2.3	Resumo Estatístico – Consumo de Energia Elétrica.....	70
4.2.4	Consumo de Energia Elétrica versus Classificação do Imóvel.....	72
4.2.5	Benchmarking de Consumo Energético nas Edificações.....	75
4.2.6	Análise Inferencial – Consumo de Energia Elétrica.....	75
4.3	DIAGNÓSTICO E RECOMENDAÇÕES.....	81
4.3.1	Diagnóstico.....	81
4.3.2	Recomendações.....	82
4.4	LIMITAÇÕES.....	83
5	CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	85
	REFERÊNCIAS.....	89
	AXEXOS.....	95
	ANEXO A – POPULAÇÃO PREDIAL.....	96
	ANEXO A-1 – População Predial Total – Ano 2013.....	97

ANEXO A-2 – População Predial Mensal – Horário Comercial – Ano 2013..	98
ANEXO A-3 – População Predial Mensal – Horário Não Comercial – Ano 2013.....	99
ANEXO B – CONSUMO DE ÁGUA.....	100
ANEXO B-1 – Consumo Total de Água – Imóveis Comerciais – Ano 2013.....	101
ANEXO B-2 – Consumo de Água – Imóveis Comerciais – Ano 2013 – Concessionária de Serviço Público.....	102
ANEXO B-3 – Consumo de Água – Imóveis Comerciais – Ano 2013 – Poço Artesiano.....	103
ANEXO B-4 – Consumo de Água – Imóveis Comerciais – Ano 2013 – Água de Reuso.....	104
ANEXO B-5 – Consumo de Água – Imóveis Comerciais – Ano 2013 – Outras Fontes.....	105
ANEXO C – CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA.....	106
ANEXO C-1 – Consumo de Energia Elétrica – Imóveis Comerciais – Ano 2013.....	107

1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Mudanças climáticas e suas consequências desastrosas sugerem mudança do *mindset* das organizações para a busca do desenvolvimento sustentável, pautando-se por crescente eficiência econômica, proteção e restauração de sistemas ecológicos e melhoria do bem-estar social (SINHA et al., 2013).

Na percepção de Sinha et al. (2013), o consumo desmedido de recursos não-renováveis e não reabastecíveis é prejudicial ao meio ambiente, tendo efeitos catastróficos sobre os seres vivos.

Globalmente, infraestrutura e construção de edifícios consomem 60% dos materiais extraídos da natureza (BRIBIAN et al., 2011, MMSD, 2002 apud SINHA et al., 2013). Para o Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS), o consumo de água potável nas áreas urbanizadas do Brasil varia entre 50% e 84%. Calcula-se que o uso adequado de fontes alternativas de água em substituição à água potável pode ajudar a reduzir esse consumo em até 40% colaborando para a mitigação dos impactos causados pela construção civil no meio ambiente (AECWeb, 2017).

Para Roberts (1994 apud SINHA et al., 2013) torna-se imperioso reduzir o consumo desequilibrado, o que não ocorrendo diminui as chances de uso desse material pelas futuras gerações.

Questões relacionadas à conservação, à eficiência e à reutilização da água tornam-se cada vez mais importantes à medida que o planeta enfrenta níveis reduzidos de águas subterrâneas e de superfície, em função de secas e de outras alterações nos padrões climáticos do planeta (CHANA et al., 2003).

Segundo CHANA et al. (2003), as edificações comerciais respondem por algo entre 10% e 20% da demanda total de água.

Na percepção desse autor, a implementação de tecnologias simples, que implementam melhorias em equipamentos para sanitários, lavabos, torneiras e chuveiros e outros sistemas, como torres de resfriamento, sistemas de reutilização e captação de água da chuva e sistemas de tratamento de água, poderiam contribuir sensível para redução dessas margens.

Chung et al. (2006) reiteram o conceito abordado em Patterson (1996) de que a eficiência energética consiste no “uso de menos energia para produzir a mesma quantidade/qualidade de serviços ou resultados úteis”.

Indiscutivelmente, a energia elétrica contribuiu para a melhoria dos fatores de produção e para o aprimoramento da qualidade de vida. Há, portanto, uma forte correlação entre consumo de energia e desenvolvimento socioeconômico. Nesse contexto, a crescente demanda por energia é seguida por problemas ambientais, na medida que os recursos energéticos são finitos.

A busca por eficiência energética constitui, portanto, fator crítico para suavizar a tensão entre crescimento econômico e aumento do consumo de energia. Perseguir-la implica simultaneamente em benefícios financeiros e ambientais, bem como benefícios na segurança energética (AL-MOFLEH et al., 2009).

Utilizar benchmarkings de mercado constitui, portanto, fonte de informação comparativa na gestão de eficiência energética (CHUNG et al., 2006; PATTERSON, 1996).

Efetuar levantamentos periódicos, avaliá-los, analisá-los e compará-los, inclusive com indicadores de mercado, atrelados a planos de ação, contribui efetivamente para a preservação do meio ambiente, além de potencializar economias de escala decorrentes de sinergias e outras eficiências operacionais.

Dias (2008) afirma que a sustentabilidade está suportada, basicamente, em três dimensões: econômica, social e ambiental. Brown et al. (2006) reforçam que o equilíbrio entre

as três dimensões poderá ser alcançado quando a organização considerar os 3 Ps. Os 3 “Ps” são compostos por “*people*”, que aborda o capital humano de uma sociedade ou organização; “*planet*”, relacionado com o capital natural da sociedade ou da organização; e “*profit*”, que trata dos resultados econômicos positivos da organização.

Este Trabalho de Conclusão de Curso pretende demonstrar o esforço de um Fundo de Pensão Brasileiro no sentido de avaliar o desempenho de seus ativos imobiliários, em termos de consumo de água e de energia elétrica, compará-los a indicadores, verificar ineficiências para, então, traçar planos de ação visando tratá-las.

Nesse sentido, encontra-se organizado em cinco capítulos. Figuras, gráficos, equações, quadros e tabelas complementam a abordagem teórico-prática, bem como nos anexos podem ser encontrados os dados brutos que serviram de base às conclusões analíticas. O sumário tem o propósito de conduzir o leitor aos assuntos de seu interesse. Integra também o trabalho o resumo da obra, além de notas de agradecimentos, dedicatória e epígrafe, bem como uma lista das referências pesquisadas e utilizadas neste Trabalho Final de Conclusão de Curso.

No capítulo primeiro, o leitor encontra uma visão da obra. Nele estão definidos o tema e sua delimitação, o problema de pesquisa, bem como os objetivos gerais e específicos que são esperados ao final deste trabalho. Aqui são discutidas também as variáveis de estudo e as hipóteses subjacentes.

Por sua vez, o capítulo dois aborda os contornos teóricos da temática de estudo, lançando olhar sobre a produção acadêmica pré-existente que trata dos fatores que afetam o consumo de água e de energia elétrica vis-à-vis os benchmarks do mercado, além propor os escopos da modelagem matemática utilizada nas análises empreendidas.

Na sequência, o capítulo três vai tratar da delimitação metodológica utilizada na concepção deste trabalho. Neste capítulo, o leitor poderá identificar o tipo de pesquisa empreendido, dados sobre a população, processo de amostragem, características da amostra, informações e bases teóricas para classificação e certificação de imóveis comerciais, dados

sobre o perfil do portfólio de imóveis do qual se extraiu a amostra, além de detalhamento sobre o processo de coleta e tratamento dos dados que suportam a pesquisa.

O capítulo quatro, atendidas às premissas de estudo, reporta os resultados da pesquisa. Encontra-se estratificado em função do domínio temático, reportando informações sobre o desempenho geral dos imóveis frente ao benchmark do mercado, demonstrando resumo estatístico e análise inferencial, tanto para o consumo de água quanto para o consumo de energia elétrica. Adicionalmente, o leitor encontrará uma seção onde são reportados o diagnóstico sobre os empreendimentos, bem como recomendações visando contornar desempenhos aquém do esperado.

Por fim, o capítulo cinco reporta as conclusões e considerações finais a que chegou autor após empreender a presente pesquisa.

1.1 TEMA E DELIMITAÇÃO DO TEMA

1.1.1 Tema

Trata-se da reflexão sobre o consumo racional dos recursos naturais e da preocupação de preservá-los para futuras gerações. Compreende a busca por aferir, demonstrar, comparar tais consumos e por empreender medidas e adoção de instrumentos que minimizem usos desordenados e contribuam para a geração de sinergia e eficiência energética e hídrica.

A riqueza do trabalho está na capacidade de os modelos matemáticos, ainda que de escopo relativamente simples, atenderem a essas expectativas – aferição, demonstração, comparação de dados, integrando-se ao esforço para assegurar mais eficiência na utilização dos recursos naturais, constituindo-se num importante instrumento de gestão.

1.1.2 Delimitação do Estudo

A análise abrangeu imóveis de tipologia comercial, excetuando shopping centers, galpões, condomínios logísticos, complexos hospitalares e unidades hoteleiras, considerando o consumo de água e de energia elétrica ao longo do *ano de 2013*. A amostra abrange imóveis pertencentes à carteira de ativos de um dos mais importantes Fundos de Pensão brasileiros, cujas unidades estão localizadas nas cidades do Rio de Janeiro, São Paulo e Brasília.

1.1.3 Restrições

Por questões de confidencialidade, o estudo não fará menção à identificação dos empreendimentos nem ao Fundo de Pensão ao qual vinculados. Em razão disto, dados e resultados são apresentados de forma consolidada.

1.2 PROBLEMATIZAÇÃO

Investigar, a partir da adoção de modelos matemáticos, os níveis de consumo de energia e água da carteira imobiliária de um Fundo de Pensão brasileiro.

1.3 JUSTIFICATIVAS

Sustentabilidade significa satisfazer as nossas próprias necessidades sem comprometer a capacidade de as gerações futuras satisfazerem as suas próprias necessidades. Além dos recursos naturais, também precisamos de recursos sociais e econômicos. Sustentabilidade não é apenas ambientalismo. Incorporadas na maioria das definições de

sustentabilidade, também encontramos preocupações com a equidade social e com desenvolvimento econômico (BRUNTDLAND COMMISSION, 1983).

Crescimento populacional, desenvolvimento socioeconômico, (in)disponibilidade de recursos passam a compor a agenda dos decisores em todos os estratos que compõem a sociedade humana. Assegurar a sobrevivência e a perenização das espécies requer utilização racional dos recursos naturais.

Pressão da sociedade civil, crescimento alarmante de acidentes ambientais, elevação do número de catástrofes por ações antrópicas, a potencialização dos fatores adversos à saúde, a elevação do custo de vida, o aumento do custo de produção e a redução das margens de lucro têm contribuído para que as organizações revejam suas práticas de gestão e tornem seus processos mais eficientes.

Questões como *mudança global do clima, desigualdade econômica, inovação, consumo sustentável, paz e justiça, entre outras prioridades* integraram a pauta da Agenda 2030, das Organizações das Nações Unidas (ONU), para o Desenvolvimento Sustentável.

Para endereçar os principais pontos que afetam à humanidade e que, portanto, comprometem a sustentabilidade do planeta, foram definidos pela ONU 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), constituindo-se nos principais desafios deste século (ONU, 2015).

Os contornos teórico-práticos deste trabalho comparativamente aos ODS encontram sintonia com as propostas contidas nos ODS 6, ODS 7, ODS 11 e ODS 12, adiante especificados:

ODS 6 – ÁGUA POTÁVEL E SANEAMENTO: Assegurar a disponibilidade e a gestão sustentável da água e saneamento para todos.

ODS 7 – ENERGIA ACESSÍVEL E LIMPA: Assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia para todos.

ODS 11 – CIDADES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS: Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis.

ODS 12 – CONSUMO E PRODUÇÃO RESPONSÁVEIS: Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis

Notadamente, torna-se crescente a percepção de que, ao longo do tempo, questões ambientais, sociais e de governança corporativa afetam o desempenho dos investimentos nos mais variados níveis, setores, regiões e classes de ativos (PRI, 2016).

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo Geral

Estabelecer modelo matemático para avaliações futuras do consumo de água e de energia elétrica de imóveis comerciais que integram o portfólio de ativos do Fundo de Pensão.

1.4.2 Objetivos Específicos

- a) conhecer a situação de cada imóvel, nos quesitos consumo de água e de energia;
- b) avaliar e analisar o desempenho de cada ativo nesses quesitos;
- c) comparar resultados aos referenciais de mercado, se disponíveis;

- d) propor ações corretivas visando à eliminação de desperdícios, racionalização do consumo e minimização de custos e despesas.
- e) contribuir para a busca de melhores níveis de eficiência compatíveis com a política de responsabilidade socioambiental defendidas pelo Fundo de Pensão.

1.5 VARIÁVEIS E HIPÓTESES

1.5.1 Variáveis de Estudo

Para o estudo, foram consideradas as seguintes variáveis: (i) água: consumo anual em m³, área privativa padrão, população fixa, torre de resfriamento, presença de: dispositivo economizador, restaurante e academia; e (ii) energia elétrica: consumo anual em kWh, idade do prédio, área privativa padrão, população fixa, ar condicionado, sistema de distribuição de água gelada, sistema de distribuição de ar, origem alimentação sistema ar condicionado.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo abordam-se os contornos teóricos da temática de estudo, lançando olhar sobre a produção acadêmica pré-existente que trata dos fatores que afetam o consumo de água e de energia elétrica vis-à-vis os benchmarks do mercado, além propor os escopos da modelagem matemática utilizada nas análises empreendidas.

2.1 MODELOS MATEMÁTICOS

Modelos são construtos por meio dos quais buscamos descrever nossas percepções acerca da realidade. Em *modelagem matemática*, traduzimos essas percepções em linguagem matemática (LAWSON e MARION, 2008).

Para Lawson e Marion (2008), a modelagem matemática apresenta *vantagens* e *pontos de atenção*.

Dentre as *vantagens*, a matemática (i) possibilita identificar pressupostos e formular ideias, dada a precisão de sua linguagem; (ii) manipula com facilidade regras bem definidas, por ser uma linguagem que privilegia a concisão; (iii) permite comprovar seus resultados ao longo do tempo e (iv) admite computação eletrônica para obtenção e avaliação de resultados.

Para Biembengut e Hein (2005), modelar matematicamente requer uma significativa dose de intuição e criatividade para interpretar o contexto, saber discernir que conteúdo matemático melhor se adapta à realidade objeto de estudo e também ter senso lúdico para saber lidar com as variáveis envolvidas.

A realidade, na maioria das vezes, é complexa e pode tornar-se obstáculo à modelagem. Por essa razão, é preciso atenção. Dois aspectos são apontados como cruciais na

visão de Lawson e Marion (2008): (1) identificação das partes mais relevantes para objeto de estudo e (2) formulação e manipulação do modelo propriamente dito. Aspectos secundários são descartados do modelo. Rigor na formulação e preservação do modelo são essenciais para assegurar sua eficácia. Assim, no sentido de garantir a robustez do modelo, os autores sugerem a utilização de recursos computacionais para operacionalizá-lo.

Depreendemos de Angell et al. (2008), que abstração nem sempre é um exercício fácil. Aplicar o raciocínio a questões científicas requer prática, principalmente sobre evidências empíricas. Há que se transitar frequentemente entre várias representações, quer aplicando ou interpretando dados e fatos. Daí a necessidade, segundo Prain e Waldrip (2006 apud ANGELL et al. [2008]), de se familiarizar com tais contextos a fim de elucidar um fenômeno físico, uma vez que a *modelagem matemática* serve de método para validar e aprimorar seus resultados e previsões (VEIT [2005] apud WOLFF e SERRANO [201?]).

Quando se está diante de uma situação real que pode ser categorizada como um problema que deve ser analisado e resolvido, é possível, independente da área de conhecimento, pensar em um processo de modelagem matemática. Entretanto, é fundamental lembrar que “a Modelagem Matemática é um processo dinâmico utilizado para a obtenção e validação de modelos matemáticos. É uma forma de abstração e generalização com a finalidade de previsão de tendências” (BASSANEZI, 2014, p. 24).

Por outro lado, cabe o alerta deste mesmo autor, quando evidencia a modelagem como uma arte que transforma as situações da realidade em problemas matemáticos. Entretanto, deve-se ter presente que o trabalho se desenvolve com aproximações da realidade.

A modelagem matemática tem sido amplamente utilizada para explicar fenômenos sociais, ambientais, econômicos e nos campos das engenharias.

Sabo et al. (2011) utiliza modelos lineares e não lineares, modelo de Gompertz e modelos logísticos ao analisar o consumo de gás natural. Documenta ainda que, em trabalhos

anteriores, vários métodos foram empregados por outros autores – modelos auto-regressivos, análise cíclica, regressões e redes neurais.

Ao avaliar o consumo de energia numa edificação, Zhang et al. (2016) mesclam modelos matemáticos e comportamentais, além de modelo de automação.

Em projetos envolvendo a *tecnologia verde* (conhecimento abrangente de engenharia, estruturado com padrões de design, fabricação e construção) também se constata o uso de modelos matemáticos, como se vê em Slesarev et al. (2016) que propõem a utilização de modelos de otimização para construção e gestão de segurança ambiental.

Urrutia et al. (2017), ao avaliar o padrão de consumo de água e de energia elétrica da Escola Politécnica da Universidade das Filipinas, utilizou em sua abordagem um modelo auto-regressivo integrado de médias móveis sazonal (SARIMA).

Ao estudar os níveis de Óxido Nítrico (NO₂) dissipados no ar Gutemburgo, na Suécia, Haberman et al. (2017) utilizam modelo de regressão múltipla de uso do solo (LUR). Empregando modelagem apoiada em equações diferenciais, Biswas et al. (2017) formulam e estudam modelo matemático para gestão sustentável de áreas pesqueiras e recursos marítimos.

A proposta deste trabalho, portanto, resta amparada por vasta literatura acadêmica, dentre as quais, as acima referenciadas.

2.2 CONSUMO DE ÁGUA

Uso refere-se ao emprego água na execução de um evento promovido pela ação humana ou à participação desse recurso em fenômeno natural alterado por ação humana. Na edificação voltada ao comércio e serviços, o uso abrange: limpeza de instalações, ingestão, preparação de alimentos, banho e demais formas de higiene pessoal e descarga de bacias sanitárias e mictórios (PROSAB, 2009:39).

2.2.1 Em Busca de Referenciais – Constatação Local

Em sua obra *Conservação da água em edifícios comerciais: potencial de uso racional e reuso em shopping center*, Nunes (2006) realiza diagnóstico do consumo de água no shopping center Rio Sul, no Rio de Janeiro, e indica modelos potenciais de uso racional e reuso de água no empreendimento.

Nesse trabalho, Nunes (2006) mapeia os principais pontos de consumo do Rio Sul, sinaliza que há desperdícios que precisam ser tratados, aponta fragilidades normativas e enfatiza que há oportunidades de ganhos de eficiência. Mesmo diante desse quadro, esse autor destaca o papel da administração do shopping em implementar melhorias.

Pelo Shopping passam diariamente mais de 30 mil pessoas, que respondem por consumo de aproximadamente de 31 mil m³/dia (NUNES, 2006:95), dados que o classificam como grande consumidor para qual se fazem necessárias ações visando o consumo racional.

Na perspectiva de Nunes (2006), devem ser intensificadas ações preventivas e corretivas nos equipamentos que servem à edificação, buscando-se adequação às normas e obtenção de maior eficiência. Igualmente, considera as campanhas educativas visando à conservação da água também necessitam ser incentivadas. Seria, então, o conjunto dessas ações sinérgicas que gerariam os ganhos econômicos e sociais.

2.2.2 Em Busca de Referenciais – Percepções Externas

Segundo a *European Commission* (2009), prédios comerciais de tamanho moderado, em torno de 10 mil m², consomem cerca de 20 mil litros de água por dia, o equivalente a 7 milhões de litros anuais. Esse consumo seria suficiente para abastecer 40 residências médias.

A Comissão Europeia avalia que a implantação de medidas corretivas, dentre as quais (i) a redução de 2/3 da água utilizada nas descargas sanitárias; (ii) a implantação de redutor de vazão em torneiras; (iii) a redução do volume d'água dos mictórios, (iv) o *retrofit* e/ou modernização do sistema de resfriamento de água e (v) o reuso de água, são capazes reduzir o consumo em cerca de 30-40% (EUROPEAN COMMISSION, 2009).

Essas medidas estão em sintonia com as preconizadas pela Agência de Proteção Ambiental (EPA) americana.

Economizar água significa reduzir a conta de água e esgoto, implicando em menor consumo de energia elétrica, uma vez que o bombeamento d'água tende a ser menor. A mudança de comportamento, contribui para a diminuição dos custos de tratamento d'água e racionalização dos aportes de capital para aquisição de novos equipamentos. Ganhos de eficiência alavancam resultados do negócio e contribuem para uma sociedade mais sustentável, possibilitando que a economia de agora propicie água para o amanhã (JORDAN GOVERNMENT, 2011).

No Quadro 01, o Governo da Jordânia compara o consumo médio de sua região com um benchmark de mercado e projeta o potencial de economia, caso sejam implementados ajustes no perfil de consumo d'água.

Quadro 01 - Recomendações atuais de especificações para instalações de bombeamento e processos de uso d'água em edifícios comerciais.

Uso	Média de consumo	Benchmark de consumo	Potencial de Economia (%)
Torneiras de lavatórios	6,3 l/min	4,5 l/min	29
Torneiras de lavatórios públicos	6,3 l/min	4,5 l/min	29
Banheiros	6,2 l/min	4 l/min	35
Mictórios	2 l/ciclo	1,9 l/ciclo	0,5
Torneiras de cozinha	7 l/min	8,3 l/min	
Tratamento de água de reuso	3 litros rejeitados/1 litro produzido	1 litro rejeitado/1 litro produzido	50

Fonte: Jordan Government - Office buildings water efficiency guide

A percepção da autoridade jordaniana é similar à europeia e à americana. Com o uso de controladores de vazão, redução de fluxo, ajustes nos sistemas de resfriamento e sistemas de reutilização, a economia pode ser considerável.

2.2.3 Em Busca de Referenciais – Métricas de Consumo

Nunes (2006), apoiado em outros autores, diferencia os conceitos de *uso racional*, *uso eficiente* e *desperdício* de água. O primeiro diz respeito a ações que visam à redução e à monitoração sistemática do consumo. Relativamente ao segundo, sugere um espectro maior de atuação, que prevê a preservação das fontes de suprimento mediante redução do consumo e do desperdício de água, por meio de ações que promovam a reciclagem e o reuso de água, com ganhos de eficiência. Por outro lado, *desperdício* refere-se à água que esteja disponível, mas que se perde antes de seu uso ou que se gasta excessivamente.

Esse autor aborda diversas metodologias para cálculo do consumo e também para o desperdício de água em edificações. As métricas adotadas por Nunes (2006) foram ajustadas para conformar-se às peculiaridades das edificações-objeto deste trabalho. No Quadro 02, são apresentados os dois indicadores abordados nesta obra, a saber: (i) índice de consumo de água por área e (ii) índice de consumo de água por pessoa. O Quadro 02 ainda descreve a formulação de cada indicador, unidade de medida em que está expresso, o que indica e a base para sua interpretação.

Quadro 02 – Métricas para Aferir Consumo de Água

Indicador	Fórmula	Unidade de Medida	O que indica	Interpretação
IC_m (litros/área)	$IC_m = \frac{C}{A \cdot d_u}$ C = Consumo médio mensal A = área privativa coberta padrão (NBR 12.721) d_u = dias úteis (referência comercial)	C = em litros A = m² d_u = 22 dias	Consumo de água por área.	Quanto maior, mais elevado o consumo.
IC_p (litros/pessoa)	$IC_p = \frac{C}{P \cdot d_u}$ C = Consumo médio mensal P = População Fixa do Edifício d_u = dias úteis (referência comercial)	C = em litros P = N.º absoluto d_u = 22 dias	Consumo de água por pessoa.	

Fonte: Nunes (2006)

2.3 CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA

Dados da Agência Internacional de Energia revelam que, entre 1994 e 2004, o consumo de energia oriunda de fontes primárias cresceu 49% e a emissão de CO₂ aumentou 43%, os acréscimos foram, respectivamente de 2% a.a. e 1,8% a.a.. Dificuldades de abastecimento, esgotamento de recursos naturais e impactos ambientais têm suscitado preocupações ao redor do mundo (PÉREZ-LOMBARD et al., 2008).

Nesse ritmo, estima-se que o consumo de energia elétrica nos países em desenvolvimento crescerá até o ano 2020 à taxa anual de 3,2%, enquanto que nos países desenvolvidos esse crescimento seria da ordem de 1,1% a.a., no mesmo período. Acredita-se que a China sozinha atingirá o patamar 3,7% a.a.. no mesmo horizonte.

Segundo Pérez-Lombard et al. (2008), nos Estados Unidos, os imóveis comerciais respondem por 17% do consumo de energia elétrica (293 KWh/m²/ano). Os sistemas relacionados a conforto térmico, iluminação e equipamentos representam 83%, sendo os 17% distribuídos entre aquecimento de água, preparação de alimentos, outros.

O consumo de energia dos edifícios nos países desenvolvidos compreende entre 20% e 40% do consumo total de energia e está acima dos valores da indústria e dos transportes na Europa e nos Estados Unidos (PÉREZ-LOMBARD et al., 2008).

Dados da Sociedade Americana de Física (APS) reportam que, no ano de 2006, as residências e os prédios comerciais respondiam por 39% do consumo de energia elétrica no país. A APS estima que, até 2030, haja um incremento da ordem de outros 30% nesse consumo. Parte desse consumo corresponde a desperdício provocado por defasagem tecnológica dessas edificações. Caso sejam implementados ajustes, que contemplam: (i) revisão do sistema de iluminação, com luminárias mais eficientes, (ii) melhoramentos na qualidade das vidraças, evitando-se perdas térmicas e ganho solar adequado; (iii) aprimoramento do sistema de ar condicionado; (iv) acionamento automatizado de bombas; (v) implantação de sistema de

ventilação de baixa pressão; (vi) instalação de sensores de presença e de ventilação e (vii) e revisão de projetos de elevadores e de escadas rolantes, a economia gerada poderia situar-se entre 70% e 90% ao final de 2030, segundo avaliou a APS.

As edificações são peculiares devido à multidisciplinaridade envolvida em sua concepção e operação. Dados relativos a consumo de energia são tradicionalmente dispersos e escassos (CASALS, 2006 apud SILVA, 2013). Em função dessa escassez de informações, Silva (2013) concentra sua análise no mercado de imóveis comerciais de São Paulo. Em termos de benchmarking, utiliza os padrões da Energy Star e a metodologia de avaliação segue aquela proposta por Chung et al. (2006). Para unidades com e sem sistema de ar condicionado, Silva (2013) apurou consumos de 145,7 KWh/m²/ano e 53,42 KWh/m²/ano contra 92,28 KWh/m²/ano (sem ar condicionado).

2.3.1 Métricas Usuais de Consumo de Energia Elétrica

A CBCS (2013) lista 7 (sete) indicadores para mensurar níveis de consumo de energia elétrica.

Neste trabalho, foram adotados 2 (dois) desses indicadores, a saber: (i) *consumo de energia por área* e (ii) *consumo de energia por pessoa*.

O Quadro 03 descreve o indicador, fórmula de apuração, unidade de medida, o que indica e a base para sua interpretação.

Quadro 03 – Parâmetros de Cálculo de Consumo de Energia Elétrica

Indicador	Fórmula	Unidade de Medida	O que indica	Interpretação
E_a (kWh/área)	$E_a = \frac{C_a}{A}$ C = Consumo médio mensal A = área privativa coberta padrão (NBR 12.721)	C_a = kWh/ano A = m²	Consumo de energia por área.	Quanto maior, mais elevado o consumo.
E_p (kWh/pessoa)	$E_p = \frac{C_a}{P}$ C = Consumo médio mensal P = População Fixa do Edifício	C_a = kWh/ano P = N.º absoluto	Consumo de energia por pessoa.	

Fonte: CBCS (2014)

3 DELIMITAÇÃO METODOLÓGICA

Este capítulo trata da delimitação metodológica utilizada na concepção deste trabalho. Nele, o leitor poderá identificar tipo de pesquisa empreendido, dados sobre a população e o processo de amostragem, características da amostra, informações e bases teóricas para classificação e certificação de imóveis comerciais, dados sobre o perfil do portfólio de imóveis do qual extraiu-se a amostra para estudo, além de detalhamento sobre o processo de coleta e tratamento dos dados que suportam a pesquisa.

3.1 TIPO DA PESQUISA

Os contornos metodológicos traz elementos da pesquisa (i) *exploratória*, uma vez que objetiva proporcionar familiaridade com a linha teórico-prática que permeia este trabalho, além de exemplos que ajudam a compreender a temática proposta; (ii) *descritiva*, por descrever fatos históricos; e (iii) *quantitativa*, por basear-se (a) na análise de dados brutos e (b) por recorrer à linguagem matemática para descrever as causas de um fenômeno, as relações entre variáveis, etc. (FONSECA, 2002 apud GERHARDT e SILVEIRA, 2009, p. 31ss).

A metodologia empregada na elaboração deste artigo encontra amparo na literatura, como se pode depreender dos trabalhos de Chung (2006), Guindani (2007), Al-Mofleh et al. (2009), Silva (2013), Sinha (2013), dentre outros, que, não apenas utilizam a pesquisa quantitativa como suporte para suas abordagens, mas documentam sua aplicabilidade nessa área de estudo.

3.2 POPULAÇÃO E PROCESSO DE AMOSTRAGEM

3.2.1 Caracterização da Amostra

Da população, foram tomados 21 elementos, constituídos de edifícios de tipologia comercial. Esses imóveis são ocupados, quase que em sua totalidade, por escritórios corporativos. São edificações, em sua maioria, com idade superior a 13 anos.

As edificações possuem estrutura em concreto armado, com fachadas compostas por revestimento em pedra (granito/ mármore), esquadrias metálicas e vidros.

O Fundo de Pensão possui programa próprio de manutenção e de preservação dos ativos e avalia que, de maneira geral, suas práticas são consideradas adequadas para a idade e para o nível tecnológico dos imóveis.

3.2.2 Certificações na Gestão de Imóveis

Constitui-se prática no mercado conferir distinção para empresas engajadas em ações de sustentabilidade. Tal reconhecimento se dá por meio Certificações que atestam qualidade e consistência de práticas com critérios internacionalmente aceitos. Dentre as mais comuns, encontram-se a ISO 14001, a OHSAS 18001 e a certificação LEED *Leadership in Energy and Environment Design* (Liderança em Energia e Design Ambiental).

A ISO 14001 especifica os requisitos necessários de um Sistema de Gestão Ambiental. A norma leva em conta aspectos ambientais influenciados pela organização e outros

passíveis de serem controlados por ela. O certificado denota a organização foi capaz de desenvolver uma estrutura favorável à proteção do meio ambiente, sendo ágil o suficiente para responder às mudanças do contexto em que está inserida visando mantê-lo sustentável.

Quanto à Norma BS OHSAS 18001, esta define os requisitos mínimos de melhores práticas em gestão de saúde e segurança ocupacional. Obter essa certificação significa que a organização atende à legislação relacionada ao tema, foi capaz de mapear riscos e perigos das atividades da organização, mitigando-os, de forma a atuar preventivamente na saúde e segurança de seu empregado e que atuou de forma efetiva para disseminar práticas de bem-estar individual e coletivo.

O USGBC (United States Green Building Council) foi criado em 1993, nos Estados Unidos, com o objetivo de estimular a concepção de projetos e de edificações sustentáveis. Ainda nesse ano, USGBC desenvolveu o sistema de certificação LEED, com o propósito de (i) reconhecer liderança ambiental na indústria da construção, (ii) definir o conceito de “edifícios verdes” através do estabelecimento de um padrão comum de medição, (iii) promover práticas de projeto e de construção integrativas, (iv) estimular a concorrência verde, (v) sensibilizar os consumidores para os benefícios da construção verde, (vi) propagar a visão sobre o desempenho de um edifício ao longo do ciclo de vida do mesmo e (vii) transformar o mercado de construção.

Os projetos que buscam certificação LEED são avaliados em sete dimensões, a saber: (1, 2) Projeto e Construção de Edifícios, (3, 4) Design e Construção de Interiores, (5, 6) Operação e Manutenção de Edifícios Existentes e (7) Desenvolvimento do Bairro. O nível da certificação é definido, conforme a quantidade de pontos adquiridos, podendo variar de 40 pontos a 110 pontos. Os níveis são: Certificado, Silver, Gold e Platinum.

3.2.3 Reconhecimento por Boas Práticas na Gestão de Imóveis

Segundo o Fundo de Pensão, dos 21 imóveis amostrados, 4 (quatro) detinham certificação LEED nas categorias: Operação e Manutenção de Edifícios Existentes, bem como em Projetos e Construção de Edifícios.

Outros 2 (dois) imóveis da amostra estavam certificados com a ISO.

3.2.4 Modelo Matemático para Classificação de Imóveis (experiência externa)

Colwell et al. (2002) sugere que a classificação de imóveis comerciais é crucial, tanto para fins de securitização quanto para fins de apuração de retornos sobre investimentos nessas classes de ativos. Segundos os autores, a classificação denota também a qualidade do ativo. O sistema de classificação encontrado em Colwell et al. (2002) baseia-se em três conceitos fundamentais: (i) *qualidade* das edificações, baseado no custo de reprodução de todos os componentes construtivos, (ii) na *condição* do imóvel, relativamente ao custo de reedição do ativo em decorrência de sua obsolescência e (iii) *localização*, sob os aspectos de qualidade e valorização do lugar comparativamente a outras regiões. A cada um desses componentes atribui-se uma pontuação de 0 (zero) a 10 (dez), sendo 0 a pior e 10 a melhor pontuação. Uma vez ponderados, os componentes são então combinados mediante o modelo de Ratchet, conhecido como Efeito *Ratchet* ou “efeito catraca”, dada a combinação de fatores que resultarão numa classificação única para o imóvel. A Equação 01 explicita o modelo de classificação baseado no Efeito *Ratchet*.

$$C = B \left(\frac{L}{B} \right)^{0.25} \left(\frac{K}{10} \right)^{0.45} \quad (01)$$

Onde:

C: Classificação geral do imóvel

B: Qualidade mensurada do prédio

L: Qualidade relativa à localização do imóvel

K: Condição do prédio

Na hipótese dessa equação apontar para resultado igual ou superior a 9, a propriedade pertence à classe AAA. Caso o resultado seja inferior a 9, mas igual ou maior que 8, o imóvel é classificado como AA. Nota maior que 7, porém inferior a 8, categoriza o imóvel na classe A. Notas entre 6 e 7, sugere que o ativo pertence à classe BBB. Notas menores que 6 categorizam o ativo nas classes BB, B, CCC, CC, C ou D. Quanto maior a classificação, maior a percepção de valor da propriedade.

Por outro lado, Veronezi et al. (2005) sugere que há uma diversidade de critérios para classificação de imóveis comerciais no Brasil. A qualidade intrínseca do edifício comercial é função de seus atributos e outras características, que abrangem, mas não se limitam, a: (i) aspectos construtivos, (ii) sistema de refrigeração, (iii) parques para estacionamento de veículos, (iv) sistema de transporte vertical (elevadores), (v) sistemas elétricos, (vi) sistemas de prevenção e combates a incêndio, (vii) sistemas de telecomunicações, (viii) sistema hidráulico, (ix) amenidades – heliponto, extensão do lobby, fachadas, auditórios e (x) certificações ambientais. À cada um desses atributos ou a certos conjuntos de atributos confere-se uma pontuação que, após ponderada, indica a classificação da propriedade. *Não se pode inferir dos relatos de Veronezi et al. (2005) que os modelos de avaliação praticados no Brasil seguem a metodologia encontrada em Colwell (2002).*

3.2.5 A Classificação de Edifícios Comerciais – Padrão BOMA Quebec

BOMA Quebec é a maior associação de proprietários e gestores de imóveis comerciais de Quebec, Canadá.

Com o objetivo de equalizar as discussões em torno da classificação de imóveis comerciais, a BOMA Quebec, em 2012, constituiu um grupo multidisciplinar visando esse fim.

Esse grupo conclui pela categorização dos imóveis nas Classes A, B e C, embora tivessem reconhecido a existência de outras classificações que se desdobraram destas (AAA, AA, A, etc.) ou mesmo o surgimento de outros grupos – Classe I (imóveis industriais transformados em escritórios).

As Classes B e C decorrem das definições da Classe A. A classificação de um prédio é relativa a outras propriedades em um determinado mercado. Assim, um edifício de classe A em uma cidade pequena não compartilha das mesmas características que um edifício de classe A no coração do Rio de Janeiro ou de São Paulo, por exemplo. No Quadro 04, a BOMA Quebec, sumariza seus critérios de classificação.

Quadro 04 – Critérios de Classificação de Edifícios Comerciais – Padrão BOMA Quebec.

	Classe A	Classe B	Classe C
Comentário Geral	Cada classificação de construção é relativa ao seu próprio mercado e os critérios podem variar de um mercado para outro. Em mercados específicos, a Classe A pode se subdividir em categorias como Prestige, AAA, AA e A. Em algumas cidades, uma categoria chamada Classe I (edifícios industriais convertidos em escritório) está emergindo e começando a competir com as classes de escritórios mais tradicionais.		
Nível de Classificação	Alto	Médio	Baixo
Descrição Geral	Os edifícios mais prestigiados contam com a maioria das amenidades no melhores locais. Geralmente são os edifícios mais atraentes, construídos	Geralmente, são edifícios um pouco maiores e que contam com bom nível de gerenciamento, além de inquilinos de qualidade.	Possuem bom gerenciamento e contam com inquilinos de qualidade. São edificações mais velhas e, portanto, menos desejáveis. Sua arquitetura é limitada e a

	com materiais e métodos de construção alta qualidade. Devido a sua excepcional qualidade, os edifícios Classe A são frequentemente alugados a inquilinos de alta reputação, disposto a pagar valor expressivo. Este nível congrega Edifícios de alto padrão, com forte presença no mercado.		infraestrutura tecnológica é obsoleta. Eles têm maior que taxas médias de vacância desses imóveis costumam ser elevadas, tornando-se um desafio aluga-los.
Idade	Prédios recém-construídos com padrões mais avançados ou edifícios antigos muito bem conservados e renovados de forma contínua, com padrões atuais de segurança e conforto.	Construções recentes, com padrões mínimos de qualidade atendidos ou prédios antigos bem mantidos.	Prédios antigos com baixo nível de manutenção.
Localização e Acesso	Geralmente localizados em Distrito Comercial Central (DCC) com: (i) vocação para desenvolvimento de negócios, (ii) acessos diversificados (p.ex. transporte público e particular) e (iii) paisagens ou apelo arquitetônico fascinantes.	Podem estar localizados fora do DCC, numa área que contenha edifícios da Classe A.	Localizados em seções mais velhas da cidade ou em ruas menos desejáveis.
Padrão Construtivo e Arquitetural	Design distintivo e clássico, construção de concreto e aço, referência em qualidade, acabamento interno e externo e das áreas comuns de padrão superior, incluindo elevadores e banheiros. Leiaute bem projetado, de modo a acomodar um ou vários inquilinos no mesmo andar. Geralmente projetado e/ou construído por arquiteto e/ou construtora de renome.	Arquitetura genérica. A parede de cortina é aceitável e em alguns casos a estrutura pode ser aparente. Os acabamentos interiores são de boa qualidade. Tanto que há investidores que percebem nessas edificações algum valor agregado, que as adquirem com a intenção de renová-las e trazê-las de volta à Classe A.	Necessita de investimentos em renovações. Por vezes, estes prédios são objeto de <i>retrofit</i>. Paredes de cortina, se houver, partes mecânica, elétrica e demais sistemas de segurança de imóveis da Classe C são geralmente obsoletos. Além disto, a qualidade do acabamento é muitas vezes abaixo da média.

Gestão da Propriedade	Adota as melhores práticas de gestão na indústria, gerenciada por provedores especializados de serviços locais nas áreas de segurança, HVAC (aquecimento, ventilação e ar condicionado), qualidade do ar, manutenção predial, serviço condominial, gestão ambiental, etc.	Serviços de gestão dentro do mínimo esperado. Não necessariamente dispõe de pessoal especializado no local.	Manutenção frequentemente negligenciada e deficiente.
Locatários	Atrai locatários de prestígio e de alto poder aquisitivo.	Compete para atrair locatários de boa qualidade.	Esses prédios competem por inquilinos que buscam contratos de curto prazo, com baixo valor de aluguel.
Valor da locação	Elevados, dentro de um mercado competidor.	Preços, em geral, situam-se na média de mercado.	Em geral, os locatários são mais sensíveis a preços. Não sendo baixos, corre-se o risco de não locar.
Atualização Tecnológica	Possuem equipamentos e sistemas de última geração. Dispõe de mecanismos de automação mecânica, elétrica e de segurança, e são dotados de modernos sistemas de segurança. Dispõem também de geradores elétricos de alta capacidade, para atender situações emergenciais.	Adequado em termos de equipamentos mecânicos, elétricos e de segurança, embora não reflitam o estado da arte. Nesses prédios os backups de energia elétrica possuem capacidade de atendimento mediano.	Sistemas limitados e tecnologias obsoletas.
Elevadores	Elevadores modernos, rápidos e em número suficiente para atender à demanda da população.	Possuem equipamentos com tecnologia ultrapassada.	Em geral, os equipamentos estão em estado precário de conservação ou impedem sua utilização regular.
Segurança	Segurança 24 horas por dia – acesso controlado por sistema, circuito fechado de TV e apoio de vigilância ostensivo.	Serviços de segurança funcionam, em geral, durante o horário comercial.	Serviço de segurança não é ostensivo.
Sustentabilidade	É reconhecido por adotar práticas socioambientais e possui algum tipo de certificação ambiental renomado (p.ex. LEED).	Eventualmente pode ter reconhecida alguma iniciativa socioambiental (p.ex. ISSO 14001).	Geralmente, não possui certificação ambiental.
Estacionamento	Dispõe de serviços de estacionamento público e/ou privado com vagas suficientes para acomodar inquilinos e	Geralmente oferecem oferta limitada de vagas, com mensalidades fixas, sem admitir reservas. O entorno pode não dispor	Não dispõe de capacidade para ter estacionamento.

	visitantes, inclusive VIP. Oferece serviços mensais, semanais, rotativos, etc., com e sem reserva. Dispõe de bicicletário e vagas para motos. Oferece serviços de lavagem. O local possibilita acesso 24/7. Conta com amplo serviço de segurança e sistemas de monitoramento eletrônico e por imagem. O ambiente é limpo e seguro.	de estacionamento público. Conta com instalações muito básicas.	
Serviços	Dispõe de gestão profissional para atender às necessidades dos locatários. Há um sistema que controla tempo máximo de resposta na execução de serviços de segurança, manutenção, serviços mecânicos e demais atividades administrativas. Conta com serviços de <i>concierge</i> , programas de relacionamento para locatários, atividades de socialização para novos e antigos locatários – churrascos, comemorações, boas vindas, etc. Possui infraestrutura para convenções e eventos, <i>fitness</i> center, lojas de conveniência, cafeteria, restaurantes, lavanderia, terminais bancários e serviços de Wi-Fi.	Serviços básicos muito menos sofisticado do que na Classe A. Geralmente, a equipe de manutenção fica fora do site.	Serviços muito limitados.

Fonte: BOMA Quebec

3.2.6 A Classificação de Imóveis no Brasil

Veronezi et al. (2005) documenta que há no mercado brasileiro uma grande diversidade de sistemas que visam classificar imóveis comerciais. Destaca, no entanto, que inexistente uniformidade de critérios. Na percepção da autora, essa situação decorre de julgamentos casuais e particulares das empresas/indivíduos envolvidos com a avaliação/classificação dos imóveis. O Quadro 05 ilustra a diversidade de que trata Veronezi et al. (2005):

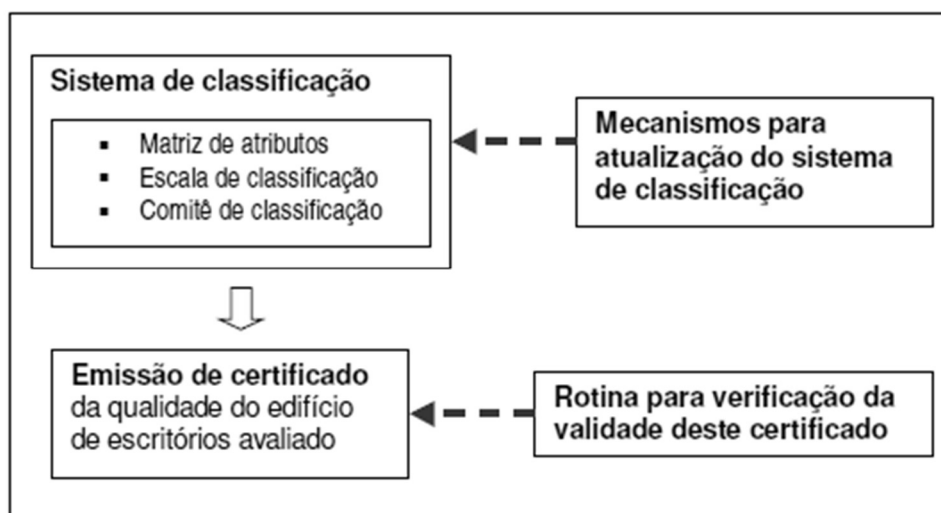
Quadro 05 – Critérios de Classificação de Edifícios Comerciais no Brasil

Empresa / Associação		Bolsa de Imóveis do Estado de São Paulo	BOMA International	Brazil Realty	CB Richard Ellis	Colliers International	Cushman & Wakefield Semco	Jones Lang LaSalle	Tishman Speyer Método
Classificação utilizada	mercado nacional	AA, A, B, C	não se aplica	AAA, AA, A, B, C	A, B, C	A+, A, B, C	A, B, C	AA, A, B, C	A, B, C
	mercado * internacional	não se aplica	A, B, C	não se aplica	A, B, C	A, B, C e A+, A, B, C	A, B, C	A, B, C	não se aplica

Fonte: Veronezi et al. (2005)

Esses autores sugerem que, para ser completo, o sistema de classificação deve estar em operação ao longo dos nos anos. A Figura 01 ilustra esquematicamente o modelo de avaliação encontrado em Veronezi et al. (2005):

Figura 01 – Sistema de Classificação da Qualidade de Edifícios de Escritórios do Brasil



Fonte: Veronezi et al. (2005)

A *matriz de atributos* avalia a qualidades dos imóveis sob a ótica de seus usuários. São 18 (dezoito) quesitos que levam em consideração aspectos a: (i) eficiência, (ii) diferenciais do projeto, (iii) sistemas de refrigeração e de ventilação, (iv) sistema hidráulico, (v) sistema elétrico, (vi) sistema de combate e prevenção contra incêndio, (vii) sistema de gás combustível, (viii) sistema de iluminação, (ix) sistema de telecomunicações e infraestrutura de dados, (x) segurança patrimonial, (xi) sistema de supervisão e controle predial, (xii) elevadores, (xiii) estacionamento, (xiv) sanitários, (xv) tratamento acústico, (xvi) fachada, (xvii) lobby e (xviii) localização).

Ponderados os vários atributos, o edifício é, então, é classificado em função de sua aderência à *matriz de atributos*, resultando numa *escala de classificação* de 7 (sete) níveis: AAA, AA, A, BBB, BB, B e C (VERONEZI et al., 2005).

A modelagem proposta por Veronezi et al. (2005) afigura-se como uma tentativa de buscar uma uniformização de critérios de classificação. O Quadro 06, reproduz a escala de classificação, bem como seus prognósticos:

Quadro 06 – Proposta de Classificação da Qualidade de Edifícios de Escritórios do Brasil

Escala de Classificação	Indicativo
AAA	Qualidade mais alta e quase invulnerável. Excepcional aderência para o conjunto de atributos do edifício aos mais altos padrões de construção vigente, correspondentes à opinião prevalente de mercado (necessidades e anseios do usuário).
AA	Qualidade muito alta e não significativamente vulnerável. Ótima aderência do estado detectado para o conjunto de atributos do edifício aos mais altos padrões de construção vigentes, correspondentes à visão prevalente de mercado (necessidades e anseios do usuário).
A	Qualidade alta e muito pouco vulnerável. Muito boa aderência do estado detectado para o conjunto de atributos do edifício aos mais altos padrões de construção vigentes, correspondentes à opinião prevalente de mercado (necessidades e anseios do usuário).
BBB	Qualidade boa e pouco vulnerável. Boa aderência do estado detectado para o conjunto de atributos do edifício aos mais altos padrões de construção vigentes, correspondentes à visão prevalente de mercado (necessidades e anseios do usuário).
BB	Qualidade regular e vulnerável. Regular aderência do estado detectado para o conjunto de atributos do edifício aos mais altos padrões de construção vigentes, correspondentes à opinião prevalente de mercado (necessidades e anseios do usuário).

B	Qualidade mínima e muito vulnerável. Mínima aderência do estado detectado para o conjunto de atributos do edifício aos mais altos padrões de construção vigentes, correspondentes à visão prevalente de mercado (necessidades e anseios do usuário).
C	Qualidade inadequada e altamente vulnerável. Inadequação do estado detectado para o conjunto de atributos do edifício aos mais altos padrões de construção vigentes, correspondentes à opinião prevalente de mercado (necessidades e anseios do usuário).

Fonte: Veronezi et al. (2005)

No modelo de Veronezi et al. (2005), o *comitê de classificação* corresponde a uma banca de examinadores que vão atestar a aderência do edifício para fins de certificação.

3.2.7 O Perfil da Carteira de Imóveis do Fundo de Pensão

De acordo com os critérios adotados pelo Fundo de Pensão, os edifícios de seu portfólio estão classificados na faixa superior de categorização, isto é, AAA (3), AA (1) ou A (12), enquanto os demais estão distribuídos nas classes B (4) ou C (1).

Juntos esses imóveis contam com área construída de 1,12 milhão de m². Ao longo de 2013, a população fixa desses empreendimentos oscilou na faixa de 56,1 mil pessoas. Segundo dados do Fundo de Pensão, os escritórios corporativos de sua carteira registram consumo de 805,7 mil m³ de água e 112,3 milhões de kWh de energia elétrica, ao longo do ano de 2013.

3.3 COLETA DE DADOS

O Fundo de Pensão encaminhou a cada um dos condomínios constituídos nas unidades integrantes da amostra dois formulários para coleta de informações, sendo um destinado ao levantamento de dados sobre o consumo de água e o outro relativo ao consumo de energia. Os dados brutos relativos a tais coletas encontram-se tabulados nos Anexos A, B e C deste trabalho.

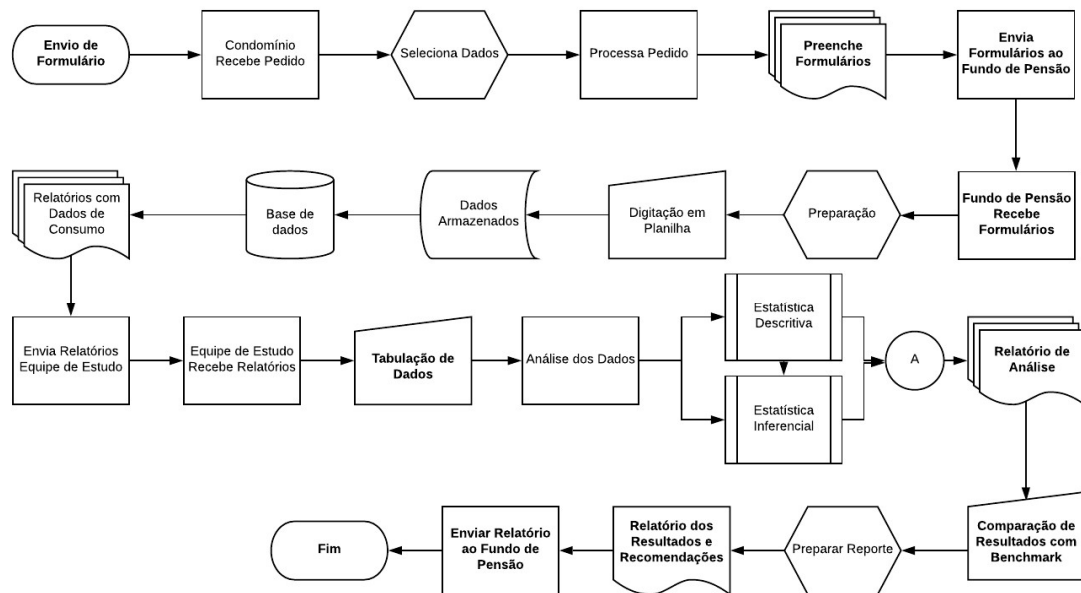
Foram enviados 52 formulários, sendo 26 para consumo de água e 26 para consumo de energia elétrica. Para cada imóvel, além de sua identificação, foram levantados dados referentes à *população*, à existência de academias, restaurantes, *data center*, *call center* e de salão de beleza, ao *tipo de medição utilizado* (única, individualizada, por grupos/unidades, para ar condicionado, outro), à *existência de economizadores* (sensor de presença, torneiras com sensores/acionadores hidromecânicos, arejadores, válvulas de descarga com duplo acionamento, válvula de descarga com caixa acoplada, mictórios com sensores/acionadores hidromecânicos), à *instalação* de grupo gerador, elevadores, escadas rolantes e sistema de ar condicionado central. Foram prestadas informações sobre o consumo mensal, variações observadas no consumo e possíveis explicações para tais oscilações, inclusive quanto à adoção de eventual medida corretiva ao longo do período.

3.4 TRATAMENTO DOS DADOS

3.4.1 Fluxo Processual do Tratamento dos Dados

A Figura 02 ilustra o fluxo de trabalho relativo ao tratamento dos dados.

Figura 02: Fluxo Processual do Tratamento dos Dados



Fonte: elaboração do autor

3.4.2 Descrição das Técnicas Utilizadas para Análise dos Dados

Os dados coletados foram tabulados e submetidos à análise estatística descritivo-inferencial e, na sequência, submetidos à comparação com benchmarks encontrados na literatura.

Estatísticas descritivas são breves coeficientes que resumem um conjunto de dados representativos de uma população ou uma amostra dela.

As descritivas empregadas neste trabalho compreendem análise da *distribuição de frequência* (p.ex. frequência pontual, frequência, acumulada) das variáveis de estudo, medidas de *tendência central* (p.ex. média, mediana e moda) e *medidas de variabilidade* (p. ex. variância, desvio padrão, variáveis mínimas e máximas, assimetria, coeficiente de variação).

Em função da natureza contínua das variáveis e da amostra tomada, os dados serão agrupados em classes. O *número de classes* será obtido pela regra de Sturges, dado o uso mais generalizado. Definido o número de classes, a etapa subsequente consiste em obter o tamanho das classes, mediante cálculo que apura a *amplitude total*, a *amplitude da classe* e o *ponto médio da classe*.

Por sua vez, a *estatística inferencial* analisa uma amostra de dados, possibilitando tirar conclusões que infiram sobre o comportamento de uma dada população. Estatísticas inferenciais incluem também a detecção e previsão de erros observacionais e de amostragem. É utilizada para fazer estimativas e testar as hipóteses usando dados fornecidos.

Neste trabalho, as inferências decorrem do emprego da *análise de regressão*, *análise de variância* (ANOVA), *teste de hipóteses* e *intervalo de confiança*.

Análise de regressão é uma abordagem estatística que estima alterações numa variável dependente com base na mudança em uma ou mais variáveis independentes. Trata-se de uma técnica de otimização matemática que procura encontrar o melhor ajuste para um conjunto de dados, tentando minimizar a soma dos quadrados das diferenças entre o valor estimado e os dados observados (tais diferenças são chamadas resíduos). Daí ser conhecida como ajuste da curva de dados. É chamada *regressão simples*, quando envolve duas variáveis, uma dependente e outra independente e *regressão múltipla*. A *regressão múltipla*, utilizada neste trabalho, explica a relação entre uma variável dependente contínua e duas ou mais variáveis independentes. As variáveis independentes podem ser contínuas ou categóricas (codificadas *dummy* conforme apropriado).

Um teste ANOVA é uma maneira de descobrir se os resultados da pesquisa ou experimento são significativos. Em outras palavras, eles ajudam a descobrir se há base para rejeição da hipótese nula ou aceitação da hipótese alternativa. Basicamente, os grupos de dados são testados para ver se há uma diferença entre eles.

Um *teste de hipótese* é uma regra que especifica se deve aceitar ou rejeitar uma alegação sobre uma população de acordo com as provas fornecidas por uma amostra de dados. Ele examina duas hipóteses sobre uma população: a hipótese nula e a hipótese alternativa. A hipótese nula é a declaração que está sendo testada. A hipótese alternativa é a declaração que você quer ser capaz de concluir que é verdadeira com base em evidências fornecidas pelos dados da amostra. A determinação de aceitação ou rejeição da hipótese se dá pelo *valor-p*. Se o valor-p for menor que o *nível de significância* (denotado por " α "), então não há evidências que suportem o acolhimento da hipótese nula.

Intervalo de confiança é uma amplitude de valores, derivados de estatísticas amostrais. A um certo *nível de significância* α , espera-se nele encontrar um parâmetro populacional desconhecido. Dada sua natureza aleatória, é pouco provável que duas amostras extraídas da mesma população apresentem intervalos de confiança idênticos.

A tabulação e análise de dados foram realizadas na aplicação MS-Office Excel. A análise descritiva foi processada manualmente, com apoio da aplicação, mas toda análise inferencial foi tratada pelas ferramentas de análise incorporadas ao software.

3.4.3 Especificação da Modelagem Matemática para Análise dos Dados

A análise está subdividida em duas fases, a saber: (i) fase preliminar, que consiste na análise descritiva dos dados e (ii) fase final, que abrange a análise inferencial e projetiva, a partir da amostra obtida.

Para fins meramente didáticos, a Fase Final encontra-se estratificada em I) Consumo de Água e II) Consumo de Energia Elétrica.

3.4.3.1 Fase Preliminar – Análise Descritiva

Os dados coletados, foram tabulados e submetidos à crítica, inicialmente, por meio da análise estatística descritiva, que abrangeu apuração de *medidas de posição* e de *variabilidade amostral*. Neste estudo, trabalhamos com os dados *agrupados*. Seguimos a tipologia encontrada em Anderson et al. (2005).

a) **Número de classes (k):** seguimos a Regra de Sturges (Regra do Logaritmo)

$$k = 1 + 3,3 \cdot \log(n) \quad (02)$$

Onde:

n = corresponde ao número de elementos da amostra

b) **Amplitude amostral (L):**

$$L = x_{máx} - x_{mín} \quad (03)$$

Onde:

$x_{máx}$: valor máximo contido na amostra

$x_{mín}$: valor mínimo contido na amostra

c) **Amplitude da classe (h):**

$$h = \frac{L}{k} \quad (04)$$

d) **Ponto médio da classe (x_i):**

$$x_i = \frac{L_s - L_i}{2} \quad (05)$$

Onde:

L_s : Limite superior da classe

L_i : Limite inferior da classe

e) **Média aritmética amostral ($\bar{x}$):**

$$\bar{x} = \frac{\sum f_i x_i}{n} \quad (06)$$

Onde:

f_i : frequência relativa à classe “i”

f) **Variância Amostral (s^2):**

$$s^2 = \frac{\sum f_i (x_i - \bar{x})^2}{n-1} \quad (07)$$

g) **Desvio-padrão Amostral (s):**

$$s = \sqrt{s^2} \quad (08)$$

h) **Coefficiente de Variação (c_v):**

$$c_v = \frac{s}{\bar{x}} \cdot 100 \quad (09)$$

i) **Mediana (M_d):**

$$M_d = Lim_{inf} + \frac{h(L_x - F_{i_{ant}})}{f_i} \quad (10)$$

Onde:

Lim_{inf} = Limite inferior da classe mediana

h = amplitude de classe

L_x = Localização (posição) da mediana

$F_{i_{ant}}$ = Frequência acumulada até à classe anterior àquela que contém a mediana.

f_i = frequência absoluta da classe mediana

j) **Moda de Czuber (M_o):**

$$M_o = Lim_{inf} + \frac{f_{M_o} - f_{ant}}{f_{M_o} + (f_{ant} + f_{post})} h \quad (11)$$

Onde:

Lim_{inf} = Limite inferior da classe modal

f_{Mo} = frequência da classe modal

f_{ant} = frequência da classe anterior à modal

f_{post} = frequência da classe posterior à modal

h = amplitude de classe modal

Na próxima seção serão delineados os modelos matemáticos utilizados na análise inferencial e projetiva dos dados relativos ao consumo de água e de energia elétrica.

3.4.3.2 Fase Final – Análise Inferencial e Projetiva

Para esta etapa do trabalho, seguimos os modelos propostos por Chung (2006), Guindani (2007) e Silva (2013).

A modelagem abrange a análise de dados por meio de regressões múltiplas, com fins projetivos.

Os resultados e inferências decorrentes da aplicação da modelagem foram suportados pelas considerações trazidas por Gujarati (2000), inclusive no que se refere à significância da regressão múltipla em termos do R^2 (coeficiente de determinação), por meio do teste F obtido a partir da Equação 12:

$$F = \frac{[R^2/(k-1)]}{[(1-R^2)/(n-k)]} \quad (12)$$

Onde:

k : número de parâmetros a estimar

n : tamanho da amostra

I – Consumo de água

O modelo de estimação adotado por Guindani (2007) encontra-se explicitado na Equação 13. Para Guindani (2007), X_1 e X_2 constituem variáveis relevantes do modelo, pois são as que afetam o consumo.

$$C = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 \quad (13)$$

Onde:

- C → Consumo de água estimado
- β_0 → intercepto. Valor de C quando $\beta_1 = 0$ e $\beta_2 = 0$.
- β_1 e β_2 → coeficientes da regressão. Expressa a sensibilidade das variáveis X_1 e X_2 em relação a C (consumo estimado).
- X_1 → área construída ocupada, ou seja, área construída total do imóvel ponderada pela taxa de ocupação (variável independente explicativa quantitativa);
- X_2 → presença ou não de torre de resfriamento (variável independente explicativa qualitativa), sendo 0 = s/ torre e 1 = c/ torre.

Para assegurar a significância estatística de β_1 e β_2 , esses coeficientes foram submetidos a teste de hipóteses, conforme demonstra a Equação 14, a seguir:

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = 0, \quad (14)$$

Ao nível de significância $\alpha = 0,05$

II – Consumo de Energia Elétrica

Adotamos o modelo de Chung (2006), com as adaptações de Silva (2013).

Ao analisar o problema do consumo elétrico em edificações comerciais, Silva (2013) considerou relevantes as variáveis descritas no Quadro 07 a seguir:

Quadro 07 – Tabela de Variáveis – Consumo de Energia Elétrica

Variável Explicativa	Descrição	Caracterização da Variável	Tipo de Dado
X_1	Idade	Tempo desde a emissão do “habite-se”	Numérico
X_2	Ocupação	Relação entre área privativa e população fixa	Numérico
X_3	Ar Condicionado	Tipo de Sistema de ar condicionado	Booleana

X ₄	Circuito de Água Gelada	Tipo de Sistema de distribuição	Booleana
X ₅	Circuito de Ar	Tipo de Sistema de Distribuição	Booleana
X ₆	Alimentação de Condicionadores	Origem da alimentação elétrica dos condicionadores de ar	Booleana

Fonte: Silva (2013)

O modelo de consumo adotado por Silva (2013) é dado pela Equação 15, adiante transcrita:

$$EUI = \beta_0 + \beta_1 \cdot X_1 + \beta_2 \cdot X_2 + \beta_3 \cdot X_3 + \beta_4 \cdot X_4 + \beta_5 \cdot X_5 + \beta_6 \cdot X_6 \quad (15)$$

Onde:

EUI → EUI *Energy Use Intensity* (Intensidade do Uso de Energia) estimado
 β_0 → intercepto. Valor de EUI quando $b_1 \dots b_6 = 0$.
 $\beta_1 \dots \beta_6$ → coeficientes da regressão. Expressa a sensibilidade das variáveis $Z_1 \dots Z_6$ em relação ao EUI, sob a hipótese dada pela Equação 16.
 $X_1 \dots X_6$ → variáveis explicativas

Hipótese:

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_6 = 0, \quad (16)$$

Ao nível de significância $\alpha = 0,05$

Devido à ordem de grandeza das variáveis $X_1 \dots X_6$, Silva (2013) utilizou o recurso da normalização, transformando-as na variável “ Z_i ”, com $i = [1, 6]$, dada pela Equação 17.

$$Z_i = \frac{X_i - \bar{X}}{\sigma} \quad (17)$$

O Quadro 08 descreve as variáveis transformadas, após normalização.

Quadro 08 – Padronização de Variáveis – Consumo de Energia Elétrica

Variável Explicativa	Descrição – Valor padronizado para:
Z ₁	Idade
Z ₂	Ocupação
Z ₃	Ar Condicionado
Z ₄	Circuito de Água Gelada
Z ₅	Circuito de Ar
Z ₆	Alimentação de Condicionadores

Fonte: Silva (2013)

A Equação 18 expressa o modelo de consumo após a transformação das variáveis dada pela Equação 17.

$$EUI = b_0 + b_1.Z_1 + b_2.Z_2 + b_3.Z_3 + b_4.Z_4 + b_5.Z_5 + b_6.Z_6 \quad (18)$$

Onde:

EUI → EUI *Energy Use Intensity* (Intensidade do Uso de Energia) estimado

b_0 → intercepto. Valor de EUI quando $b_1 \dots b_6 = 0$.

$b_1 \dots b_6$ → coeficientes da regressão. Expressa a sensibilidade das variáveis $Z_1 \dots Z_6$ em relação ao EUI, sob a hipótese dada pela Equação 19.

$Z_1 \dots Z_6$ → valor padronizado das variáveis explicativas

Hipótese:

$$H_0: b_1 = b_2 = \dots = b_6 = 0 \quad (19)$$

Ao nível de significância $\alpha = 0,05$.

No capítulo seguinte, serão exibidos os resultados das análises empreendidas neste trabalho.

4 RESULTADOS

Atendidas às premissas de estudo, este capítulo reporta os resultados da pesquisa. Encontra-se estratificado em função do domínio temático, reportando informações sobre o desempenho geral dos imóveis frente ao benchmark do mercado, demonstrando resumo estatístico e análise inferencial, tanto para o consumo de água quanto para o consumo de energia elétrica. Adicionalmente, o leitor encontrará uma seção onde são reportados o diagnóstico sobre os empreendimentos, bem como recomendações visando contornar desempenhos aquém do esperado.

4.1 CONSUMO DE ÁGUA

4.1.1 Desempenho Geral e o Benchmarking do Mercado

O Gráfico 01 exibe a distribuição do consumo de água dos imóveis pesquisados por fonte de abastecimento, ao longo do ano de 2013.

Gráfico 01 – Consumo de Água – Imóveis Comerciais.



Fonte: elaboração do autor.

Como se observa, cerca de 81% de toda água que abastece os edifícios advém dos serviços concessionários pelo tratamento de águas e esgotos. Os 19% restante tem origem em fontes alternativas - poços artesianos (14,75%), água de reuso (1,67%) e outras fontes (2,87%).

Para fins de comparação do consumo dos prédios, foram utilizados os indicadores encontrados em Nunes (2006, pág. 90). O Quadro 09 compara os resultados obtidos na análise dos dados com o benchmarking mercado para dois dos principais indicadores abordados:

Quadro 09 – Comparação Consumo de Água/Benchmarkings de Consumo

Indicador de Consumo	Resultados Obtidos ^a	Benchmarking
Litros por área (m ² /dia)	4,6 litros	4 litros
Litros por pessoa (pessoa/dia)	54,7 litros	65 litros ^b

Notas: [a] média aritmética do consumo, levando-se em conta a existência de imóveis com e sem torre de resfriamento. [b] ponto central da faixa de consumo que varia de 50-80 litros/pessoa.

Fonte: elaboração do autor

A European Comission (2009) reporta consumo médio de 2 l/m². As estimativas ali reportadas é de que esse consumo anualizado chegaria a 7 milhões de litros por ano, volume suficiente para abastecer 40 residências de médio porte. Segundo o reporte, ainda há margem para economia da ordem de 30%-40%. Na média, o consumo em litros/dia/pessoa é de 16 l, segundo o mesmo relatório.

Comparativamente, os resultados obtidos nesta pesquisa e mesmo o benchmark de referência se mostram superam em muito àquele apontado pela *European Comission*.

Dos edifícios pesquisados, apenas 5 tiveram desempenho menor ou igual ao do indicador de mercado, enquanto que os 16 restantes apresentaram resultado do indicador litros/área acima do *benchmark*, representando 80% da amostra, ou seja, quase toda a carteira estaria acima da referência obtida na literatura.

Verifica-se que a média para o indicador litros/pessoa da carteira ficou próxima ao patamar inferior da faixa do *benchmark* (50 litros. Apenas 2 edifícios ficaram acima do teto da faixa, representando 10% da amostra.

4.1.2 Consumo de Água versus Classificação do Imóvel

Empiricamente, seria natural supor que, quanto maior a classificação de um imóvel, melhor seria seu desempenho energético. Para fins comparativos, tomaram-se os dados brutos, isto é, sem tratamento estatístico. Apurou-se o somatório do consumo anual medido em litros que, em seguida, foi dividido pela área privativa coberta-padrão em m^2 , obtendo-se uma média de ℓ/m^2 , padronizando assim a métrica de aferição. O Quadro 10 exibe os resultados dessa comparação:

Quadro 10 – Consumo de Água por Classificação do Imóvel

Classificação	Nº Imóveis	Consumo (ℓ)	Área (m^2)	Média ℓ/m^2
A	12	498.645.618,06	364.342,58	1.368,62
AA	1	70.558.135,02	34.329,70	2.055,31
AAA	2	129.971.503,39	103.102,24	1.260,61
B	4	92.199.603,27	67.941,75	1.357,04
C	1	10.325.198,83	14.925,02	691,80
Total	20	801.700.058,57	584.641,29	1.371,27

Fonte: Elaboração do autor

Constata-se que o consumo de água do prédio classificado como “AA” supera a média em quase 50%, desvirtuando-se de forma significativa dos demais elementos da amostra. Imóveis classificados como “AAA” têm desempenho melhor que os do tipo “A”, o que era de ser esperado. Tanto este como aqueles têm média abaixo da geral. Nota-se, entretanto, que imóveis da classe “B” têm consumo ligeiramente menor que os do tipo “A”. Curiosamente, o imóvel padrão “C”, é o que apresenta a melhor relação de consumo, superando em muito os demais.

Assim, empiricamente, é possível aceitar que, de alguma forma, o consumo possa ser influenciado pela classificação.

No sentido de averiguar a consistência dessa percepção, a amostra foi submetida à análise de correlação, a fim de verificar o quanto a variável consumo é afetada pelo padrão de qualidade.

A correlação mede a força de associação linear entre as variáveis. Os resultados dessa associação devem estar compreendidos no intervalo $-1 < r < 1$. Em termos absolutos, quando $r = 1$, diz-se tratar-se de uma correlação perfeita. Se $r = 0$, inexistiria, portanto, correlação. Sendo $0 = r = 1$, recomenda-se averiguar o que pode ter ocorrido. O sinal indica direção positiva ou negativa do relacionamento, enquanto o valor sugere a força da relação entre as variáveis (FIGUEIREDO FILHO et al., 2009).

Utilizamos a correlação de Pearson, que é dada pela Equação 20:

$$r = \frac{1}{n-1} \sum \left(\frac{x_i - \bar{X}}{s_x} \right) \left(\frac{y_i - \bar{Y}}{s_y} \right) \quad (20)$$

Onde:

r = coeficiente de correlação de Pearson amostral

n = tamanho da amostra

x_i = cada um dos elementos da amostra relativa à primeira variável, digamos Consumo de Água (ℓ)/m²

$\bar{X}$ = média da variável x_i

s_x = desvio-padrão da variável x_i

y_i = cada um dos elementos da amostra relativa à segunda variável, digamos Classificação do Imóvel

$\bar{Y}$ = média da variável y_i

s_y = desvio-padrão da variável y_i

Para fins de cálculo, a variável Classificação do Imóvel foi transformada em variável categórica, assumindo valores 0 ou 1, sendo o que o zero denota que a classificação

não foi verificada. A classificação do imóvel leva em conta a existência ou não de torre de resfriamento, uma vez que pode afetar a variável de consumo.

A Tabela 01 exibe os resultados da correlação de Pearson para as variáveis de estudo:

Tabela 01 – Correlação de Pearson – Classificação Imóvel versus Consumo de Água

	A	B	C	AA	AAA	(CA-ℓ/m ²)
(CA-ℓ/m ²)	0,033709	-0,04204	-0,2829	0,353343	-0,05018	1

Notas: (CA-ℓ/m²) (Consumo Anual em l/m²) – Classificação do Imóvel (A, B, C, AA, AAA)

Fonte: Elaboração do autor

Como se vê na Tabela 01, a grandeza dos coeficientes sinaliza que a correlação entre consumo de energia elétrica e classificação do ativo é fraca ($r < 1$).

Assim, ao menos estatisticamente, ao nível de significância $\alpha = 0,05$, não é possível afirmar que exista relação entre consumo de energia elétrica e classificação do imóvel. Caso exista, essa correlação tende a ser fraca, pelo menos nessa amostra.

4.1.3 Resumo Estatístico – Consumo de Água

O Quadro 11 reporta o resumo estatístico da amostra, representada por 20 imóveis. A série mensal de consumo desses imóveis, ao longo de 2013, foi agrupada em 4 classes. Cada classe representa um intervalo de consumo, denotado por L_i e L_s , limite inferior e limite superior, respectivamente.

Quadro 11 – Resumo Estatístico – Consumo de Água

Classe	L_i	L_s	X_i	f_i	F_i	$X_i \cdot f_i$	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2 \cdot f_i$
1	3.133,80	24.590,05	13.861,93	6	6	83.171,55	-26.820,31	4.315.974.976
2	24.590,05	46.046,30	35.318,18	7	13	247.227,23	-5.364,06	201.412.166
3	46.046,30	67.502,55	56.774,43	3	16	170.323,28	16.092,19	776.875.496
4	67.502,55	88.958,80	78.230,68	4	20	312.922,70	37.548,44	5.639.540.635
Σ				20		813.644,75		10.933.803.271

Notas: (1) L_i e L_s expressos em m^3 , (2) X_i corresponde ao ponto médio do intervalo L_i e L_s , (3) f_i refere-se à frequência de dados em cada classe e (4) F_i diz respeito à frequência acumulada de elementos.

Fonte: Elaboração do autor

Os dados sinalizam que o consumo médio por imóvel varia de 13.861,93 m^3 a 78.230,68 m^3 . No ano de 2013, o consumo de água nesses 20 imóveis totalizou 813.644,75 m^3 , uma média de 40.682,24 m^3 /imóvel.

As Classes 3 e 4, constantes do Quadro 10 acima, são representativas dos imóveis de maior consumo. Nessas classes, o intervalo de consumo está compreendido entre 46.046,30 m^3 e 88.958,80 m^3 . Sete imóveis concentram cerca de 60% do consumo total anual.

Por outro lado, nas Classes 1 e 2, encontram-se 13 imóveis, figurando dentre os de menor consumo. Nessas classes, o consumo fica compreendido entre 3.133,80 m^3 e 46.046,30 m^3 . Esses 13 imóveis respondem por pouco mais de 40% de toda água utilizada nesses empreendimentos, ao longo de 2013.

O Quadro 12 apresenta resumo estatístico-descritivo dos dados amostrais:

Quadro 12 – Resumo Estatístico-Descritivo – Consumo de Água

Média ($\bar{X}$)	40.682,24
Variância (s^2)	575.463.330,08
Desvio-padrão (s)	23.988,82
Mediana (M_d)	36.850,76
Moda Czuber (M_o)	28.881,30
Coefficiente de Variação ($C_v = \frac{s}{\bar{X}}$)	0,59

Fonte: Elaboração do autor

Conjugando-se os dados tabulados nos Quadros 11 e 12, concluímos que a (i) variância expressiva e a (ii) média amostral é moderadamente representativa. Média, mediana e moda conformam-se de tal maneira a configurar uma distribuição assimetricamente positiva ($\bar{X} > M_d > M_o$).

De forma geral, o coeficiente de variação (C_v) mede a relação entre o desvio-padrão (s) e a média ($\bar{X}$). Quanto mais próximo de 1, menor a representatividade da média. Para o presente caso, considerando que $C_v = 0,59$, há boa razão para aceitar que a média amostral é relativamente representativa.

A variância da amostra, denotada no Quadro 12 por s^2 , expressa a padronização dos desvios em torno da média. O consumo mínimo observado foi de 3.133,80 m³ e o máximo de 88.958,80 m³, com média de consumo em torno de 40.682,24 m³/imóvel. A variância é adimensional. No entanto, quanto mais elevada, como se depreende do caso concreto, pode sinalizar algum tipo de desperdício no consumo, sobretudo se as unidades imobiliárias fossem padronizadas. Embora se possa fazer tal inferência, a situação requer análise técnica por parte da equipe de manutenção dos prédios para avaliar os fatores que eventualmente contribuem para tais desvios.

4.1.4 Análise Inferencial – Consumo de Água

Para a análise inferencial, valemo-nos do modelo adotado por Guindani (2007):

$$C = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 \quad (13)$$

Em sua abordagem, Guindani (2007) aponta para duas variáveis relevantes, a saber:

- (i) X_1 : área construída ocupada, ou seja, área construída total do imóvel ponderada pela taxa de ocupação (variável independente explicativa quantitativa);
- (ii) X_2 : Presença ou não de torre de resfriamento (variável independente explicativa qualitativa), sendo 0 = s/ torre e 1 = c/ torre.

Para aproximar-se da proposta de Guindani (2007), o consumo anual objeto deste estudo, dado em m^3 , foi dividido por 12.

a) Resultados da regressão

No Quadro 13 estão demonstrados os resultados da regressão processada a partir da modelagem encontrada em Guindani (2007).

Quadro 13 – Estatística de Regressão e ANOVA – Consumo de Água
RESUMO DOS RESULTADOS

<i>Estatística de regressão</i>	
R múltiplo	0,846162967
R-Quadrado	0,715991767
R-quadrado ajustado	0,682579034
Erro padrão	1195,033529
Observações	20

ANOVA					
	<i>gl</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>F de significação</i>
Regressão	2	61204901,19	30602450,59	21,42870986	2,25586E-05
Resíduo	17	24277787,3	1428105,135		
Total	19	85482688,49			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Erro padrão</i>	<i>Stat t</i>	<i>valor-P</i>	<i>95% inferiores</i>	<i>95% superiores</i>
Interseção	-486,0501824	787,3693537	-0,617308992	0,545211395	-2147,25431	1175,153946
Área						
Privativa	0,112004229	0,018404045	6,085848497	1,21139E-05	0,073175089	0,15083337
Torre	851,3628423	764,6008508	1,113473574	0,281001759	-761,8039437	2464,529628

Fonte: Elaboração do autor

b) Equação de predição

$$C = -486,05 + 0,11.X_1 + 851,36.X_2$$

R^2 -Ajustado: 0,68

F: 21,42

A hipótese nula subjacente ao modelo supõe:

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = 0 \quad (14)$$

Para o nível de significância $\alpha = 0,05$, temos que o $F_\alpha = 3,20$. Considerando que $F > F_\alpha$, acolhemos a hipótese alternativa de que nem todos os coeficientes de inclinação são simultaneamente iguais a zero. O coeficiente de determinação indica quanto da variação total é comum aos elementos que constituem os coeficientes analisados. Quanto mais próximo de 1, tanto maior a validade da regressão. No caso em questão, o $R^2 = 0,72$. O teste de consistência do R^2 , ao nível de significância $\alpha = 0,05$, como mostra o $F = 21,42 > F_\alpha = 3,20$.

Este resultado corrobora o teste F para o modelo, sugerindo que nem todos os coeficientes igualam-se a zero. Do ponto de vista estritamente estatístico R^2 -Ajustados são aceitáveis quando maiores ou iguais a 60%. No presente caso, o R^2 -Ajustado foi de 68%, demonstrando consistência dos regressores.

c) Consumo de água – resultados da regressão

O Quadro 14 descreve sequencialmente o consumo estimado a partir da regressão dos dados pela Equação 13, para cada um dos imóveis. Demonstra, ainda, o erro dos estimadores, denotado por ε .

Quadro 14 – Resultados da Equação de Predição – Consumo de Água

Imóvel	Média Consumo m^3	Área Privativa (X_1)	Torre (X_2)	β_0	β_1	β_2	$\beta_1.X_1$	$\beta_2.X_2$	Consumo Mensal Previsto m^3	ε
IM-AGB-14	3.142,33	34.970,00	0	- 486,05	0,112	851,4	3.916,79	-	3.430,74	- 288,40
IM-ABP-1	3.239,50	25.856,26	1	- 486,05	0,112	851,4	2.896,01	851,36	3.261,32	- 21,82
IM-ANS-18	909,25	14.198,83	1	- 486,05	0,112	851,4	1.590,33	851,36	1.955,64	- 1.046,39
IM-BRM-2	5.877,17	32.135,02	1	- 486,05	0,112	851,4	3.599,26	851,36	3.964,57	1.912,60
IM-CCP-15	2.064,58	17.182,36	0	- 486,05	0,112	851,4	1.924,50	-	1.438,45	626,14
IM-CTN-3	1.900,92	15.268,60	1	- 486,05	0,112	851,4	1.710,15	851,36	2.075,46	- 174,54
IM-CTA-19	389,17	4.840,66	1	- 486,05	0,112	851,4	542,17	851,36	907,49	- 518,32
IM-CRT-4	2.540,50	18.063,01	1	- 486,05	0,112	851,4	2.023,13	851,36	2.388,45	152,05
IM-TEB-5	7.413,23	69.469,78	1	- 486,05	0,112	851,4	7.780,91	851,36	8.146,22	- 732,99
IM-NTR-20	1.124,53	10.563,72	1	- 486,05	0,112	851,4	1.183,18	851,36	1.548,49	- 423,96
IM-EMR-16	261,15	9.686,53	0	- 486,05	0,112	851,4	1.084,93	-	598,88	- 337,73
IM-MRT-6	2.019,33	20.297,00	1	- 486,05	0,112	851,4	2.273,35	851,36	2.638,66	- 619,33
IM-CMC-7	6.115,50	25.905,64	1	- 486,05	0,112	851,4	2.901,54	851,36	3.266,85	2.848,65
IM-PCT-8	3.763,92	38.774,75	1	- 486,05	0,112	851,4	4.342,94	851,36	4.708,25	- 944,33
IM-RBC-21	4.263,42	31.930,29	1	- 486,05	0,112	851,4	3.576,33	851,36	3.941,64	321,78
IM-RMT-9	2.456,09	28.900,00	1	- 486,05	0,112	851,4	3.236,92	851,36	3.602,23	- 1.146,14
IM-SLG-11	4.144,25	46.062,16	1	- 486,05	0,112	851,4	5.159,16	851,36	5.524,47	- 1.380,22
IM-SLZ-10	4.957,67	41.272,44	1	- 486,05	0,112	851,4	4.622,69	851,36	4.988,00	- 30,33
IM-CCN-12	7.153,25	40.648,01	1	- 486,05	0,112	851,4	4.552,75	851,36	4.918,06	2.235,19
IM-WTR-13	3.409,33	31.033,61	1	- 486,05	0,112	851,4	3.475,90	851,36	3.841,21	- 431,87

Fonte: Elaboração do autor

4.2 CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA

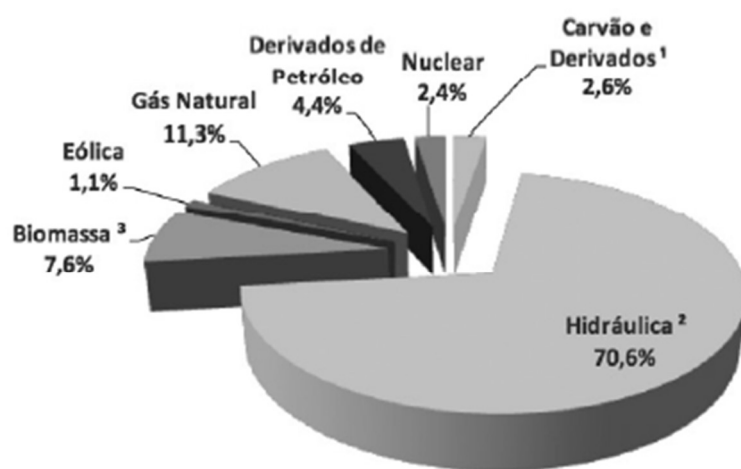
4.2.1 O Consumo de Energia Elétrica no Brasil

A matriz energética do Brasil é fortemente centrada na geração elétrica a partir dos recursos hídricos (CBCS, 2014).

O Gráfico 02 ilustra a composição dessa matriz e sua distribuição por fontes de captação. Nota-se que, do total de energia gerada ao longo de 2013, mais de 70% era de origem hidráulica.

Gráfico 02 – Geração de Energia no Brasil em 2013.

Brasil (2013)



Geração hidráulica² em 2013: 430,9 TWh

Geração total² em 2013: 609,9 TWh

1 Inclui gás de coqueria

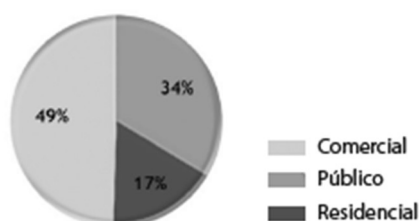
2 Inclui importação

3 Inclui lenha, bagaço de cana, lixo e outras recuperações

Fonte: CBCS (2014)

O CBCS (2014) também reporta que os usuários das edificações residenciais, comerciais e públicas respondem por cerca de 48% da demanda total de energia elétrica no país. Desta demanda, as edificações comerciais brasileiras consomem 49% da energia elétrica disponível. O Gráfico 03 apresenta a distribuição do consumo:

Gráfico 03 – Distribuição do Consumo de Energia Elétrica no Brasil.

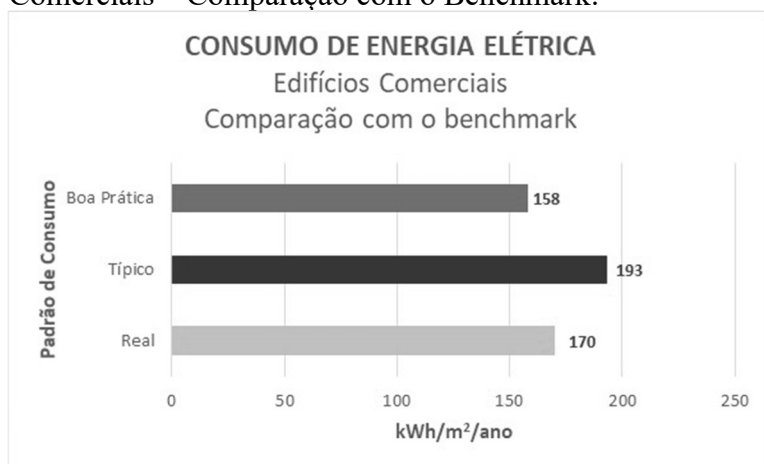


Fonte: CBCS (2014)

O boletim de Desempenho Energético Operacional em Edificações (DEO) reporta estudo de caso sobre o consumo de energia elétrica de 4 edifícios, entre públicos e privados, localizados no Rio de Janeiro e em São Paulo, com e sem equipamentos de ar condicionado, 2 dos quais antigos e os demais modernos (CBCS/DEO, 2014).

O Gráfico 04 resume o resultado desse estudo. O padrão de consumo é estratificado em “boa prática”, “típico” e “real” e estão em expressos em kWh/m²/ano.

Gráfico 04 – Consumo de Energia Elétrica – Edifícios Comerciais – Comparação com o Benchmark.



Fonte: CBCS/DEO (2014)

O Gráfico 04 aponta que, para o padrão dos imóveis avaliados, o ideal seria que o consumo fosse de 158 kWh/m²/ano, algo que constituiria uma *boa prática*. Em termos *reais*,

constatou-se que o consumo atingiu o patamar de 170 kWh/m²/ano, ou seja, algo 8% acima do benchmark. Na situação em que se encontram, o consumo típico dessas edificações poderia atingir 193 kWh/m²/ano, 22% acima da *boa prática* e 14% acima do consumo *real*. Não há no boletim DEO recomendações evidentes sugerindo melhorias para adequação do consumo às boas práticas.

4.2.2 Desempenho Geral e o Benchmarking do Mercado

O Quadro 15 compara os resultados obtidos na análise dos dados com o benchmarking mercado para dois dos principais indicadores abordados:

Quadro 15 – Comparação Consumo de Energia/Benchmarkings de Consumo

Indicador de Consumo	Resultados Obtidos ^a	Benchmarking
KWh/m ²	147,4	142,3 ^b
KWh/Pessoa	1.752,6	Não disponível

Notas: [a] média aritmética do consumo, levando-se em conta a existência de imóveis com e sem torre de resfriamento. [b] ponto central da faixa de consumo que varia de 42,3 a 191,9 KWh/m².

Fonte: elaboração do autor

Para o indicador KWh/m², o consumo médio anualizado dos edifícios com torre de resfriamento foi de 197,7 KWh/m², em amostra contendo 17 elementos. O consumo médio anualizado dos edifícios sem torre de resfriamento é de 97,2 KWh/m², em amostra com 4 elementos. A média aritmética destes dois grupos foi de 147,4 KWh/m², que consideramos como média da carteira. Dos 21 elementos pesquisados, 9 apresentaram resultados acima da média da carteira, representando cerca de 45% da amostra, 6 apresentaram resultado acima do benchmarking, enquanto os demais apresentaram desempenho compatível com de mercado.

Relativamente ao indicador KWh/pessoa, o consumo médio anualizado dos edifícios com torre de resfriamento é de 1.963,0 KWh/pessoa. O consumo médio anualizado dos edifícios sem torre de resfriamento é de 1.810,0 KWh/pessoa. A média aritmética destes

dois grupos é de 1.752,6 KWh/pessoa, considerada como média da carteira. *Ficaram acima da média 9 edifícios, representando quase 45% da amostra.*

Na literatura pesquisada, não há referências de mercado para o indicador KWh/pessoa. Dentre os edifícios que compuseram a amostra, 5 chamaram a atenção por apresentar consumo médio anualizado superior a 3.000,0 KWh/pessoa.

4.2.3 Resumo Estatístico – Consumo de Energia Elétrica

O Quadro 16 reporta o resumo estatístico da amostra, representada por 21 imóveis. A série mensal de consumo desses imóveis, ao longo de 2013, foi agrupada em 5 classes. Cada classe representa um intervalo de consumo, denotado por L_i e L_s , limite inferior e limite superior, respectivamente.

Quadro 16 – Resumo Estatístico – Consumo de Energia

Classe	L_i	L_s	X_i	f_i	F_i	$X_i.f_i$	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2.f_i$
1	107.165	3.038.710	1.572.937	8	8	12.583.500	-3.908.726	122.225.097.869.279
2	3.038.710	5.970.254	4.504.482	5	13	22.522.409	-977.181	4.774.417.885.519
3	5.970.254	8.901.798	7.436.026	4	17	29.744.105	1.954.363	15.278.137.233.660
4	8.901.798	11.833.343	10.367.570	1	18	10.367.570	4.885.907	23.872.089.427.594
5	11.833.343	14.764.887	13.299.115	3	21	39.897.344	7.817.452	183.337.646.803.918
Σ				21		115.114.929		349.487.389.219.970

Notas: (1) L_i e L_s expressos em kWh, (2) X_i corresponde ao ponto médio do intervalo L_i e L_s , (3) f_i refere-se à frequência de dados em cada classe e (4) F_i diz respeito à frequência acumulada de elementos.

Fonte: Elaboração do autor

O Quadro 17 apresenta resumo estatístico-descritivo dos dados amostrais:

Quadro 17 – Resumo Estatístico-Descritivo – Consumo de Energia

Média ($\bar{X}$)	5.481.663,27
Variância (s^2)	17.474.369.460.998,50
Desvio-padrão (s)	4.180.235,57
Mediana (M_d)	4.504.481,82
Moda Czuber (M_o)	2.239.197,56
Coefficiente de Variação ($C_v = \frac{s}{\bar{x}}$)	0,76

Fonte: Elaboração do autor

Os dados sinalizam que o consumo médio por imóvel varia de 1.572.937 kWh a 13.299.115 kWh. No ano de 2013, o consumo de água nesses 21 imóveis totalizou 115.114.929 kWh, uma média de 5.481.663 kWh/imóvel.

As classes 3, 4 e 5 são representativas dos imóveis de maior consumo. Oito imóveis concentram cerca de 70% do consumo total anual. Por outro lado, nas classes 1 e 2, encontram-se 13 imóveis, figurando dentre os de menor consumo, que são responsáveis por pouco mais de 30% de toda água utilizada nesses empreendimentos ao longo de 2013.

Conjugando-se os dados tabulados nos Quadros 16 e 17, concluímos que a amostra tomada apresenta (i) variância expressiva e (ii) média amostral pouco representativa. Média, mediana e moda conformam-se de tal maneira a configurar uma distribuição assimétrica positiva com ($\bar{X} > M_d > M_o$).

De forma geral, o coeficiente de variação (C_v) mede a relação entre o desvio-padrão (s) e a média ($\bar{X}$). Quanto mais próximo de 1, menor a representatividade da média. Para o presente caso, considerando que $C_v = 0,76$, há boa razão para aceitar que a média amostral é pouco representativa.

A variância da amostra, denotada no Quadro 17 por s^2 , expressa a padronização dos desvios em torno da média. O consumo mínimo observado foi de 107.165 kWh e o máximo de 14.764.887 kWh, com média de consumo em torno de 5.481.663 kWh/imóvel. A variância é adimensional. No entanto, quanto mais elevada, como se depreende do caso concreto, pode sinalizar algum tipo de desperdício no consumo, sobretudo se as unidades imobiliárias fossem padronizadas. Embora se possa fazer tal inferência, a situação requer análise técnica por parte da equipe de manutenção dos prédios para avaliar os fatores que eventualmente contribuem para tais desvios.

4.2.4 Consumo de Energia Elétrica versus Classificação dos Imóveis

Empiricamente, seria natural supor que, quanto maior a classificação de um imóvel, melhor seria seu desempenho energético. Para fins comparativos, tomaram-se os dados brutos, isto é, sem tratamento estatístico. Apurou-se o somatório do consumo anual medido em kWh que, em seguida, foi dividido pela área privativa coberta-padrão em m^2 , obtendo-se uma média de kWh/ m^2 , padronizando assim a métrica de aferição. O Quadro 18 exibe os resultados dessa comparação:

Quadro 18 – Consumo de Energia por Classificação do Imóvel

Classificação do Imóvel	Nº Imóveis	Consumo kWh	Área Privativa (m^2)	Média kWh/ m^2
A	12	64.046.816,46	349.558,47	183,22
AA	1	10.429.733,02	32.458,58	321,32
AAA	3	25.547.006,09	144.072,84	177,32
B	4	10.502.616,59	63.192,65	166,20
C	1	2.395.738,73	14.366,56	166,76
Total	21	112.921.910,89	603.649,10	187,07

Fonte: Elaboração do autor

Constata-se que o prédio classificado como “AA” é um elemento fora da curva. Sua média de consumo supera a de todos os outros. Imóveis classificados como “AAA” têm

desempenho melhor desempenho que os do tipo “A”, o que era de ser esperado. Tanto este como aqueles têm média abaixo da geral. Contudo, curiosamente, os resultados demonstram que têm consumo ligeiramente maior que os imóveis padrão “B” e “C”. Estes dois últimos, têm consumo menor que a média geral.

Assim, empiricamente, é possível aceitar que, de alguma forma, o consumo possa ser influenciado pela classificação. No entanto, a razão para o comportamento das classes B, C frente às demais ainda carece maior investigação.

No sentido de averiguar a consistência dessa percepção, a amostra foi submetida à análise de correlação, a fim de verificar o quanto a variável consumo é afetada pelo padrão de qualidade.

A correlação mede a força de associação linear entre as variáveis. Os resultados dessa associação devem estar compreendidos no intervalo $-1 < r < 1$. Em termos absolutos, quando $r = 1$, diz-se tratar-se de uma correlação perfeita. Se $r = 0$, inexistiria, portanto, correlação. Sendo $0 = r = 1$, recomenda-se averiguar o que pode ter ocorrido. O sinal indica direção positiva ou negativa do relacionamento, enquanto o valor sugere a força da relação entre as variáveis (FIGUEIREDO FILHO et al., 2009).

Utilizamos a correlação de Pearson, que é dada pela Equação 20:

$$r = \frac{1}{n - 1} \sum \left(\frac{x_i - \bar{X}}{s_x} \right) \left(\frac{y_i - \bar{Y}}{s_y} \right) \quad (20)$$

Onde:

r = coeficiente de correlação de Pearson amostral

n = tamanho da amostra

x_i = cada um dos elementos da amostra relativa à primeira variável, digamos Consumo de Energia Elétrica/ m^2

$\bar{X}$ = média da variável x_i

S_x = desvio-padrão da variável x_i

y_i = cada um dos elementos da amostra relativa à segunda variável, digamos Classificação do Imóvel

$\bar{Y}$ = média da variável y_i

S_y = desvio-padrão da variável y_i

Para fins de cálculo, a variável Classificação do Imóvel foi transformada em variável categórica, assumindo valores 0 ou 1, sendo o que o zero denota que a classificação não foi verificada. A classificação do imóvel leva em conta a existência ou não de torre de resfriamento, uma vez que pode afetar a variável de consumo.

A Tabela 02 exibe os resultados da correlação de Pearson para as variáveis de estudo:

Tabela 02 – Correlação de Pearson – Classificação Imóvel versus Consumo kWh/m ²						
	A	B	C	AA	AAA	CA-kWh/m ²
CA-kWh/m ²	-0,01119	-0,31868	-0,15916	0,270828	0,305472	1
Notas: CA-kWh/m ² (Consumo Anual em kWh/m ²) – Classificação do Imóvel (A, B, C, AA, AAA)						
Fonte: Elaboração do autor						

Como se vê na Tabela 02, a grandeza dos coeficientes sinaliza que a correlação entre consumo de energia elétrica e classificação do ativo é fraca ($r < 1$). Em algumas situações, o $r < 0$.

Assim, ao menos estatisticamente, ao nível de significância $\alpha = 0,05$, não é possível afirmar que exista relação entre consumo de energia elétrica e classificação do imóvel. Caso exista, essa correlação tende a ser fraca, pelo menos nessa amostra.

4.2.5 Benchmarking de Consumo Energético nas Edificações

Segundo a Energy Star, a EUI *Energy Use Intensity* (Intensidade do Uso de Energia) constitui uma das principais métricas utilizadas para aferir o desempenho no consumo de energia de prédios comerciais.

Expressa em kWh/m², o indicador é função do tamanho do prédio de outras características da edificação (idade do prédio, área privativa padrão, população fixa, ar condicionado, sistema de distribuição de água gelada, sistema de distribuição de ar, origem alimentação sistema ar condicionado).

Eficiência em energia elétrica está relacionada ao uso de menor quantidade de energia para suportar o mesmo volume de serviços ou resultados esperados de determinado empreendimento (CHUNG et al., 2006). Nesse sentido, a EUI não somente sinaliza mudanças em termos de eficiência energética como permite adoção de medidas corretivas, quando aplicável.

Algumas propriedades são mais intensivas no uso de energia do que outras. Geralmente, um EUI baixo significa bom desempenho energético. Todavia, certos tipos de propriedades sempre consumirão mais do que outras, em função de suas peculiaridades.

4.2.6 Análise Inferencial – Consumo de Energia Elétrica

A orientação metodológica baseou-se no trabalho de Silva (2013), que aborda a performance, em termos de EUI, de 44 edificações comerciais localizadas na grande São Paulo. As variáveis críticas, potenciais explicadoras do consumo expresso em EUI, estão descritas no Quadro 19.

Quadro 19 – Tabela de Variáveis – Consumo de Energia Elétrica

Variável Explicativa	Descrição	Caracterização da Variável	Tipo de Dado
X ₁	Idade	Tempo desde a emissão do “habite-se”	Numérico
X ₂	Ocupação	Relação entre área privativa e população fixa	Numérico
X ₃	Ar Condicionado	Tipo de Sistema de ar condicionado	Booleana
X ₄	Circuito de Água Gelada	Tipo de Sistema de distribuição	Booleana
X ₅	Circuito de Ar	Tipo de Sistema de Distribuição	Booleana
X ₆	Alimentação de Condicionadores	Origem da alimentação elétrica dos condicionadores de ar	Booleana

Fonte: Silva (2013)

Considerando-se a ordem de grandeza das variáveis envolvidas, Silva (2013) seguindo sugestão de Chung et al. (2006) normalizou as variáveis, de forma a trazê-las para uma escala similar.

Entende-se por normalização a transformação das variáveis X_i na variável “Z_i”, com i variando de 1 a 6, por meio da Equação 17:

$$Z_i = \frac{X_i - \bar{X}}{\sigma} \quad (17)$$

O Quadro 20 descreve as variáveis transformadas, após normalização.

Variável Explicativa	Descrição – Valor padronizado para:
Z ₁	Idade
Z ₂	Ocupação
Z ₃	Ar Condicionado
Z ₄	Circuito de Água Gelada
Z ₅	Circuito de Ar
Z ₆	Alimentação de Condicionadores

Fonte: Silva (2013)

$$EUI = b_0 + b_1 \cdot Z_1 + b_2 \cdot Z_2 + b_3 \cdot Z_3 + b_4 \cdot Z_4 + b_5 \cdot Z_5 + b_6 \cdot Z_6 \quad (18)$$

Onde:

EUI → EUI *Energy Use Intensity* (Intensidade do Uso de Energia) estimado

b₀ → intercepto. Valor de EUI quando b₁ ... b₆ = 0.

b₁ ... b₆ → coeficientes da regressão. Expressa a sensibilidade das variáveis Z₁ ... Z₆ em relação ao EUI, sob a hipótese dada pela Equação 19.

Z₁ ... Z₆ → valor padronizado das variáveis explicativas

Hipótese:

$$H_0: b_1 = b_2 = \dots = b_6 = 0, \alpha = 0,05 \quad (19)$$

a) Valores de EUI e Z_i das variáveis explicativas levando-se em conta a existência de resfriamento central

O Quadro 21 exibe o consumo real expresso em EUI e o valor assumido pela variável Z_i , com $i = [1,6]$.

Quadro 21 – Valores de EUI e Z_i das variáveis explicativas levando-se em conta a existência de resfriamento central – Consumo de Energia Elétrica

Imóvel	EUI_{REAL}	Z_1	Z_2	Z_4	Z_5	Z_6
IM-ABP-1	109,25	-0,1388	-0,2582	-0,2425	-0,7165	0,9147
IM-BRM-2	323,56	0,2777	-0,4976	-0,2425	-0,7165	0,9147
IM-CTN-3	402,81	1,3884	-0,6156	3,8806	1,3136	0,9147
IM-CRT-4	83,96	0,0000	-0,0990	-0,2425	-0,7165	-1,0290
IM-TEB-5	186,96	-1,6661	0,1182	-0,2425	-0,7165	0,9147
IM-MRT-6	146,47	0,6942	-0,1769	-0,2425	-0,7165	-1,0290
IM-CMC-7	120,59	0,1388	-0,6635	-0,2425	-0,7165	-1,0290
IM-PCT-8	141,07	0,5554	-0,0578	-0,2425	1,3136	-1,0290
IM-RMT-9	249,91	0,6942	-0,1769	-0,2425	1,3136	0,9147
IM-SLZ-10	357,74	1,6661	-0,2259	-0,2425	1,3136	0,9147
IM-SLG-11	257,72	0,0000	0,0090	-0,2425	-0,7165	0,9147
IM-CCN-12	173,74	0,5554	-0,7225	-0,2425	1,3136	-1,0290
IM-WTR-13	277,03	-1,3884	0,1805	-0,2425	-0,7165	0,9147
IM-AGB-14	128,96	-0,1388	0,0090	-0,2425	-0,7165	-1,0290
IM-CCP-15	93,99	0,4165	-0,3885	-0,2425	-0,7165	0,9147
IM-EMR-16	77,01	-1,6661	3,7403	-0,2425	1,3136	-1,0290
IM-BSB-17	88,76	-1,3884	-0,1747	-0,2425	-0,7165	-1,0290

Nota: considerado que essas edificações possuem Sistema de Ar Condicionado Central, excluimos, tanto quanto Silva (2013), a variável X_3/Z_3 .

Fonte: Elaboração do autor

b) Regressão para sistema de ar condicionado central

No Quadro 22 estão demonstrados os resultados da regressão processada a partir da modelagem proposta por Silva (2013).

Quadro 22 – Estatística de Regressão e ANOVA – Consumo de Energia Elétrica

RESUMO DOS RESULTADOS

<i>Estatística de regressão</i>						
R múltiplo	0,822429134					
R-Quadrado	0,67638968					
R-quadrado ajustado	0,52929408					
Erro padrão	70,74272039					
Observações	17					

ANOVA						
	<i>gl</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>F de significação</i>	
Regressão	5	115061,7056	23012,34113	4,598299878	0,016474617	
Resíduo	11	55049,85737	5004,532488			
Total	16	170111,563				

	<i>Coeficientes</i>	<i>Erro padrão</i>	<i>Stat t</i>	<i>valor-P</i>	<i>95% inferiores</i>	<i>95% superiores</i>
Interseção	189,3841176	17,15762991	11,03789502	2,73289E-07	151,6204288	227,1478065
Variável X 1	11,9185631	28,29063029	0,421290122	0,681657645	-50,34869435	74,18582054
Variável X 2	-13,9963362	26,89835861	-0,52034165	0,613137429	-73,19922431	45,20655197
Variável X 3	26,19607298	20,06952901	1,305265956	0,2184445	-17,97666254	70,36880851
Variável X 4	25,99436836	25,2434854	1,029745614	0,325240098	-29,56616839	81,55490511
Variável X 5	57,35488958	18,61565421	3,081003168	0,010452571	16,38211093	98,32766824

Fonte: Elaboração do autor

b.1) Equação de predição

$$EUI_{ACC} = 189,38 + 11,92.Z_1 - 14.Z_2 + 26,20.Z_4 + 25,99.Z_5 + 57,35.Z_6$$

R²-Ajustado: 0,53

F: 4,60

A hipótese nula subjacente ao modelo supõe:

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_6 = 0 \quad (19)$$

Para o nível de significância $\alpha = 0,05$, temos que o $F_\alpha = 3,20$. Considerando que $F > F_\alpha$, acolhemos a hipótese alternativa de que nem todos os coeficientes de inclinação são simultaneamente iguais a zero.

O coeficiente de determinação indica quanto da variação total é comum aos elementos que constituem os coeficientes analisados. Quanto mais próximo de 1, tanto maior a validade da regressão. No caso em questão, o $R^2 = 0,68$. O teste de consistência do R^2 , ao nível de significância $\alpha = 0,05$, mostra o $F = 4,60 > F_{\alpha} = 3,20$. Este resultado corrobora o teste F para o modelo, sugerindo que nem todos os coeficientes igualam-se a zero. Em que pese os resultados, a amostra tomada é relativamente pequena. Do ponto de vista estritamente estatístico R^2 -Ajustados são aceitáveis quando maiores ou iguais a 60%. Nada obstante, por tratar-se de amostra exclusiva, considerando-se tão-somente o portfólio de imóveis do Fundo de Pensão, é possível acolhê-lo como razoável.

Não há evidências de que Silva (2013) tenha dado ênfase aos testes de significância aqui empregados. Contudo, os testes não somente reforçaram a consistência da análise como também a validade do modelo.

b.2) Resultados da regressão

O Quadro 23 descreve sequencialmente o consumo estimado a partir da regressão dos dados pela Equação 18, para cada um dos imóveis. Demonstra, ainda, o erro dos estimadores, denotado por ε .

Quadro 23 – Resultados da Equação de Predição – Consumo de Energia Elétrica

Imóvel	b_0	b_1Z_1	b_2Z_2	b_4Z_4	b_5Z_5	b_6Z_6	EU _{NORMALIZ.}	ε
IM-ABP-1	189,38	-1,655	3,6138	-6,3535	-18,6249	52,4602	152,47	43,22
IM-BRM-2	189,38	3,310	6,9644	-6,3535	-18,6249	52,4602	146,96	-176,60
IM-CTN-3	189,38	16,548	8,6164	101,6557	34,1457	52,4602	123,08	-279,73
IM-CRT-4	189,38	0,000	1,3852	-6,3535	-18,6249	-59,0177	118,57	34,61
IM-TEB-5	189,38	-19,858	-1,6538	-6,3535	-18,6249	52,4602	169,49	-17,47
IM-MRT-6	189,38	8,274	2,4761	-6,3535	-18,6249	-59,0177	111,42	-35,05
IM-CMC-7	189,38	1,655	9,2865	-6,3535	-18,6249	-59,0177	113,65	-6,94
IM-PCT-8	189,38	6,619	0,8086	-6,3535	34,1457	-59,0177	145,67	4,60
IM-RMT-9	189,38	8,274	2,4761	-6,3535	34,1457	52,4602	177,17	-72,74
IM-SLZ-10	189,38	19,858	3,1618	-6,3535	34,1457	52,4602	167,54	-190,20
IM-SLG-11	189,38	0,000	-0,1265	-6,3535	-18,6249	52,4602	152,84	-104,88
IM-CCN-12	189,38	6,619	10,1125	-6,3535	34,1457	-59,0177	141,44	-32,30
IM-WTR-13	189,38	-16,548	-2,5265	-6,3535	-18,6249	52,4602	167,23	-109,80
IM-AGB-14	189,38	-1,655	-0,1265	-6,3535	-18,6249	-59,0177	120,58	-8,38
IM-CCP-15	189,38	4,964	5,4371	-6,3535	-18,6249	52,4602	146,33	52,34
IM-EMR-16	189,38	-19,858	-52,3501	-6,3535	34,1457	-59,0177	191,06	114,05
IM-BSB-17	189,38	-16,548	2,4449	-6,3535	-18,6249	-59,0177	131,39	42,63

Fonte: Elaboração do autor

c) Regressão para sistema de ar condicionado unitário

$$EUI_{ACU} = 53,42 + 11,40.Z_1 - 15,65.Z_2 + 25,62.Z_6$$

R²-Ajustado: 0,79

F: 11,10

Os testes realizados apontam para um R²-Ajustado de 0,79, e teste F = 11,10, ao nível de significância de 0,05, sinalizando a consistência preditiva do modelo.

c.1) Resultados obtidos

O Quadro 24 descreve sequencialmente o consumo estimado a partir da regressão dos dados pela Equação 18, para cada um dos imóveis.

Quadro 24 – Resultados da Equação de Predição (sistema de ar condicionado unitário) – Consumo de Energia Elétrica

Imóvel	b ₀	b ₁ Z ₁	b ₂ Z ₂	b ₅ Z ₆	EUI _{NORMALIZ.}	ε
IM-AGB-14	53,42	13,16	-17,40	29,58	78,76	50,20
IM-CCP-15	53,42	-6,58	12,92	-14,79	44,96	49,03
IM-BSB-17	53,42	-6,58	4,49	-14,79	36,53	52,23

Fonte: Elaboração do autor

4.3 DIAGNÓSTICO E RECOMENDAÇÕES

4.3.1 Diagnóstico

A intensidade de consumo é função, dentre outros aspectos, do padrão construtivo, dos sistemas prediais, da idade dos equipamentos imobiliários, dos níveis de ocupação das unidades e do uso a que se destinam os imóveis. Presença de atividades comerciais, dentre as quais, *data centers*, *call centers*, *bureaux* de reprodução de documentos, restaurantes, espaços de estética e cabeleireiro, influenciam significativamente as variáveis de consumo de água e de energia das edificações.

Quantidade significativa da amostra, apresenta consumo de água e de energia elétrica dentro dos parâmetros de mercado. Os dados demonstram que boa parte dos condomínios adota práticas educativas, visando conscientizar a população dos prédios quanto ao uso racional de água e de energia, realiza, de forma sistematizada, verificações periódicas para detecção e correção de vazamentos, e tem implantado dispositivos hidrossanitários ecoeficientes medidores individualizados de consumo.

Os imóveis do portfólio do Fundo de Pensão seguem classificação similar às práticas de mercado, posicionando-os nas classes AAA (3), AA (1), A (12), B (4) e C (1).

Empiricamente, supõe-se que quanto mais elevada a classificação menor seriam os níveis de consumo. Na comparação da média de cada categoria com a média geral, há boas razões que reforcem essa percepção. No entanto, ao menos estatisticamente, ao nível de significância $\alpha = 0,05$, não é possível afirmar que exista relação entre consumo e classificação do imóvel. Se existir, essa correlação tende a ser fraca, pelo menos nessa amostra, como demonstraram os resultados da correlação de Pearson.

Dessa comparação, saltaram aos olhos os resultados de um dos prédios, classificado como “AA”. O consumo de água e de energia elétrica desse imóvel superou em muito ao das demais unidades. Neste prédio, a central de água gelada funciona como um sistema de termoacumulação de gelo. À noite, quando a tarifa é mais barata, o sistema produz gelo para climatização durante o dia. A continuidade desse processo, diminui a eficiência do sistema, aumentando o consumo. Sobre essa situação, o Fundo de Pensão informou que se encontrava em estudo a modernização dessa central.

Há outros casos que também requerem atenção. As carências vão da simples implementação de ações educativas à necessidade de troca de equipamentos, por estarem tecnologicamente defasados e, portanto, menos eficientes. Como é caso dos sistemas de condicionamento de ar baseados em que equipamentos do tipo *self contained*, muitos deles com vida útil ultrapassada. Em alguns prédios, o sistema de iluminação ainda é tradicional. Há evidências que apontam que a atualização do sistema de iluminação pode contribuir positivamente para melhoria dos níveis de eficiência. Noutros casos, verificou-se a inexistência de medidores individualizados, inclusive para monitorar-se equipamentos de consumo mais intensivo, como de elevadores, *chillers* e motobombas.

4.3.2 Recomendações

De modo geral, o resultado geral os resultados são positivos. Contudo, verifica-se que há margem razoável para melhoria dos resultados, com ganhos de eficiência, com retornos sociais e financeiros para todos os envolvidos.

Nesse sentido, o resultado do trabalho de avaliação recomendou: (i) a implantação de comitê permanente de gestão em cada imóvel, constituído por proprietários, síndicos, administradores prediais e representantes dos locatários, com o objetivo de monitorar o comportamento de consumo de água e de energia elétrica, e sugerir medidas corretivas para os desvios apontados; (ii) intensificação ou implementação de ações educativas, visando disseminar princípios de uso

racional de água e de energia; (iii) verificações periódicas de vazamentos e correções imediatas para contê-los; (iii) substituição dos sistemas tradicionais de iluminação por LED; (iv) implantação de dispositivos ecoeficientes de controle de vazão de água, bem como sensores de presença visando redução do consumo de energia elétrica; (vi) desenvolvimento de estudos visando à utilização de fontes alternativas de abastecimento de água – poços artesianos, águas pluviais, água de reuso, (vii) instalação de medidores individualizados para aferição das unidades consumidoras; (viii) instalação de medidores para o acompanhamento específico do consumo de elevadores, *chillers* e motobombas; (ix) substituição gradual de equipamentos tecnologicamente defasados – chillers, elevadores, escadas rolantes, etc. e (x) manutenção de base do consumo mensal de água e de energia elétrica, a fim de possibilitar ações de controle e de comparabilidade dos resultados, de forma periódica.

4.4 LIMITAÇÕES

Modelos de regressão têm, pelo menos, três finalidades: (i) descrever relação entre variáveis dependentes e independentes, (ii) estimar valores e (iii) prognosticar riscos que afetam o comportamento das variáveis de estudo (SCHNAIDER et al. [2010]). Em quaisquer dos casos, conhecer a teoria que suporta os modelos e o nexo causal entre as variáveis de estudo constitui fator determinante para uma boa formulação e consistência do modelo (JEON, 2015).

Schnaider et al. (2010) parecem advogar que, para cada parâmetro que se queira estimar, deve existir o dobro de elementos na amostra tomada, de sorte a assegurar a consistência preditiva da regressão.

Nesse aspecto, por constituir amostra baseada no portfólio de imóveis do Fundo de Pensão, este trabalho não atenderia a esse parâmetro. Essa seria, em tese, a primeira limitação da modelagem proposta, seguida do período de análise, restrito a apenas 12 meses, dada a inexistência de série histórica de consumo.

Jeon (2015), analisando aspectos relacionados ao tamanho da amostra, registra que sendo a amostra pequena há o problema de generalização de resultados. Fato que no presente trabalho pode ocorrer.

Este trabalho segue metodologia encontrada em Chung (2006), Guindani (2007), Silva (2013). Nessas obras, não identificamos testes de consistências para os modelos empregados, como os evidenciados neste trabalho.

Gujarati (2000), Schnaider et al. (2010), Jeon (2015) alertam para o viés de especificação, em que a ausência de uma outra variável relevante pode comprometer a capacidade preditiva do modelo.

Eventual ausência de variável relevante pode ser um problema. Igualmente, a inclusão de variáveis nem sempre resulta em melhores resultados. Gujarati (2000), Wooldridge (2006), Jeon (2015) sugerem que não seria interesse efetuar novas inclusões se o efeito dessas variáveis não for afetar positivamente a qualidade do modelo. Chung (2006) privilegiou a magnitude e consistência do R^2 , retirando variáveis que tendiam a minimizar o coeficiente de determinação. Como se depreende, há fatores relacionados à amostra tomada – tamanho, período e escolha das variáveis que, juntamente com as características próprias dos modelos adotados, impõem limitações aos resultados reportados.

Em que pese a estruturação do trabalho, o rigor que se buscou imprimir no tratamento dos dados, as recomendações que dele decorrem, devem ser tomados em seu conjunto como um experimento acadêmico de contorno teórico-prático no contexto do processo de formação acadêmica do autor.

5 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para fins de análise do consumo de água nas edificações, foram apurados dois indicadores: (i) litros por área (m^2/dia) e (ii) litros por pessoa (pessoa/dia). Comparativamente ao benchmarking de mercado, cerca de 80% dos imóveis amostrados (16) tiveram desempenho abaixo do desejável. Apenas 5 imóveis, conseguiram performar acima daquele parâmetro. A distribuição é assimetricamente positiva ($M_o < M_d < \text{Média}$), o coeficiente de variação ($C_v=0,59$) sinaliza que média de consumo ($40.682,24 \text{ m}^3/\text{imóvel}$) é moderadamente representativa e que a variância amostral (s^2) parece sinalizar possibilidade de desperdício de água nos prédios pesquisados. Há diversos fatores que podem ter contribuído para esse desempenho, dentre os quais: padrão construtivo, idade das edificações, (de)atualização tecnológica e política de manutenção e conservação adotada pelos administradores. Aplicando o modelo adotado por Guindani (2007), percebe-se que área construída ponderada pela ocupação do imóvel e a presença ou não de torre de resfriamento nas edificações influi de modo considerável sobre o consumo de água. O modelo de regressão resiste ao teste de consistência do R^2 , para o qual foi apurado um $R^2\text{-ajustado} = 0,68$, estatisticamente significativo ao nível $\alpha = 0,05$, como mostra o teste $F = 21,42 > F_\alpha = 3,20$. Relativamente aos regressores, a análise demonstra que ao nível $\alpha = 0,05$, a hipótese alternativa é acolhida, sinalizando que nem todos os coeficientes de inclinação se igualam a zero. Demonstrando com isto que a suposição levantada pelo modelo resiste estatisticamente aos testes e afigura-se válida., não em detrimento de outras variáveis. O desempenho frente ao benchmarking de mercado e a análise estatística – descritiva e inferencial, apontam janela de oportunidade para realização de intervenções que possam minimizar consumo, com possibilidade de ganho de eficiência em custos.

No que tange ao consumo de energia elétrica, os edifícios com torre de resfriamento constituem unidades de maior consumo em comparação àquelas que não as possuem, na proporção de 2:1. A média de consumo desses grupos foi de $147,4 \text{ kWh/m}^2$. Esta média situa-se no intervalo de consumo que varia de 42,3 a $191,9 \text{ kWh/m}^2$. O ponto médio deste intervalo aponta para um consumo de $142,3 \text{ kWh/m}^2$, que adotamos como benchmark de análise. Com se constata, esse ponto médio e a média de consumo mostram-se inferiores ao parâmetro divulgado pelo

CBCS/DEO (2014), que sugere como boa prática o patamar de 158 kWh/m². Analisando o consumo por pessoa, chama a atenção o fato de que a (in)existência de torre de resfriamento não afeta de forma tão significativa o consumo médio. As edificações com torre de resfriamento, consumiram 8% mais do que aquelas que não as têm. Cerca de 50% dos imóveis apresentaram consumo acima da média e o consumo de aproximadamente 25% das unidades amostradas situou-se muito acima da média, fato que chamou a atenção visando à adoção de medida corretiva imediata. Dentre as medidas recomendadas estão: (i) a implantação de comitê permanente de gestão em cada imóvel, constituído por proprietários, síndicos, administradores prediais e representantes dos locatários, com o objetivo de monitorar o comportamento de consumo de água e de energia elétrica, e sugerir medidas corretivas para os desvios apontados; (ii) intensificação ou implementação de ações educativas, visando disseminar princípios de uso racional de água e de energia; (iii) verificações periódicas de vazamentos e correções imediatas para contê-los; (iii) substituição de sistemas tradicionais de iluminação por LED; (iv) implantação de dispositivos ecoeficientes de controle de vazão de água, bem como sensores de presença visando redução do consumo de energia elétrica; (vi) desenvolvimento de estudos visando à utilização de fontes alternativas de abastecimento de água – poços artesianos, águas pluviais, água de reuso, (vii) instalação de medidores individualizados para aferição das unidades consumidoras; (viii) instalação de medidores para o acompanhamento específico do consumo de elevadores, *chillers* e motobombas; (ix) substituição gradual de equipamentos tecnologicamente defasados – *chillers*, elevadores, escadas rolantes, etc. e (x) manutenção de base do consumo mensal de água e de energia elétrica, a fim de possibilitar ações de controle e de comparabilidade dos resultados, de forma periódica. Da análise estatística, concluímos que a amostra tomada apresenta (i) variância expressiva e (ii) média amostral (5.481.663 kWh/imóvel) pouco representativa. Média, mediana e moda conformam-se de tal maneira a configurar uma distribuição assimétrica positiva com $M_o < M_d < Média$. De forma geral, o coeficiente de variação ($C_v=0,76$) afigura-se como boa medida para confirmar a baixa representatividade da média, em que o desvio-padrão amostral é suficientemente grande, sinalizando a variabilidade do conjunto de elementos. Inferencialmente, aplicamos o modelo adotado por Silva (2013) e Chung et al. (2006), que toma por base o padrão EUI da Energy Star. Os resultados das regressões mostram-se consistentes ao nível de significância $\alpha = 0,05$, com R^2 -ajustados variando entre 0,68 e 0,79, subsistindo ao teste F, inclusive para fins

preditivos. Após normalização, o EUI médio das edificações com torre de resfriamento situou-se próximo de 145,7 kWh/m², enquanto que o consumo médio dos imóveis sem torre de resfriamento situou-se próximo de 53,42 kWh/m². Para fins de comparação com o benchmark, tomamos apenas os imóveis com torre de resfriamento. Por fim, não foi encontrada na amostra tomada evidências estatisticamente robustas ($\alpha = 0,05$) que suportem que a classificação do imóvel pode influenciar o consumo dos imóveis, tanto de água quanto de energia elétrica. Se existir, tende a ser fraca, como ficou demonstrado pelo coeficiente de Pearson para ambos os casos.

Alterações climáticas de origem natural ou antrópica tem propiciado a reflexão de como o ser humano lida com as questões ambientais. O crescimento populacional e o desenvolvimento econômico vêm provocando a elevação dos níveis de consumo. O esgotamento das fontes naturais começa a pôr em xeque esse padrão de consumismo. Numa tentativa de conter a exaustão desses recursos, situação que pode comprometer a sobrevivência das espécies, há uma preocupação generalizada no sentido implementar medidas que preservem a perenidade das espécies no futuro. A responsabilidade socioambiental tornou-se então item prioritário das agendas dos cidadãos, governantes e empresários.

Nesse sentido, este trabalho guarda estreita relação com as ações da Organização das Nações Unidas, no que tange aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) proposto na Agenda 2030, na medida em que se alinha às metas traçadas para os ODS 6, ODS7, ODS 11 e ODS 12, no que tange ao esforço tanto pela perenização dos recursos naturais quanto por práticas de consumo mais racionais que favoreçam o desenvolvimento pleno da sociedade, diminuindo as desigualdades sociais.

Perenizar também as organizações empresariais constitui fator crítico. Priorizar formas sustentáveis de manter a rentabilidade dos negócios contribui para essa finalidade. Num cenário de escassez de recursos, ser eficiente é uma diretriz. Racionalizar o consumo de água e de energia elétrica não apenas atende aos anseios da sociedade, ao alinhar-se aos desafios traçados pela ONU, como também de seus participantes, patrocinadores e demais stakeholders.

Objetivando ampliar a disponibilização de literatura especializada nesta área de conhecimento, sugerimos que ao se desenvolverem novas pesquisas relacionadas ao tema sejam consideradas as seguintes possibilidades:

1. Aplicar metodologia em população cujos elementos possuam padrão construtivo mais recente, a fim de avaliar a existência de correlação entre padrão de classificação de imóveis e níveis de consumo de água e de energia elétrica.
2. Realizar estudo comparativo entre períodos distintos para avaliar efetividade de medidas corretivas no comportamento de consumo.
3. Ampliar período amostral visando aferir persistência de desempenho em janelas temporais de curto, médio e longo prazo, inserindo-se a variável *custo*, a fim de ter-se a noção da economia/desperdício financeiro gerado.

Por fim, em face das limitações aqui descritas, os resultados, projeções, recomendações e as possíveis inferências que deste se extraíam, devem ser tomados e interpretados para fins exclusivamente acadêmicos.

REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 12721 Avaliação de custos de construção para incorporação imobiliária e outras disposições para condomínios edilícios [Projeto de Revisão], setembro 2005.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 14001 Sistemas de gestão ambiental — Requisitos com orientações para uso, novembro 2015.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. BS OHSAS 18001 Sistemas de gestão da saúde e segurança ocupacional - Requisitos, julho 2007.

AECWeb. Os verdadeiros impactos da construção civil. Disponível em: https://www.aecweb.com.br/cont/n/os-verdadeiros-impactos-da-construcao-civil_2206. Acesso em: 3 jun 2017.

AL-MOFLEH, Anwar; TAIB, Soib; SALAH, Wael; AZIZAN, Mokhzaini. prospective of energy efficiency practice, indicator and power supplies efficiency. **Modern Applied Science**, v. 3, n. 5, 2009. Disponível em: <http://ccsnet.org/journal/index.php/mas/article/viewFile/1953/1857>. Acesso em: 6 mai 2017.

ANDERSON, David R.; SWEENEY, Dennis J.; WILLIAMS, Thomas A. **Estatística aplicada à administração e economia**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2005.

ALIGLERI, Lilian; ALIGLERI, Luiz Antonio; KRUGLIANSKAS, Isak. **Gestão industrial e a produção sustentável**. São Paulo: Saraiva, 2016.

ANGELL, Carl; KIND, Per Morten; HENRIKSEN, Ellen K.; GUTTERSRUD, Øysten. An empirical-mathematical approach to upper secondary physics. **Physics Education**, n. 43, p. 256-264, May 2008.

APS - AMERICAN PHYSICAL SOCIETY. Energy future: Think efficiency, 2008.

ANDERSON, David R.; SWEENEY, Dennis J.; WILLIAMS, Thomas A. **Estatística aplicada à administração e economia**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2005.

BASSANEZI, Rodney Carlos. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática**: uma nova estratégia, ed. 4, São Paulo: Contexto, 2014.

BIEMBENGUT, M.S.; HEIN, N. **Modelagem matemática no ensino**. São Paulo: Contexto, 2005.

BISWAS, Haider Ali; HOSSAIN, Rajib; MONDAL, Mitun Kumar. Mathematical Modeling Applied to Sustainable Management of Marine Resources. **Procedia Engineering**, v. 194, 2017, p. 337-344. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705817333040>. Acesso em: 2 jul 2018.

BOMA Quebec. Office building classification guide, Fall 2012. Disponível em: http://bomacanada.ca/wp-content/uploads/2016/09/building_classification14ang.pdf. Acesso em: 08 mar 2018.

BROWN, Darrell; DILLARD, Jesse; MARSHALL, R. Scott. Triple bottom line: a business metaphor for a social construct. Universitat Autònoma de Barcelona – Facultat de Ciències Econòmiques i Empresariales – Departament d’Economia de l’Empresa, march 2016. Disponível em: <https://www.recercat.cat/bitstream/handle/2072/2223/UABDT06-2.pdf?sequence>. Acesso em: 30 jun 2018.

CBCS – Conselho Brasileiro de Construção Sustentável. Benchmarking e etiquetagem energética em uso, maio de 2013.

CBCS – Conselho Brasileiro de Construção Sustentável. Boletim informativo do Conselho Brasileiro de Construção Sustentável, n. 11, agosto 2014.

CBCS – Conselho Brasileiro de Construção Sustentável. Desempenho energético operacional em edificações, 2014.

CHANA, Vinita; WHITE, Stuart; HOWE, Carol; JHA, Meenakshi. Sustainable water management in commercial office buildings. **Innovations in Water: Ozwater Convention & Exhibition**, p. 6-10, April 2003.

CHUNG, William; HUI, Y.V.; LAM, Y. Miu. Benchmarking the energy efficiency of commercial buildings. *Applied Energy*, n. 83, p. 1-14, 2006.

COLWELL, Peter F.; SAX, Samuel W.; SAX, Thomas F. Toward more accurate class designation. **Illinois Real Estate Letter**, v. 16, n. 1, p. 1-4, Spring/Summer, 2002. Disponível em: <http://www.gormangrp.com/documents/ILRealEstateLetterSpringSummer2002.pdf>. Acesso em: 3 jun 2017.

DIAS, REINALDO. **Gestão ambiental: responsabilidade social e sustentabilidade**. 2. São Paulo: Atlas, 2011.

ENERGY STAR. What is energy use intensity (EUI)? Disponível em: <http://www.energystar.gov/buildings/facility-owners-and-managers/existing-buildings/use-portfolio-manager/understand-metrics/what-energy>. Acesso em: 26 jun 2014.

EPA – Environmental Protection Agency. Water efficiency in the commercial and institutional [sector: considerations for a watersense program], 2009.

EUROPEAN COMMISSION. Study on water performance of buildings. Paris: Cranfield University, 2009.

FIGUEIREDO FILHO, Dalson Britto; DA SILVA JÚNIOR, José Alexandre. Desvendando os mistérios do coeficiente de correlação de Pearson (r)*. *Revista Política Hoje*, v. 18, n. 1, 2009. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/politica hoje/article/viewFile/3852/3156>. Acesso em: 14 fev 2018.

GBC Brasil. Certificação LEED. Disponível em: <http://www.gbcbrazil.org.br/sobre-certificado.php>. Acesso: 08 mar 2018.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/derad005.pdf>. Acesso em: 03 mai 2017.

GUINDANI, Maria Lucia Monteiro. **O consumo de água e a sustentabilidade de edificações**. Rio de Janeiro: Estácio de Sá, 2007. [Monografia – Pós-graduação lato sensu – Finanças Corporativas].

GUJARATI, Damodar N. **Econometria básica**, ed. 3, São Paulo: Pearson Makron Books, 2000.

HABERMAN, Mateus; BILLGER, Monica; HAEGER-EUGENSSON, Marie. Land use regression as method to model air pollution. Previous results for Gothenburg/Sweden. **Procedia Engineering**, v. 115, 2017, p. 21-28. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705815016331>. Acesso em: 2 jul 2018.

JEON, Jihye. The strengths and limitations of the statistical modeling of complex social phenomenon: focusing on SEM, path analysis, or multiple regression models. **International Journal of Economics and Management Engineering**, v. 9, n. 5, 2015. Disponível em: <https://waset.org/publications/10001434/the-strengths-and-limitations-of-the-statistical-modeling-of-complex-social-phenomenon-focusing-on-sem-path-analysis-or-multiple-regression-models>. Acesso em: 2 jul 2018.

JORDAN GOVERNMENT. Office buildings water efficiency guide.

LAWSON, Daniel; MARION, Glenn. **An introduction to mathematical modelling**, 2008. Disponível em: www.maths.bris.ac.uk/~madjl/course_text.pdf. Acesso em: 18 ago 2016.

NUNES, Riane Torres Santiago. **Conservação da água em edifícios comerciais: potencial de uso racional e reuso em shopping center**. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2006. [Programa de Pós-Graduação em Engenharia – Dissertação de Mestrado].

ONU. Organização das Nações Unidas. Plataforma Agenda 2030. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, 2015. Disponível em: <http://www.agenda2030.com.br/>. Acesso em: 30 jun 2018.

PATTERSON, Murray G. What is energy efficiency?: concepts, indicators and methodological issues. **ELSEVIER**, v. 24, n. 5, p. 377-390, mai 1996.

PÉREZ-LOMBARD, Luis; ORTIZ, José; POUT, Christine. A review on buildings energy consumption information. **ELSEVIER**, n. 40, p. 394-398, 2008.

PRI – Princípios para o Investimento Responsável. Uma iniciativa de investidores em parceria com a Iniciativa Financeira do Programa da ONU para o Meio-Ambiente (UNEP FI) e o Pacto Global da ONU, 2016. Disponível em: <https://www.unpri.org/about>. Acesso em: 4 mai 2017.

PROSAB - Programa de Pesquisas em Saneamento Básico. **Conservação de água e energia em sistemas prediais e públicos de abastecimento de água**. Rio de Janeiro: ABES, 2009.

SABO, Kristian; SCITOVSKI, Rudolf; VAZLER, Ivan; ZEKIC-SUŠAC, Marijana. Mathematical models of natural gas consumption. **Energy Conversion and Management**, v. 52, n. 3, March 2011, p. 1721-1727. Disponível em: http://www.mathos.unios.hr/hr/znanost/radovi/Technical%20Reports/2010_4.pdf. Acesso em: 2 jul 2018.

SCHNEIDER, Astrid; HOMMEL, Gerhard; BLETTER, Maria. Linear regression analysis. **Deutsches Ärzteblatt International**, n. 107(44), 2010, p. 776-782. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2992018/>. Acesso em: 2 jul 2018.

SILVA, Haroldo Luiz Nogueira da. **Benchmarking de consumo energético em edifícios comerciais multiusuário de alto padrão na região metropolitana de São Paulo**. Santo André: Universidade Federal do ABC, 2013. [Programa de Pós-Graduação em Energia – Dissertação de Mestrado].

SINHA, Arijit; GUPTA, Rakesh; KUTNAR, Andreja. Sustainable development and green buildings. **Drvna Industrija**, n. 64 (1), p. 45-53, 2013.

SLESAREV, Michail; PANKRATOV, Evgeniy; FEDOROV, Viktor. Mathematical model of innovative sustainability "green" construction object. **EDP Sciences**, v. 86, 2016. Disponível em: https://www.mateconferences.org/articles/mateconf/abs/2016/49/mateconf_ipicse2016_01022/mateconf_ipicse2016_01022.html. Acesso em: 2 jul. 2018.

URRUTIA, J.D.; MERCADO, J.; BAUTISTA, L.A.; BACCAY, E.B. Projecting the water and electric consumption of polytechnic university of the Philippines. **Journal of Physics**, v. 820, 2017. Disponível em: <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/820/1/012001/meta>. Acesso em: 2 jul 2018.

VERONEZI, Ana Beatriz Poli; LIMA JR., João da Rocha; ALENCAR, Claudio Tavares de. Sistema de classificação de edifícios de escritórios no Brasil. **V Seminário Internacional da LARES**, setembro/2005. Disponível em: http://www.realestate.br/dash/uploads/sistema/images/File/arquivosPDF/Veronezi_RochaLima_Alencar_Portugues_LARES_set05.pdf. Acesso em: 3 jun 2017.

WOLFF, Jeferson Fernando de Souza; SERRANO, Agostinho. O significado da modelagem utilizado no ensino de física conforme lido a partir de referenciais da educação matemática. Disponível em: <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R1290-1.pdf>. Acesso em: 27 fev 2016.

WOOLDRIDGE, Jeffrey M. **Introdução à econometria**: uma abordagem moderna. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2006.

ZHANG, Tao; SIEBERS, Peer-Olaf; AICKELIN, Uwe. Modelling Office Energy Consumption: An Agent Based Approach. Artificial Intelligence [Cornell University Library], July 2016. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/1607.06332v1>. Acesso em: 2 jul 2018.

ANEXOS

ANEXO A
POPULAÇÃO PREDIAL

ANEXO A-1 – POPULAÇÃO PREDIAL TOTAL – ANO 2013

CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA - IMÓVEIS COMERCIAIS - ANO 2013 - POPULAÇÃO PREDIAL MENSAL

Imóvel	Área (m2)			Período de Leitura/População Predial Mensal												Total	Média
	Construída	Comum	Privativa	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
IM-AGB-14	62.902,37	27.932,37	34.970,00	3.017,00	2.975,00	3.218,00	3.097,00	3.157,00	2.926,00	2.759,00	3.211,00	3.065,00	3.074,00	2.889,00	2.628,00	36.016,00	3.001,33
IM-ABP-1	53.065,00	24.720,00	25.856,26	2.748,00	2.827,00	2.821,00	2.775,00	2.782,00	2.838,00	2.834,00	2.843,00	2.830,00	2.752,00	2.754,00	2.750,00	33.554,00	2.796,17
IM-ANS-18	12.167,00	7.206,00	19.373,00	730,00	730,00	730,00	730,00	730,00	730,00	730,00	730,00	730,00	730,00	730,00	730,00	8.760,00	730,00
IM-BRM-2	74.240,00	7.362,88	32.135,02	4.600,00	4.600,00	4.600,00	4.600,00	4.600,00	4.600,00	4.600,00	4.600,00	4.600,00	4.600,00	4.160,00	4.160,00	54.320,00	4.526,67
IM-CCP-15	22.451,91	5.975,91	17.182,26	30.253,00	30.253,00	30.253,00	30.253,00	30.253,00	30.253,00	30.253,00	30.253,00	30.253,00	30.253,00	30.253,00	30.253,00	363.036,00	30.253,00
IM-CTN-3	26.976,60	15.268,60	15.268,60	2.528,00	2.528,00	2.528,00	2.528,00	2.528,00	2.528,00	2.528,00	2.528,00	2.528,00	2.528,00	2.528,00	2.528,00	30.336,00	2.528,00
IM-CTA-19	9.575,73	4.795,60	4.840,66	9.069,00	6.612,00	8.260,00	9.411,00	9.119,00	9.062,00	9.476,00	10.105,00	9.403,00	9.437,00	8.448,00	6.708,00	105.110,00	8.759,17
IM-CRT-4	33.569,35	18.063,00	18.063,01	1.490,00	1.490,00	1.490,00	1.480,00	1.480,00	1.480,00	1.480,00	1.400,00	1.300,00	1.300,00	1.300,00	855,00	16.545,00	1.378,75
IM-TEB-5	171.826,68	47.122,43	69.469,78	5.500,00	5.500,00	5.500,00	5.500,00	5.500,00	5.500,00	5.500,00	5.500,00	5.500,00	5.500,00	5.500,00	5.500,00	66.000,00	5.500,00
IM-NTR-20	15.606,22	7.852,00	10.563,72	2.800,00	2.800,00	2.800,00	2.800,00	2.800,00	2.800,00	2.800,00	2.800,00	2.800,00	2.800,00	2.800,00	2.800,00	33.600,00	2.800,00
IM-EMR-16	13.465,60	9.628,03	9.686,53	64,00	84,00	100,00	112,00	402,00	480,00	496,00	596,00	622,00	694,00	696,00	802,00	5.148,00	429,00
IM-MRT-6	33.984,38	20.290,00	20.297,00	38.160,00	38.612,00	43.989,00	42.678,00	45.031,00	43.890,00	44.177,00	46.865,00	45.812,00	48.291,00	47.510,00	36.575,00	521.590,00	43.465,83
IM-CMC-7	48.423,00	29.127,80	25.905,64	4.470,00	4.498,00	4.487,00	4.535,00	4.616,00	4.632,00	4.606,00	4.600,00	4.647,00	4.725,00	4.782,00	4.816,00	55.414,00	4.617,83
IM-BSB-17	203.489,56	N/A	43.016,70	1.500,00	1.400,00	1.800,00	1.800,00	1.800,00	1.800,00	1.800,00	1.800,00	1.800,00	1.800,00	1.800,00	1.800,00	20.900,00	1.741,67
IM-PCT-8	77.536,85	30.297,61	38.774,75	3.508,00	3.508,00	3.508,00	3.508,00	3.508,00	3.508,00	3.508,00	3.508,00	3.508,00	3.508,00	3.508,00	3.508,00	42.096,00	3.508,00
IM-RBC-21	72.354,59	13.606,71	31.930,29	2.600,00	2.600,00	2.600,00	2.600,00	2.650,00	2.530,00	2.530,00	2.530,00	2.530,00	2.350,00	2.220,00	1.895,00	29.635,00	2.469,58
IM-RMT-9	61.203,24	18.090,26	28.900,00	3.020,00	3.020,00	3.020,00	3.020,00	3.020,00	3.020,00	3.020,00	3.020,00	3.020,00	2.520,00	2.520,00	2.520,00	34.740,00	2.895,00
IM-SLG-11	60.204,75	11.848,00	46.062,16	4.005,00	3.978,00	4.000,00	4.003,00	4.002,00	4.000,00	4.019,00	3.998,00	3.985,00	3.980,00	4.013,00	3.479,00	47.462,00	3.955,17
IM-SLZ-10	83.659,16	16.910,54	41.272,44	8.000,00	8.000,00	8.000,00	8.000,00	8.000,00	8.000,00	8.000,00	8.000,00	8.000,00	6.600,00	6.600,00	6.600,00	91.800,00	7.650,00
IM-CCN-12	63.329,02	40.421,00	40.648,01	12.812,00	12.785,00	11.814,00	12.245,00	12.702,00	12.709,00	11.212,00	11.195,00	12.115,00	12.016,00	12.326,00	12.246,00	146.177,00	12.181,42
IM-WTR-13	67.623,90	28.681,03	31.033,61	52.757,00	46.497,00	48.357,00	53.157,00	50.798,00	48.504,00	49.346,00	53.423,00	50.832,00	56.513,00	47.723,00	45.639,00	603.546,00	50.295,50

Fonte: Fundo de Pensão/Condomínio do Imóvel

ANEXO A-2 – POPULAÇÃO PREDIAL MENSAL – HORÁRIO COMERCIAL – ANO 2013

CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA - IMÓVEIS COMERCIAIS - ANO 2013 - POPULAÇÃO PREDIAL MENSAL/HORÁRIO COMERCIAL

Imóvel	Área (m2)			População Predia Mensal/Horário Comercial													Total	Média
	Construída	Comum	Privativa	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez			
IM-AGB-14	62.902,37	27.932,37	34.970,00	2.818,00	2.778,00	2.815,00	2.932,00	2.926,00	2.781,00	2.549,00	2.933,00	2.782,00	2.738,00	2.612,00	2.391,00	33.055,00	2.754,58	
IM-ABP-1	53.065,00	24.720,00	25.856,26	2.727,00	2.806,00	2.800,00	2.754,00	2.761,00	2.817,00	2.813,00	2.822,00	2.809,00	2.731,00	2.733,00	2.729,00	33.302,00	2.775,17	
IM-ANS-18	12.167,00	7.206,00	19.373,00	710,00	710,00	710,00	710,00	710,00	710,00	710,00	710,00	710,00	710,00	710,00	710,00	8.520,00	710,00	
IM-BRM-2	74.240,00	7.362,88	32.135,02	4.500,00	4.500,00	4.500,00	4.500,00	4.500,00	4.500,00	4.500,00	4.500,00	4.500,00	4.500,00	4.100,00	4.100,00	53.200,00	4.433,33	
IM-CCP-15	22.451,91	5.975,91	17.182,26	29.117,00	29.117,00	29.117,00	29.117,00	29.117,00	29.117,00	29.117,00	29.117,00	29.117,00	29.117,00	29.117,00	29.117,00	349.404,00	29.117,00	
IM-CTN-3	26.976,60	15.268,60	15.268,60	2.328,00	2.328,00	2.328,00	2.328,00	2.328,00	2.328,00	2.328,00	2.328,00	2.328,00	2.328,00	2.328,00	2.328,00	27.936,00	2.328,00	
IM-CTA-19	9.575,73	4.795,60	4.840,66	7.234,00	5.290,00	6.748,00	7.848,00	7.489,00	7.260,00	7.508,00	8.165,00	7.698,00	7.520,00	6.889,00	5.305,00	84.954,00	7.079,50	
IM-CRT-4	33.569,35	18.063,00	18.063,01	1.490,00	1.490,00	1.490,00	1.480,00	1.480,00	1.480,00	1.480,00	1.400,00	1.300,00	1.300,00	1.300,00	855,00	16.545,00	1.378,75	
IM-TEB-5	171.826,68	47.122,43	69.469,78	5.500,00	5.500,00	5.500,00	5.500,00	5.500,00	5.500,00	5.500,00	5.500,00	5.500,00	5.500,00	5.500,00	5.500,00	66.000,00	5.500,00	
IM-NTR-20	15.606,22	7.852,00	10.563,72	2.700,00	2.700,00	2.700,00	2.700,00	2.700,00	2.700,00	2.700,00	2.700,00	2.700,00	2.700,00	2.700,00	2.700,00	32.400,00	2.700,00	
IM-EMR-16	13.465,60	9.628,03	9.686,53	32,00	42,00	50,00	56,00	201,00	240,00	248,00	298,00	311,00	347,00	348,00	401,00	2.574,00	214,50	
IM-MRT-6	33.984,38	20.290,00	20.297,00	36.750,00	37.154,00	41.894,00	41.013,00	43.291,00	41.984,00	42.624,00	45.115,00	44.218,00	46.695,00	45.747,00	34.907,00	501.392,00	41.782,67	
IM-CMC-7	48.423,00	29.127,80	25.905,64	4.470,00	4.498,00	4.487,00	4.535,00	4.616,00	4.632,00	4.606,00	4.600,00	4.647,00	4.725,00	4.782,00	4.816,00	55.414,00	4.617,83	
IM-BSB-17	203.489,56	N/A	43.016,70	1.500,00	1.400,00	1.800,00	1.800,00	1.800,00	1.800,00	1.800,00	1.800,00	1.800,00	1.800,00	1.800,00	1.800,00	20.900,00	1.741,67	
IM-PCT-8	77.536,85	30.297,61	38.774,75	3.208,00	3.208,00	3.208,00	3.208,00	3.208,00	3.208,00	3.208,00	3.208,00	3.208,00	3.208,00	3.208,00	3.208,00	38.496,00	3.208,00	
IM-RBC-21	72.354,59	13.606,71	31.930,29	2.400,00	2.400,00	2.400,00	2.400,00	2.450,00	2.350,00	2.350,00	2.350,00	2.350,00	2.200,00	2.100,00	1.815,00	27.565,00	2.297,08	
IM-RMT-9	61.203,24	18.090,26	28.900,00	3.000,00	3.000,00	3.000,00	3.000,00	3.000,00	3.000,00	3.000,00	3.000,00	3.000,00	2.500,00	2.500,00	2.500,00	34.500,00	2.875,00	
IM-SLG-11	60.204,75	11.848,00	46.062,16	3.752,00	3.743,00	3.750,00	3.749,00	3.755,00	3.748,00	3.766,00	3.751,00	3.749,00	3.726,00	3.758,00	3.223,00	44.470,00	3.705,83	
IM-SLZ-10	83.659,16	16.910,54	41.272,44	4.000,00	4.000,00	4.000,00	4.000,00	4.000,00	4.000,00	4.000,00	4.000,00	4.000,00	3.300,00	3.300,00	3.300,00	45.900,00	3.825,00	
IM-CCN-12	63.329,02	40.421,00	40.648,01	8.968,00	8.949,00	8.269,00	8.571,00	8.891,00	8.896,00	7.848,00	7.836,00	8.480,00	8.411,00	8.628,00	8.572,00	102.319,00	8.526,58	
IM-WTR-13	67.623,90	28.681,03	31.033,61	52.627,00	46.367,00	48.227,00	53.027,00	50.668,00	48.374,00	49.216,00	53.293,00	50.702,00	56.383,00	47.593,00	45.509,00	601.986,00	50.165,50	

Fonte: Fundo de Pensão/Condomínio do Imóvel

ANEXO A-3 – POPULAÇÃO PREDIAL MENSAL – HORÁRIO NÃO COMERCIAL – ANO 2013

CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA - IMÓVEIS COMERCIAIS - ANO 2013 - POPULAÇÃO PREDIAL MENSAL/HORÁRIO NÃO COMERCIAL

Imóvel	Área (m2)			População Predial Mensal/Horário Não Comercial												Total	Média
	Construída	Comum	Privativa	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
IM-AGB-14	62.902,37	27.932,37	34.970,00	199,00	197,00	403,00	165,00	231,00	145,00	210,00	278,00	283,00	336,00	277,00	237,00	2.961,00	246,75
IM-ABP-1	53.065,00	24.720,00	25.856,26	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	252,00	21,00
IM-ANS-18	12.167,00	7.206,00	19.373,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	240,00	20,00
IM-BRM-2	74.240,00	7.362,88	32.135,02	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	60,00	60,00	1.120,00	93,33
IM-CCP-15	22.451,91	5.975,91	17.182,26	1.136,00	1.136,00	1.136,00	1.136,00	1.136,00	1.136,00	1.136,00	1.136,00	1.136,00	1.136,00	1.136,00	1.136,00	13.632,00	1.136,00
IM-CTN-3	26.976,60	15.268,60	15.268,60	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	2.400,00	200,00
IM-CTA-19	9.575,73	4.795,60	4.840,66	1.835,00	1.322,00	1.512,00	1.563,00	1.630,00	1.802,00	1.968,00	1.940,00	1.705,00	1.917,00	1.559,00	1.403,00	20.156,00	1.679,67
IM-CRT-4	33.569,35	18.063,00	18.063,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IM-TEB-5	171.826,68	47.122,43	69.469,78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IM-NTR-20	15.606,22	7.852,00	10.563,72	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	1.200,00	100,00
IM-EMR-16	13.465,60	9.628,03	9.686,53	32,00	42,00	50,00	56,00	201,00	240,00	248,00	298,00	311,00	347,00	348,00	401,00	2.574,00	214,50
IM-MRT-6	33.984,38	20.290,00	20.297,00	1.410,00	1.458,00	2.095,00	1.665,00	1.740,00	1.906,00	1.553,00	1.750,00	1.594,00	1.596,00	1.763,00	1.668,00	20.198,00	1.683,17
IM-CMC-7	48.423,00	29.127,80	25.905,64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IM-BSB-17	203.489,56	N/A	43.016,70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IM-PCT-8	77.536,85	30.297,61	38.774,75	300,00	300,00	300,00	300,00	300,00	300,00	300,00	300,00	300,00	300,00	300,00	300,00	3.600,00	300,00
IM-RBC-21	72.354,59	13.606,71	31.930,29	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	180,00	180,00	180,00	180,00	150,00	120,00	80,00	2.070,00	172,50
IM-RMT-9	61.203,24	18.090,26	28.900,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	240,00	20,00
IM-SLG-11	60.204,75	11.848,00	46.062,16	253,00	235,00	250,00	254,00	247,00	252,00	253,00	247,00	236,00	254,00	255,00	256,00	2.992,00	249,33
IM-SLZ-10	83.659,16	16.910,54	41.272,44	4.000,00	4.000,00	4.000,00	4.000,00	4.000,00	4.000,00	4.000,00	4.000,00	4.000,00	3.300,00	3.300,00	3.300,00	45.900,00	3.825,00
IM-CCN-12	63.329,02	40.421,00	40.648,01	3.844,00	3.836,00	3.545,00	3.674,00	3.811,00	3.813,00	3.364,00	3.359,00	3.635,00	3.605,00	3.698,00	3.674,00	43.858,00	3.654,83
IM-WTR-13	67.623,90	28.681,03	31.033,61	130,00	130,00	130,00	130,00	130,00	130,00	130,00	130,00	130,00	130,00	130,00	130,00	1.560,00	130,00

Fonte: Fundo de Pensão/Condomínio do Imóvel

ANEXO B

CONSUMO DE ÁGUA

ANEXO B-1 – CONSUMO TOTAL DE ÁGUA – IMÓVEIS COMERCIAIS – ANO 2013

CONSUMO TOTAL DE ÁGUA - IMÓVEIS COMERCIAIS - ANO 2013

Imóvel	Área (m2)			Período de Leitura/Consumo em m³													Total	Média
	Construída	Comum	Privativa	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez			
IM-AGB-14	67.001,36	27.932,37	34.970,00	2.644,00	2.572,00	2.743,00	3.287,00	3.235,00	3.062,00	3.312,00	2.954,00	3.802,00	3.461,00	3.357,00	3.279,00	37.708,00	3.142,33	
IM-ABP-1	77.467,39	24.720,00	25.856,26	3.154,00	2.451,00	2.386,00	3.159,00	3.114,00	3.478,00	2.396,00	3.028,00	3.672,00	4.206,00	4.384,00	3.446,00	38.874,00	3.239,50	
IM-ANS-18	19.977,23	7.206,00	14.198,83	922,00	893,00	965,00	1.090,00	868,00	816,00	748,00	796,00	894,00	945,00	1.022,00	952,00	10.911,00	909,25	
IM-BRM-2	81.989,65	7.362,88	32.135,02	5.555,00	6.496,00	5.854,00	5.926,00	5.417,00	5.915,00	5.660,00	5.937,00	6.191,00	5.962,00	5.771,00	5.842,00	70.526,00	5.877,17	
IM-CCP-15	24.069,31	5.975,91	17.182,36	1.995,00	2.261,00	2.194,50	1.928,50	2.032,00	2.128,00	1.995,00	1.995,00	2.194,50	1.928,50	1.862,00	2.261,00	24.775,00	2.064,58	
IM-CTN-3	26.976,60	15.155,13	15.268,60	1.799,00	2.150,00	2.205,00	2.128,00	1.779,00	1.846,00	1.862,00	1.852,00	1.973,00	1.739,00	1.659,00	1.819,00	22.811,00	1.900,92	
IM-CTA-19	9.575,73	4.795,60	4.840,66	499,00	405,00	409,00	412,00	382,00	363,00	356,00	448,00	365,00	392,00	359,00	280,00	4.670,00	389,17	
IM-CRT-4	33.569,35	18.063,00	18.063,01	2.460,00	2.372,00	2.625,00	2.585,00	2.377,00	2.583,00	2.718,00	3.068,00	3.123,00	2.383,00	2.177,00	2.015,00	30.486,00	2.540,50	
IM-TEB-5	171.826,68	47.122,43	69.469,78	10.305,00	13.188,00	10.116,00	9.770,00	8.423,00	5.849,00	4.869,00	5.329,70	5.257,80	5.124,30	5.413,00	5.314,00	88.958,80	7.413,23	
IM-NTR-20	13.542,84	7.852,00	10.563,72	1.045,00	1.305,00	1.282,00	1.140,00	1.187,00	1.045,30	980,00	1.633,00	1.012,60	937,30	914,60	1.012,60	13.494,40	1.124,53	
IM-EMR-16	13.519,64	9.628,03	9.686,53	163,20	138,60	158,00	171,00	230,00	278,00	263,00	275,00	261,00	272,00	367,00	557,00	3.133,80	261,15	
IM-MRT-6	40.316,07	20.290,00	20.297,00	2.129,00	2.150,00	2.019,00	1.801,00	1.700,00	2.474,00	1.887,00	2.067,00	1.879,00	2.210,00	2.264,00	1.652,00	24.232,00	2.019,33	
IM-CMC-7	56.071,44	29.127,80	25.905,64	6.350,00	6.387,00	5.726,00	7.395,00	5.905,00	6.174,00	5.797,00	5.829,00	5.880,00	5.672,00	5.852,00	6.419,00	73.386,00	6.115,50	
IM-PCT-8	77.536,85	30.297,61	38.774,75	3.233,00	4.316,00	3.798,00	3.724,00	3.439,00	3.422,00	4.311,00	3.432,00	4.431,00	3.553,00	4.710,00	2.798,00	45.167,00	3.763,92	
IM-RBC-21	72.354,59	13.606,71	31.930,29	5.630,00	5.040,00	5.270,00	3.850,00	3.217,00	3.538,00	3.660,00	4.026,00	4.730,00	4.270,00	4.190,00	3.740,00	51.161,00	4.263,42	
IM-RMT-9	61.203,24	18.090,26	28.900,00	3.265,00	3.634,00	3.720,00	3.735,00	2.811,00	1.750,00	1.750,00	1.866,60	1.808,30	1.808,30	1.633,30	1.691,60	29.473,10	2.456,09	
IM-SLG-11	60.204,75	11.848,00	46.062,16	4.977,00	4.799,00	4.714,00	4.289,00	4.068,00	3.665,00	3.639,00	3.428,00	3.549,00	3.855,00	4.053,00	4.695,00	49.731,00	4.144,25	
IM-SLZ-10	83.659,16	16.910,54	41.272,44	4.263,00	4.505,00	5.417,00	5.264,00	5.493,00	4.768,00	4.856,00	5.105,00	5.410,00	5.409,00	4.926,00	4.076,00	59.492,00	4.957,67	
IM-CCN-12	63.329,02	40.421,00	40.648,01	7.184,00	7.700,00	7.469,00	8.397,00	7.564,00	6.740,00	6.972,00	6.696,00	7.260,00	7.197,00	6.325,00	6.335,00	85.839,00	7.153,25	
IM-WTR-13	67.623,79	28.681,03	31.033,61	3.481,00	3.594,00	3.524,00	2.822,00	2.492,00	2.497,00	3.216,00	3.748,00	3.855,00	3.776,00	3.621,00	4.286,00	40.912,00	3.409,33	

Fonte: Fundo de Pensão/Condomínio do Imóvel

ANEXO B-2 – CONSUMO DE ÁGUA – IMÓVEIS COMERCIAIS – ANO 2013 – CONCESSIONÁRIA DE SERVIÇO PÚBLICO

CONSUMO DE ÁGUA - IMÓVEIS COMERCIAIS - CONCESSIONÁRIA DE SERVIÇO PÚBLICO - ANO 2013

Imóvel	Área (m2)			Período de Leitura/Consumo em m³													Total	Média
	Construída	Comum	Privativa	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez			
IM-AGB-14	67.001,36	27.932,37	34.970,00	2.644,00	2.572,00	2.743,00	3.287,00	3.035,00	3.062,00	3.312,00	2.954,00	3.802,00	3.461,00	3.357,00	3.279,00	37.508,00	3.125,67	
IM-ABP-1	77.467,39	24.720,00	25.856,26	-	-	46,00	-	-	-	-	-	116,00	2.628,00	192,00	11,00	2.993,00	249,42	
IM-ANS-18	19.977,23	7.206,00	14.198,83	922,00	893,00	965,00	1.090,00	868,00	816,00	748,00	796,00	894,00	945,00	1.022,00	952,00	10.911,00	909,25	
IM-BRM-2	81.989,65	7.362,88	32.135,02	5.555,00	6.496,00	5.854,00	5.926,00	5.417,00	5.915,00	5.660,00	5.937,00	6.191,00	5.962,00	5.771,00	5.842,00	70.526,00	5.877,17	
IM-CCP-15	24.069,31	5.975,91	17.182,36	1.995,00	2.261,00	2.194,50	1.928,50	2.032,00	2.128,00	1.995,00	1.995,00	2.194,50	1.928,50	1.862,00	2.261,00	24.775,00	2.064,58	
IM-CTN-3	26.976,60	15.155,13	15.268,60	1.799,00	2.150,00	2.205,00	2.128,00	1.779,00	1.846,00	1.862,00	1.852,00	1.973,00	1.739,00	1.659,00	1.819,00	22.811,00	1.900,92	
IM-CTA-19	9.575,73	4.795,60	4.840,66	499,00	405,00	409,00	412,00	382,00	363,00	356,00	448,00	365,00	392,00	359,00	280,00	4.670,00	389,17	
IM-CRT-4	33.569,35	18.063,00	18.063,01	624,00	635,00	635,00	619,00	631,00	627,00	635,00	632,00	628,00	620,00	620,00	673,00	7.579,00	631,58	
IM-TEB-5	171.826,68	47.122,43	69.469,78	10.305,00	13.188,00	10.116,00	9.770,00	8.293,00	5.504,00	4.100,00	4.874,00	4.804,00	4.168,00	4.258,00	4.104,00	83.484,00	6.957,00	
IM-NTR-20	13.542,84	7.852,00	10.563,72	1.045,00	1.305,00	1.282,00	1.140,00	1.187,00	1.045,30	980,00	1.633,00	1.012,60	937,30	914,60	1.012,60	13.494,40	1.124,53	
IM-EMR-16	13.519,64	9.628,03	9.686,53	163,20	138,60	158,00	171,00	230,00	278,00	263,00	275,00	261,00	272,00	367,00	557,00	3.133,80	261,15	
IM-MRT-6	40.316,07	20.290,00	20.297,00	2.129,00	2.150,00	2.019,00	1.801,00	1.700,00	1.002,00	-	-	-	-	-	-	10.801,00	900,08	
IM-CMC-7	56.071,44	29.127,80	25.905,64	6.350,00	6.387,00	5.726,00	7.395,00	5.905,00	6.174,00	5.797,00	5.829,00	5.880,00	5.672,00	5.852,00	6.419,00	73.386,00	6.115,50	
IM-PCT-8	77.536,85	30.297,61	38.774,75	2.733,00	3.816,00	3.298,00	3.224,00	2.939,00	2.922,00	3.811,00	2.932,00	3.931,00	3.053,00	4.210,00	2.298,00	39.167,00	3.263,92	
IM-RBC-21	72.354,59	13.606,71	31.930,29	5.630,00	5.040,00	5.270,00	3.850,00	3.217,00	3.538,00	3.660,00	4.026,00	4.730,00	4.270,00	4.190,00	3.740,00	51.161,00	4.263,42	
IM-RMT-9	61.203,24	18.090,26	28.900,00	3.265,00	3.634,00	3.720,00	3.735,00	2.811,00	1.750,00	1.750,00	1.866,60	1.808,30	1.808,30	1.633,30	1.691,60	29.473,10	2.456,09	
IM-SLG-11	60.204,75	11.848,00	46.062,16	4.977,00	4.799,00	4.714,00	4.289,00	4.068,00	3.665,00	3.639,00	3.428,00	3.549,00	3.855,00	4.053,00	4.695,00	49.731,00	4.144,25	
IM-SLZ-10	83.659,16	16.910,54	41.272,44	1.449,00	1.938,00	2.053,00	1.834,00	2.410,00	2.131,00	2.177,00	2.370,00	1.852,00	2.319,00	1.982,00	1.440,00	23.955,00	1.996,25	
IM-CCN-12	63.329,02	40.421,00	40.648,01	7.184,00	7.700,00	7.469,00	8.397,00	7.564,00	6.740,00	6.972,00	6.696,00	7.260,00	7.197,00	6.325,00	6.335,00	85.839,00	7.153,25	
IM-WTR-13	67.623,79	28.681,03	31.033,61	1.119,00	748,00	577,00	676,00	536,00	143,00	102,00	198,00	1,00	153,00	284,00	336,00	4.873,00	406,08	

Fonte: Fundo de Pensão/Condomínio do Imóvel

ANEXO B-3 – CONSUMO DE ÁGUA – IMÓVEIS COMERCIAIS – ANO 2013 – POÇO ARTESIANO

CONSUMO DE ÁGUA - IMÓVEIS COMERCIAIS - POÇO ARTESIANO - ANO 2013

Imóvel	Área (m2)			Período de Leitura/Consumo em m ³												Total	Média
	Construída	Comum	Privativa	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
IM-AGB-14	67.001,36	27.932,37	34.970,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IM-ABP-1	77.467,39	24.720,00	25.856,26	2.823,00	2.432,00	2.340,00	3.159,00	3.114,00	2.896,00	2.340,00	3.028,00	3.556,00	1.311,00	3.657,00	3.197,00	33.853,00	2.821,08
IM-ANS-18	19.977,23	7.206,00	14.198,83	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IM-BRM-2	81.989,65	7.362,88	32.135,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IM-CCP-15	24.069,31	5.975,91	17.182,36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IM-CTN-3	26.976,60	15.155,13	15.268,60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IM-CTA-19	9.575,73	4.795,60	4.840,66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IM-CRT-4	33.569,35	18.063,00	18.063,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IM-TEB-5	171.826,68	47.122,43	69.469,78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IM-NTR-20	13.542,84	7.852,00	10.563,72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IM-EMR-16	13.519,64	9.628,03	9.686,53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IM-MRT-6	40.316,07	20.290,00	20.297,00	-	-	-	-	-	1.472,00	1.887,00	2.067,00	1.879,00	2.210,00	2.264,00	1.652,00	13.431,00	1.119,25
IM-CMC-7	56.071,44	29.127,80	25.905,64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IM-PCT-8	77.536,85	30.297,61	38.774,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IM-RBC-21	72.354,59	13.606,71	31.930,29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IM-RMT-9	61.203,24	18.090,26	28.900,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IM-SLG-11	60.204,75	11.848,00	46.062,16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IM-SLZ-10	83.659,16	16.910,54	41.272,44	2.814,00	2.567,00	3.364,00	3.430,00	3.083,00	2.637,00	2.679,00	2.735,00	3.558,00	3.090,00	2.944,00	2.636,00	35.537,00	2.961,42
IM-CCN-12	63.329,02	40.421,00	40.648,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IM-WTR-13	67.623,79	28.681,03	31.033,61	2.362,00	2.846,00	2.947,00	2.146,00	1.956,00	2.354,00	3.114,00	3.550,00	3.854,00	3.623,00	3.337,00	3.950,00	36.039,00	3.003,25

Fonte: Fundo de Pensão/Condomínio do Imóvel

ANEXO B-4 – CONSUMO DE ÁGUA – IMÓVEIS COMERCIAIS – ANO 2013 – ÁGUA DE REUSO

CONSUMO DE ÁGUA - IMÓVEIS COMERCIAIS - ÁGUA DE REUSO - ANO 2013

Imóvel	Área (m2)			Período de Leitura/Consumo em m ³												Total	Média
	Construída	Comum	Privativa	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
IM-AGB-14	67.001,36	27.932,37	34.970,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IM-ABP-1	77.467,39	24.720,00	25.856,26	331,00	19,00	-	-	-	582,00	56,00	-	-	247,00	535,00	238,00	2.008,00	167,33
IM-ANS-18	19.977,23	7.206,00	14.198,83	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IM-BRM-2	81.989,65	7.362,88	32.135,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IM-CCP-15	24.069,31	5.975,91	17.182,36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IM-CTN-3	26.976,60	15.155,13	15.268,60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IM-CTA-19	9.575,73	4.795,60	4.840,66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IM-CRT-4	33.569,35	18.063,00	18.063,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IM-TEB-5	171.826,68	47.122,43	69.469,78	-	-	-	-	130,00	345,00	769,00	455,70	453,80	956,30	1.155,00	1.210,00	5.474,80	456,23
IM-NTR-20	13.542,84	7.852,00	10.563,72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IM-EMR-16	13.519,64	9.628,03	9.686,53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IM-MRT-6	40.316,07	20.290,00	20.297,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IM-CMC-7	56.071,44	29.127,80	25.905,64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IM-PCT-8	77.536,85	30.297,61	38.774,75	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	6.000,00	500,00
IM-RBC-21	72.354,59	13.606,71	31.930,29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IM-RMT-9	61.203,24	18.090,26	28.900,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IM-SLG-11	60.204,75	11.848,00	46.062,16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IM-SLZ-10	83.659,16	16.910,54	41.272,44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IM-CCN-12	63.329,02	40.421,00	40.648,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IM-WTR-13	67.623,79	28.681,03	31.033,61	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: Fundo de Pensão/Condomínio do Imóvel

ANEXO B-5 – CONSUMO DE ÁGUA – IMÓVEIS COMERCIAIS – ANO 2013 – OUTRAS FONTES

CONSUMO DE ÁGUA - IMÓVEIS COMERCIAIS - OUTRAS FONTES - ANO 2013

Imóvel	Área (m2)			Período de Leitura/Consumo em m ³												Total	Média
	Construída	Comum	Privativa	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
IM-AGB-14	67.001,36	27.932,37	34.970,00	-	-	-	-	200,00	-	-	-	-	-	-	-	200,00	16,67
IM-ABP-1	77.467,39	24.720,00	25.856,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20,00	-	-	20,00	1,67
IM-ANS-18	19.977,23	7.206,00	14.198,83	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IM-BRM-2	81.989,65	7.362,88	32.135,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IM-CCP-15	24.069,31	5.975,91	17.182,36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IM-CTN-3	26.976,60	15.155,13	15.268,60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IM-CTA-19	9.575,73	4.795,60	4.840,66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IM-CRT-4	33.569,35	18.063,00	18.063,01	1836	1737	1990	1966	1746	1956	2083	2436	2495	1763	1557	1342	22.907,00	1.908,92
IM-TEB-5	171.826,68	47.122,43	69.469,78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IM-NTR-20	13.542,84	7.852,00	10.563,72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IM-EMR-16	13.519,64	9.628,03	9.686,53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IM-MRT-6	40.316,07	20.290,00	20.297,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IM-CMC-7	56.071,44	29.127,80	25.905,64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IM-PCT-8	77.536,85	30.297,61	38.774,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IM-RBC-21	72.354,59	13.606,71	31.930,29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IM-RMT-9	61.203,24	18.090,26	28.900,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IM-SLG-11	60.204,75	11.848,00	46.062,16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IM-SLZ-10	83.659,16	16.910,54	41.272,44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IM-CCN-12	63.329,02	40.421,00	40.648,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IM-WTR-13	67.623,79	28.681,03	31.033,61	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: Fundo de Pensão/Condomínio do Imóvel

ANEXO C
CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA

ANEXO C-1 – CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA – IMÓVEIS COMERCIAIS – ANO 2013

CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA - IMÓVEIS COMERCIAIS - ANO 2013

Imóvel	Área (m2)			Período de Leitura/Consumo em kWh												Total	Média
	Construída	Comum	Privativa	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
IM-AGB-14	62.902,37	27.932,37	34.970,00	411.209,20	463.920,40	452.270,00	368.421,94	365.915,44	321.923,52	299.020,90	293.471,20	370.199,44	349.291,44	402.959,00	412.004,00	4.509.571,68	375.797,64
IM-ABP-1	53.065,00	24.720,00	25.856,26	248.517,70	271.001,50	302.841,40	243.239,80	233.450,90	219.694,00	182.010,60	158.899,70	222.881,00	216.111,20	252.573,10	273.574,40	2.824.795,30	235.399,61
IM-ANS-18	12.167,00	7.206,00	19.373,00	216.561,30	219.879,00	214.978,50	188.732,40	190.345,20	176.035,50	174.613,50	175.024,20	189.941,50	190.809,00	216.527,80	228.092,00	2.381.539,90	198.461,66
IM-BRM-2	74.240,00	7.362,88	32.135,02	897.439,00	983.119,00	964.222,00	877.525,00	869.178,00	851.623,00	809.195,00	754.674,00	864.905,00	797.761,00	864.892,00	863.065,00	10.397.598,00	866.466,50
IM-CCP-15	22.451,91	5.975,91	17.182,26	159.180,00	144.744,00	184.368,00	137.964,00	127.512,00	124.824,00	114.984,00	101.724,00	121.212,00	131.148,00	128.652,00	138.660,00	1.614.972,00	134.581,00
IM-CTN-3	26.976,60	15.268,60	15.268,60	541.768,00	567.512,00	550.897,00	507.116,00	493.213,00	505.556,00	468.164,00	453.626,00	507.487,00	500.636,00	534.520,00	519.795,00	6.150.290,00	512.524,17
IM-CTA-19	9.575,73	4.795,60	4.840,66	10.993,25	10.804,78	11.797,44	9.229,94	7.845,02	8.323,46	7.099,79	7.455,27	7.614,86	8.118,69	8.647,96	9.234,86	107.165,32	8.930,44
IM-CRT-4	33.569,35	18.063,00	18.063,01	156.893,00	164.238,17	175.485,98	138.150,18	132.423,80	110.254,73	97.747,02	89.207,27	109.655,28	104.897,84	128.173,61	106.383,27	1.513.510,15	126.125,95
IM-TEB-5	171.826,68	47.122,43	69.469,78	1.199.544,00	1.327.526,00	1.204.961,00	1.102.006,00	1.083.849,00	1.035.295,00	988.439,00	922.060,00	1.058.999,00	953.919,00	1.019.436,00	1.092.173,00	12.988.207,00	1.082.350,58
IM-NTR-20	15.606,22	7.852,00	10.563,72	50.700,00	46.296,00	46.728,00	46.716,00	39.108,00	41.940,00	42.024,00	40.164,00	46.020,00	42.072,00	44.736,00	41.352,00	527.856,00	43.988,00
IM-EMR-16	13.465,60	9.628,03	9.686,53	66.800,00	66.400,00	75.600,00	74.400,00	61.600,00	59.600,00	53.600,00	47.200,00	51.200,00	59.600,00	58.800,00	71.200,00	746.000,00	62.166,67
IM-MRT-6	33.984,38	20.290,00	20.297,00	260.135,41	275.839,41	304.080,21	245.308,14	246.791,79	221.057,97	216.581,82	216.029,94	228.399,15	218.120,07	256.291,94	284.248,14	2.972.883,99	247.740,33
IM-CMC-7	48.423,00	29.127,80	25.905,64	299.107,00	273.290,00	299.835,00	300.059,00	271.520,00	245.711,00	240.518,00	212.721,00	224.438,00	248.957,00	254.851,00	253.019,00	3.124.026,00	260.335,50
IM-BSB-17	203.489,56	N/A	43.016,70	291.520,00	279.040,00	352.960,00	275.140,00	262.340,00	318.820,00	242.680,00	314.440,00	391.080,00	352.020,00	388.420,00	349.620,00	3.818.080,00	318.173,33
IM-PCT-8	77.536,85	30.297,61	38.774,75	514.505,88	528.738,02	540.747,90	461.391,84	426.824,58	438.946,62	374.067,54	339.629,64	440.942,88	412.324,08	483.605,22	508.315,08	5.470.039,28	455.836,61
IM-RBC-21	72.354,59	13.606,71	31.930,29	317.745,00	312.552,00	315.259,00	316.054,00	303.474,00	285.697,00	290.531,00	283.874,00	315.072,00	300.689,00	296.832,00	316.923,00	3.654.702,00	304.558,50
IM-RMT-9	61.203,24	18.090,26	28.900,00	586.008,00	642.075,00	615.319,00	677.262,00	600.839,00	625.370,00	568.186,00	555.511,00	609.828,00	579.429,00	568.246,00	594.320,00	7.222.393,00	601.866,08
IM-SLG-11	60.204,75	11.848,00	46.062,16	996.841,00	1.013.671,00	1.057.832,00	1.078.798,00	934.610,00	1.016.684,00	908.969,00	970.550,00	1.068.902,00	939.360,00	1.041.150,00	843.544,00	11.870.911,00	989.242,58
IM-SLZ-10	83.659,16	16.910,54	41.272,44	1.529.278,00	1.723.589,00	1.543.717,00	1.437.816,00	1.243.189,00	1.155.235,00	1.066.348,00	1.024.720,00	1.023.335,00	1.006.444,00	1.040.117,00	971.099,00	14.764.887,00	1.230.407,25
IM-CCN-12	63.329,02	40.421,00	40.648,01	613.700,00	588.796,00	700.447,00	588.012,00	600.786,00	612.806,00	535.727,00	532.404,00	564.863,00	564.143,00	582.102,00	578.423,00	7.062.209,00	588.517,42
IM-WTR-13	67.623,90	28.681,03	31.033,61	785.982,90	810.596,60	762.675,40	713.516,10	658.687,60	674.987,90	655.517,60	590.967,70	691.751,00	659.314,30	805.378,50	787.823,40	8.597.199,00	716.433,25

Fonte: Fundo de Pensão/Condomínio do Imóvel