



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS - UFMG
ESCOLA DE ARQUITETURA**

Júnia Ordones Martins da Costa

**“ESTUDO DE CASO” DO EDIFÍCIO DO BDMG, COMO REFERÊNCIA NA
PRÁTICA APLICÁVEL DE SUSTENTABILIDADE**

**Belo Horizonte
2018**

JUNIA ORDONES MARTINS DA COSTA

**“ESTUDO DE CASO” DO EDIFÍCIO DO BDMG, COMO REFERÊNCIA NA
PRÁTICA APLICÁVEL DE SUSTENTABILIDADE**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Sustentabilidade do Ambiente Construído da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista.

Orientadora: Professora Dra. Roberta Vieira Gonçalves de Souza

Belo Horizonte

2018

FICHA CATALOGRÁFICA

C837e	<p>Costa, Junia Ordones Martins da. "Estudo de caso" do edifício do BDMG, como referência na prática aplicável de sustentabilidade [manuscrito] / Junia Ordones Martins da Costa. - 2018. 166f. : il.</p> <p>Orientador: Roberta Vieira Gonçalves de Souza.</p> <p>Monografia (especialização) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Arquitetura.</p> <p>1. Arquitetura sustentável. 2. Edifícios sustentáveis. 3. Arquitetura e conservação de energia. 4. Comportamento. I. Souza, Roberta Vieira Gonçalves de II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Arquitetura. III. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDD 720.47</p>
-------	---

Ficha catalográfica: Biblioteca Raffaello Berti, Escola de Arquitetura/UFMG.

“O todo é maior do que a simples soma das suas partes”

Aristóteles

Aos meus pais, Iara e Xisto “*in memoriam*”

AGRADECIMENTO

À professora e orientadora Roberta Vieira, pela valiosa orientação e dedicação, a quem tenho admiração pelo conhecimento e competência.

Às professoras Ana Carolina Veloso e Karla Jorge Abraão, pelo apoio e contribuições que foram fundamentais para o desenvolvimento do trabalho.

À UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais, pelo ensino de qualidade e professores altamente qualificados, e à secretária, Ana Maria, por sua dedicação e paciência.

Ao presidente do BDMG, Dr. Marco Aurélio Crocco Afonso, pelo apoio institucional concedido que viabilizou a realização da monografia.

Às colegas e funcionárias do BDMG, Alessandra, Ana Patrícia, Maria Isabel e Mariana, pelo apoio gerencial, administrativo e técnico em diferentes fases deste trabalho.

Ao Manuel, colaborador do BDMG, que disponibilizou tempo e atenção para me auxiliar com as informações no desenvolvimento dos estudos.

À Luiza, minha funcionária, que se dedicou por tanto tempo à nobre tarefa de cuidar do meu filho e das tarefas domésticas para possibilitar o meu estudo e trabalho.

À Sandra, minha amiga, pela capacidade de escuta e empatia, e por me dar forças para seguir o meu caminho sempre que preciso.

Aos meus irmãos, Fábio, Sérgio e Flávio, pela escuta, compreensão e apoio nos momentos difíceis da vida.

Aos meus pais, Iara e Xisto, que são os meus modelos de ética, abnegação e simplicidade, aos quais devo a realização e transformação em vida.

Enfim, a todos que colaboraram para o resultado do trabalho.

RESUMO

O conceito de sustentabilidade passou por transformações ao longo do tempo e a tendência contemporânea é de que a sustentabilidade seja consolidada em uma visão holística, que engloba as mais diversas questões econômicas, sociais e culturais. A construção sustentável segue a mesma lógica de pensamento holístico e transpassa o foco na preservação ambiental para incorporar o sistema como um todo e as inter-relações entre o edifício e o usuário. **Um edifício pode afetar o comportamento do usuário? O comportamento do usuário pode afetar o desempenho físico do edifício? De que forma a relação entre o desempenho físico do edifício e o comportamento do usuário pode afetar a sustentabilidade?** As pesquisas indicam que o impacto dos edifícios nos usuários pode afetar a qualidade de vida, bem-estar e saúde dos mesmos, e a produtividade nas empresas. O comportamento dos usuários, por outro lado, é determinante no uso do edifício. Neste sentido, é indissociável a relação entre a sustentabilidade e as pessoas, e os estudos contribuem para a investigação. O objetivo principal deste trabalho foi, por meio de um estudo de caso, analisar os diversos aspectos de sustentabilidade do ambiente construído. A edificação do BDMG foi objeto de ações de sustentabilidade, recentemente, e obteve redução no consumo de água, energia e na geração de resíduos sólidos. Os resultados foram apresentados e os dados atuais de consumo de água e energia foram verificados, a fim de acompanhar a eficácia das ações e promover uma gestão e monitoramento, em busca da efetividade da sustentabilidade. O desempenho energético da edificação foi classificado em um *benchmarking* de edifícios de escritórios em Belo Horizonte - MG, com o objetivo de parametrizar e analisar o padrão de consumo de energia elétrica, de acordo com uma faixa estabelecida para a mesma tipologia da edificação na cidade. A percepção dos usuários foi objeto de investigação, por meio da aplicação de questionários, via plataforma virtual, que abrangeram temas sobre as condições ambientais de conforto, a importância e a participação na sustentabilidade. Através dos resultados obtidos, foi possível entender como as características físicas do ambiente construído podem influenciar no conforto dos usuários e afetar a sustentabilidade, e por outro lado, como as necessidades dos usuários e o uso do ambiente construído podem afetar a sustentabilidade.

Palavras chave: Sustentabilidade. Desempenho energético. *Benchmarking*. Usuários das edificações. Conforto ambiental.

ABSTRACT

The concept of sustainability underwent transformations over time and the contemporary trend is that sustainability be consolidated in a holistic vision that encompasses the most diverse economic, social and cultural issues. Sustainable construction follows the same holistic thinking logic and transcends the focus on environmental preservation to incorporate the system as a whole and the interrelations between the building and the user. Can a building affect user behavior? Can user behavior affect the physical performance of the building? How can the relationship between the building's physical performance and the user's behavior affect sustainability? Research indicates that the impact of buildings on users can affect quality of life, health and well-being, and productivity in companies. The behavior of users, on the other hand, is determinant in the use of the building. In this sense, the relationship between sustainability and people is indissociable, and studies contribute to research. The main objective of this work was, through a case study, to analyze the various aspects of sustainability of the built environment. The construction of the BDMG has recently undergone sustainability actions and obtained a reduction in the consumption of water, energy and solid waste generation. The results were presented and current data on water and energy consumption were verified, in order to monitor the efficiency of actions and promote management and monitoring, in search of sustainability effectiveness. The energy performance of the building was classified in a benchmarking of office buildings in Belo Horizonte MG, with the purpose of parameterizing and analyzing the pattern of electric energy consumption according to a range established for the same building typology in the city. The user's perception was the object of research, through the application of questionnaires, through a virtual platform, which covered themes about environmental comfort conditions, importance and participation in sustainability. Through the results obtained, it was possible to understand how the physical characteristics of the built environment can influence user comfort and affect sustainability, and secondly, how user's needs and the use of the built environment can affect sustainability.

Keywords: Sustainability. Energy performance. Benchmarking. Users of buildings. Environmental comfort.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Edifício do BDMG.....	17
Figura 2: Mapa de localização do BDMG	18
Figura 3: Localização do BDMG	18
Figura 4: Aspectos da sustentabilidade	21
Figura 5: Limites do consumo de energia elétrica por área de todas as edificações da amostra (kWh/m ² /ano).....	26
Figura 6: Limites do consumo de energia elétrica por área de edificações totalmente condicionadas (kWh/m ² /ano).....	27
Figura 7: Vista área do BDMG	31
Figura 8: Edifícios sede e anexo	31
Figura 9: Implantação dos edifícios do BDMG.....	32
Figura 10: Planta do pavimento-tipo do edifício sede	33
Figura 11: Foto do pavimento-tipo do edifício sede	33
Figura 12: Edifício anexo.....	35
Figura 13: Planta do pavimento térreo do edifício anexo	35
Figura 14: Planta do 1º pavimento ou “mezanino” do edifício anexo	36
Figura 15: Vista interna das persianas semiabertas	37
Figura 16: Edifício sede.....	37
Figura 17: Indicação da localização dos interruptores de iluminação	38
Figura 18: Localização dos interruptores	39
Figura 19: Interruptores	39
Figura 20: Luminária tipo 03.....	40
Figura 21: Luminária tipo 04.....	40
Figura 22: Pontos de iluminação e de difusores (edifício sede)	41
Figura 23: Pontos de iluminação e de difusores (edifício anexo)	41
Figura 24: Difusor do ar condicionado	44
Figura 25: VAV (Volume de Ar Variável).....	44
Figura 26: Torres de refrigeração.....	45
Figura 27: Condicionadores de ar	45
Figura 28: Limites do consumo de energia elétrica por área de todas as edificações da amostra (kWh/m ² /ano).....	72
Figura 29: Limites do consumo de energia elétrica por área de edifícios totalmente condicionados (kWh/m ² /ano).....	73
Figura 30: Zoneamento do subsolo.....	76
Figura 31: Planta do subsolo – Ed. sede	76
Figura 32: Zoneamento do térreo.....	76
Figura 33: Planta do térreo – Ed. sede	77
Figura 34: Zoneamento do pav.tipo	77
Figura 35: Planta do pav. tipo – Ed. sede	77

Figura 36: Zoneamento do 2º e 3º subsolos	78
Figura 37: Planta do 2º e 3º subsolos – Ed. anexo	78
Figura 38: Zoneamento do 1º subsolo	78
Figura 39: Planta do 1º subsolo– Ed. anexo	79
Figura 40: Zoneamento do térreo.....	79
Figura 41: Planta do térreo - Ed. anexo	79
Figura 42: Zoneamento do 1º pavimento	79
Figura 43: Planta do 1º pav. - Ed. anexo	80
Figura 44: Convite para participação no questionário	81
Figura 45: Avaliação da iluminação	86
Figura 46: Avaliação da temperatura	91
Figura 47: Fluxograma dos resultados.....	109
Figura 48: Desenho de implantação	122
Figura 49: Imagens aéreas do edifício sede e anexo do BDMG	122
Figura 50: Corte dos edifícios sede e anexo.....	123
Figura 51: Fachada principal original	123
Figura 52: Fachada principal atual	124
Figura 53: Plantas do 1º e 2º subsolos	124
Figura 54: Garagem do 1º subsolo	125
Figura 55: Rampa de acessibilidade	125
Figura 56: Acesso principal	125
Figura 57: Hall principal.....	126
Figura 58: Plantas do térreo e mezanino	126
Figura 59: Jardim do mezanino.....	126
Figura 60: Plantas do 1º e 2º pavimentos	127
Figura 61: Plantas do pavimento-tipo e 9º pavimento	127
Figura 62: Pavimento-tipo	127
Figura 63: Copa do pavimento-tipo	128
Figura 64: Plantas do 10º e 11º pavimentos	128
Figura 65: Restaurante do 11º pavimento.....	128
Figura 66: Cozinha do 11º pavimento	129
Figura 67: Cobertura	129
Figura 68: Planta da cobertura.....	129
Figura 69: Fachada Principal	130
Figura 70: Jardim do mezanino.....	130
Figura 71: Plantas do 3º e 2º subsolos	130
Figura 72: Planta do 1º Subsolo.....	131
Figura 73: Plantas do 1º pavimento e térreo.....	131
Figura 74: Hall da galeria de arte no térreo	131
Figura 75: Auditório no térreo.....	132

Figura 76: Galeria de arte - térreo do edifício anexo	132
Figura 77: Planta do mezanino do edifício sede	133
Figura 78: Planta do pavimento-tipo do edifício sede	133
Figura 79: Planta do 2º pavimento do edifício sede.....	134
Figura 80: Planta do 11º pavimento do edifício sede.....	134
Figura 81: Planta do 1º subsolo do edifício anexo.....	135
Figura 82: Planta do 1º pavimento do edifício anexo.....	135
Figura 83: Limites do consumo de energia elétrica por área de todas as edificações da amostra (kWh/m²/ano).....	163
Figura 84: Limites do consumo de energia elétrica por área de edificações totalmente condicionadas (kWh/m²/ano).....	164
Figura 85: Limites do consumo de energia elétrica por área de edificações com modo misto de condicionamento de ar (kWh/m²/ano)	165
Figura 86: Limites do consumo de energia elétrica por área de edificações sem condicionamento de ar (kWh/m²/ano)	166

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Porcentagem de todas as edificações por classificação.....	27
Gráfico 2: Porcentagem de edificações totalmente condicionadas	28
Gráfico 3: Porcentagem de torres totalmente condicionadas (TC) por classificação	74
Gráfico 4: Porcentagem de todas as edificações por classificação	74
Gráfico 5: Turno de trabalho	82
Gráfico 6: Gênero	82
Gráfico 7: Localização dos usuários por edifício.....	84
Gráfico 8: Localização dos usuários nos pavimentos	85
Gráfico 9: Localização da mesa em relação à janela	86
Gráfico 10: Importância da luz natural	87
Gráfico 11: Insolação na mesa de trabalho	88
Gráfico 12: Frequência de frio ou calor.....	91
Gráfico 13: Preferência por ar condicionado ou ventilação	95
Gráfico 14: Aceitação por ventilação	96
Gráfico 15: Umidade do ar	97
Gráfico 16: Importância da sustentabilidade	100
Gráfico 17: Importância da redução no consumo	100
Gráfico 18: Importância do conforto	101
Gráfico 19: Conhecimento do processo de certificação	101
Gráfico 20: Participação no processo	103
Gráfico 21: Participação na sustentabilidade.....	103
Gráfico 22: Percentuais de consumo de água por dispositivos	147
Gráfico 23: Percentuais de consumo de água por dispositivos de banheiro/cozinha; ar condicionado; irrigação; consumo próprio	148
Gráfico 24: Percentuais de energia elétrica por sistema	153
Gráfico 25: Percentuais de Resíduos Gerados.....	158
Gráfico 26: Porcentagem de todas as edificações por classificação.....	164
Gráfico 27: Porcentagem de edificações totalmente condicionadas	165
Gráfico 28: Porcentagem de edificações com modo misto de condicionamento de ar	165
Gráfico 29: Porcentagem e edificações sem condicionamento de ar.....	166

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Quadro de áreas do edifício sede	34
Quadro 2: Quadro de áreas do edifício anexo	36



LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Consumo energético dos edifícios sede e anexo de julho/2014 e junho/2015.....	54
Tabela 2: Consumo comparativo de energia (kWh/mês).....	55
Tabela 3: Resumo de consumo energético mensal dos edifícios sede e anexo no período entre 2013 e 2018.....	58
Tabela 4: Consumo de energia em 2013 antes da modernização dos elevadores.....	58
Tabela 5: Cálculo de estimativa de redução no consumo energético posterior a 2018	59
Tabela 6: Redução anual e total do consumo energético em kWh/ano e percentuais.....	60
Tabela 7: Resumo de consumo mensal de água dos edifícios sede e anexo no período entre 2013 e 2018.....	62
Tabela 8: Redução anual e total do consumo de água em litros e percentuais	63
Tabela 9: Resultados da redução no consumo de energia e água	65
Tabela 10: Consumo energético de iluminação das garagens – Edifício sede	66
Tabela 11: Consumo energético de iluminação das garagens – Edifício anexo	66
Tabela 12: Consumo energético dos elevadores - Edifício sede.....	67
Tabela 13: Consumo energético dos elevadores - Edifício anexo.....	67
Tabela 14: Intensidade no Uso de Energia - Resumo dos cálculos	72
Tabela 15: Localização dos usuários por zoneamento	84
Tabela 16: Uso das persianas e insolação	89
Tabela 17: Uso das persianas, insolação, zoneamento	90
Tabela 18: Uso das persianas e iluminação	90
Tabela 19: Temperatura, frequência e gênero.....	92
Tabela 20: Temperatura e turno.....	92
Tabela 21: Temperatura e zonas	93
Tabela 22: Frio, zonas e turno	94
Tabela 23: Calor, zonas e turno	94
Tabela 24: Melhorias e prioridades para o conforto, saúde e bem-estar	99
Tabela 25: Avaliação das ações no processo de certificação	102
Tabela 26: Pontuação na dimensão “Água”	139
Tabela 27: Pontuação na dimensão “Energia”	142
Tabela 28: Pontuação na dimensão “Resíduos Sólidos”	145
Tabela 29: Consumo médio mensal de água calculado por dispositivos no período de abril/14 a março/15.....	147
Tabela 30: Consumo mensal e volume de água economizado com a implementação das ações	149
Tabela 31: Pontuação na dimensão “Água”	151
Tabela 32: Consumo de energia elétrica por sistema no período julho/14 a junho/15.....	152
Tabela 33: Consumo mensal e redução de energia com a implementação das ações	154
Tabela 34: Pontuação na dimensão “Energia”	156

Tabela 35: Levantamento das características e quantidade dos resíduos por amostragem, 2016	157
Tabela 36: Pontuação na Dimensão Resíduos Sólidos.....	160
Tabela 37: Pontuação final.....	161

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

BDMG	Banco de Desenvolvimento de Minas Gerais
CEMIG	Companhia Energética de Minas Gerais
COPASA	Companhia de Saneamento de Minas Gerais
EUI	Energy Use Intensity
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
IPTU	Imposto Predial e Territorial Urbano
PBH	Prefeitura Municipal de Belo Horizonte
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
RTQ-C	Regulamento Técnico da Qualidade de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos
RTQ-R	Regulamento Técnico da Qualidade de Eficiência Energética de Edifícios Residenciais
SEPLAG	Secretaria de Planejamento e Gestão de Minas Gerais
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
1.1	Justificativa	19
1.2	Objetivos	20
1.2.1	Objetivo geral	20
1.2.2	Objetivos específicos	20
2	REVISÃO DA LITERATURA	21
2.1	Construção sustentável	21
2.2	Selo PBH Sustentável	23
2.2.1	Dimensão “Água”	24
2.2.2	Dimensão “Energia”	24
2.2.3	Dimensão “Resíduos Sólidos”	25
2.3	Benchmarking	25
2.4	Percepção do usuário	28
3	DESCRIÇÃO DO ESTUDO DE CASO	31
3.1	Descrição física dos edifícios e entorno	31
3.1.1	Edifício sede	32
3.1.2	Edifício anexo	34
3.2	Descrição dos sistemas de envoltória, iluminação e condicionamento de ar	37
3.2.1	Envoltória	37
3.2.2	Iluminação artificial	38
3.2.3	Condicionamento de ar	41
3.3	Plano de Gestão da Sustentabilidade	45
4	METODOLOGIA	47
4.1	Levantamento de dados	47
4.1.1	Projetos	47
4.1.2	Plano de Gestão da Sustentabilidade	47
4.1.3	Consumo de energia e de água	48
4.2	Benchmarking	48
4.2.1	Levantamento de dados	49
4.2.2	Cálculos	49
4.2.3	Classificação	50

4.3	Percepção dos usuários	51
4.3.1	Levantamento	51
4.3.2	Elaboração das questões	51
4.3.3	Aplicação do questionário	51
4.3.4	Tabulação	52
5	RESULTADOS	53
5.1	Plano de Gestão da Sustentabilidade: resultados	53
5.2	Análise do consumo de energia e água	56
5.2.1	Resultados da análise do consumo de energia e água	64
5.3	Benchmarking	65
5.3.1	Levantamento de dados	65
5.3.2	Cálculos	67
5.3.3	Classificação	72
5.3.4	Análise dos resultados do <i>benchmarking</i>	73
5.4	Percepção dos usuários	75
5.4.1	Caracterização dos usuários	82
5.4.2	Localização dos usuários por zoneamento, edifícios e pavimentos	83
5.4.3	Iluminação natural e artificial: avaliação e importância	86
5.4.4	O uso das persianas em relação à insolação, iluminação e zoneamento	88
5.4.5	Temperatura, frequência, gênero, turno e zoneamento	91
5.4.6	Ar condicionado e ventilação natural	95
5.4.7	Acesso ao controle dos sistemas	97
5.4.8	Melhorias e prioridades	98
5.4.9	Importância: sustentabilidade; redução do consumo de água, energia e geração de resíduos; conforto	99
5.4.10	Conhecimento e avaliação do processo de certificação de sustentabilidade	101
5.4.11	Participação e contribuição na sustentabilidade	102
5.4.12	Análise dos resultados da percepção dos usuários	103
5.5	Análise dos resultados	106
6	CONCLUSÃO	110
7	REFERÊNCIAS	113
	APÊNDICE A	115
	APÊNDICE B	122

ANEXO 1	136
ANEXO 2	146
ANEXO 3	162



1 INTRODUÇÃO

Um arcabouço de concreto aparente definiu o objeto arquitetônico com doze pilares trapezoidais delimitando o perímetro e sustentando o corpo envidraçado que, recuado, parece flutuar. Esse afastamento entre a ossatura de concreto e a pele envidraçada permite enquadrar visadas urbanas ao mesmo tempo que, em outra escala, convida o transeunte a caminhar sob a projeção do edifício. No coroamento, a pérgola de concreto enfatiza a lógica da estrutura e permite a passagem de luz natural, que dramatiza o transcurso do tempo (GROSSI, 2017, p. 30).

O edifício do BDMG pode ser visto no desenho da figura 1.

Figura 1: Edifício do BDMG



Fonte: GROSSI, 2017

O objeto de análise do presente trabalho foi o edifício do BDMG, banco estadual de fomento, cujo projeto foi selecionado através de concurso e elaborado em 1969. A construção do edifício sede foi finalizada em 1973 e do edifício anexo em 1982. A obra construída não corresponde exatamente ao projeto arquitetônico e, ao longo dos anos, o edifício sofreu algumas intervenções físicas, estruturais e no layout interno. Os dados do projeto são descritos a seguir:

Localização: Rua da Bahia nº 1600 - Bairro de Lourdes, Belo Horizonte – MG, conforme apresentados nas figuras 2 e 3.

Autor projeto: Humberto Serpa e outros

1.1 Justificativa

A escolha do objeto de estudo “Edifício do BDMG” se deve ao fato da relevância de sua arquitetura, tipologia arquitetônica e construtiva, tendo sido o edifício considerado um marco inovador da arquitetura moderna mineira, no contexto da pluralidade modernista brasileira. Localiza-se no entorno da Praça da Liberdade em Belo Horizonte - MG, conjunto urbano protegido pelo Patrimônio Cultural.

A edificação do BDMG – Banco de Desenvolvimento de Minas Gerais¹, a partir do ano de 2014, foi objeto de estudos e ações, com vistas à sustentabilidade e à obtenção do “Selo BH Sustentável”, da Prefeitura Municipal de Belo Horizonte, cujo escopo básico determina a redução do consumo de energia, de água e a redução de descartes dos resíduos sólidos.

O presente estudo tem o objetivo de verificar a efetividade das ações de sustentabilidade que foram implementadas e o alcance dos resultados para instigar o acompanhamento na realidade prática. Os planos de acompanhamento e monitoramento e a implementação de ações corretivas e preventivas são necessários para prover e manter a almejada sustentabilidade ao longo do tempo. Através de um *benchmarking*, como forma de parametrizar, pretende-se verificar o enquadramento do padrão de consumo de energia elétrica da edificação em relação a uma faixa de consumo estabelecida em uma determinada amostra de mesma tipologia na cidade. E em consideração à importância da inclusão das pessoas na sustentabilidade, pretende-se também aferir a percepção dos usuários quanto às condições ambientais e às ações de sustentabilidade, através da aplicação de questionários. A maneira com que as pessoas usam a edificação, as suas necessidades em relação ao ambiente e ao conforto, e as suas contribuições devem ser investigadas com o intuito de criar iniciativas condizentes com a realidade prática usual. Além das estratégias de um projeto, é através da forma que as pessoas usam o edifício, de acordo com as suas necessidades, que se torna possível reduzir o consumo e evitar desperdícios.

¹ O Banco de Desenvolvimento de Minas Gerais, banco público com caráter social e desenvolvimentista, incluiu em seu planejamento estratégico, iniciativas e ações que buscam a prática da sustentabilidade, em seus princípios e valores sociais e ambientais.

Os estudos têm o objetivo de contribuir para o alcance de melhores resultados e/ou a manutenção dos resultados obtidos, de forma a garantir um ambiente construído mais eficiente e sustentável para as pessoas e para o planeta.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

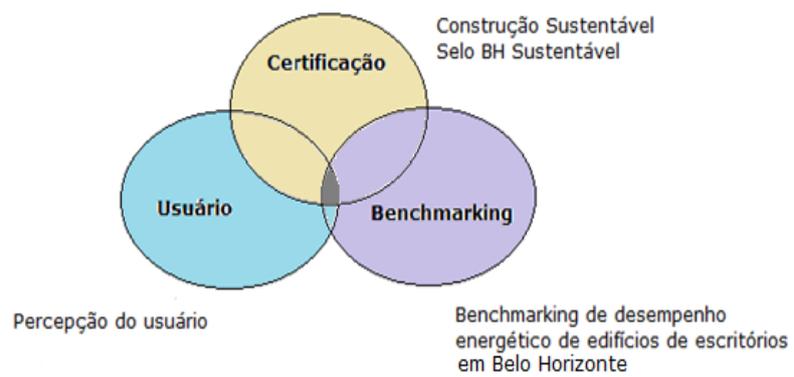
O objetivo do trabalho é avaliar o edifício do BDMG no que concerne aos aspectos de sustentabilidade do ambiente construído: desempenho físico, *benchmarking* e percepção dos usuários.

1.2.2 Objetivos específicos

- a) Contextualizar o edifício do BDMG em sua importância histórica e arquitetônica.
- b) Conceituar construção sustentável.
- c) Apresentar dimensões, ações e resultados do Plano de Gestão da Sustentabilidade que inclui o processo certificatório “Selo BH Sustentável” do edifício do BDMG.
- d) Analisar o desempenho da edificação do BDMG, sobretudo, o desempenho energético em *benchmarking* de edifícios de escritórios de Belo Horizonte – MG.
- e) Pesquisar a percepção dos usuários sobre o ambiente e as iniciativas de sustentabilidade.
- f) Analisar os resultados sobre a prática de sustentabilidade no edifício do BDMG.

A figura 4 indica a inter-relação das análises que se pretende analisar.

Figura 4: Aspectos da sustentabilidade



Fonte: Imagem elaborada pela autora, 2018

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Construção sustentável

A temática da sustentabilidade foi decorrência de um processo global e histórico, e não de um fato isolado, que envolveu crises energéticas, escassez de recursos naturais, impactos ambientais, mudanças climáticas. As edificações “sustentáveis” surgem neste cenário em consideração ao meio ambiente e à escassez de recursos naturais. A preocupação com a sustentabilidade deve ocorrer em todas as fases no processo de produção do edifício (PORTO, 2006).

De acordo com Lamberts *et al.* (2011), cabe à construção civil desempenhar um papel fundamental na preservação do meio ambiente, devido à larga utilização de recursos naturais, contaminação da atmosfera, emissões de CO² e efeito estufa. Não somente a construção em si deve ser considerada, mas também o uso e a manutenção dos edifícios em operação. A perspectiva é de que o consumo de energia elétrica seja crescente, devido ao aumento da demanda pela população por conforto, através de equipamentos e sistemas com fontes de energia não renováveis. Em outro estudo, Lamberts *et al.* (LAMBERTS, PEREIRA, DUTRA, 2014), abordam o conceito de eficiência energética como um atributo potencial à edificação de oferecer aos usuários o conforto térmico, lumínico e acústico com baixo consumo de energia. Ou seja, um edifício é mais energeticamente eficiente do que outro quando apresenta as mesmas condições ambientais com menor consumo de energia.

Nesse contexto, é possível entender que o conceito de “construção sustentável” deve ser amplo e transpassar a preservação ambiental para incorporar e considerar o impacto dos edifícios nos usuários. Assim, em um processo dinâmico, o entendimento de sustentabilidade sofre transformações ao longo do tempo e a tendência contemporânea defendida por diversos autores é de que a sustentabilidade deve ser consolidada em uma visão holística que envolve as mais diversas questões econômicas, sociais e culturais (FONSECA; SALLES, 2015).

Uma edificação não possui meramente características construtivas, mas é um espaço físico cujas condições ambientais afetam a qualidade de vida, bem-estar e saúde dos usuários. Soethe *et al.* (2015) investiga e conclui que o

ambiente interfere na saúde e pode contribuir para o bem-estar dos indivíduos. Assim, a função social de um edifício transcende o abrigo de pessoas e atividades, e até mesmo, o usufruto e a convivência entre as pessoas. Além disso, as edificações não são estanques, mas transmutáveis, pois podem ser alteradas durante o uso e ao longo da vida útil, por ações, desejos e necessidades humanas.

As certificações pretendem auferir a sustentabilidade das edificações, através de metodologias de avaliação, critérios e parâmetros, a fim de garantir aos usuários, proprietários ou investidores, enfim, às pessoas interessadas, o reconhecimento acerca do desempenho ou cumprimento de premissas pré-estabelecidas das construções, tais como conforto ambiental, baixo consumo de água e de energia, uso de materiais e recursos renováveis, dentre outros (SOUZA, 2017).

No Brasil, em 2001, houve uma crise energética que provocou ações governamentais com o intuito de racionalização de energia. Por meio da Lei nº 10.295 (BRASIL, 2001a)², de 19 de dezembro de 2001, foi determinada a criação de “níveis máximos de consumo e energia, ou mínimos de eficiência energética, de máquinas e aparelhos consumidores de energia fabricados ou comercializados no país, bem como para as edificações construídas”. Para o desenvolvimento dos estudos, foi criado o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica - PROCEL-EDIFICA que, dentre as ações, estabeleceu o Regulamento Técnico da Qualidade para Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos – RTQ-C (BRASIL, 2010a) e o Regulamento Técnico da Qualidade para Eficiência Energética de Edifícios Residenciais – RTQ-R (BRASIL, 2010b).

O Plano Nacional de Energia – 2030 (BRASIL, 2007), estabeleceu a implementação de ações e estratégias de planejamento dos recursos energéticos, com o objetivo de reduzir o consumo de energia elétrica no âmbito Federal. Em conformidade com este Plano, a Prefeitura Municipal de Belo Horizonte, em Minas Gerais, por meio da Secretaria Municipal de Meio Ambiente, implantou o Programa de Certificação em Sustentabilidade aos

² A Lei nº 10.295 (BRASIL, 2001a) é conhecida como a Lei da Eficiência Energética e é regulamentada pelo Decreto nº 4.059 (BRASIL, 2001b) que estabelece, dentre outros requisitos, os níveis máximos de consumo de energia.

empreendimentos públicos e privados residenciais, comerciais e/ou industriais que alcançarem os níveis estabelecidos para redução no consumo de água, energia, e geração de resíduos sólidos e emissão de gases de efeito estufa (BELO HORIZONTE, 2017).

2.2 Selo PBH Sustentável

O Programa de Certificação em Sustentabilidade Ambiental é uma iniciativa da Prefeitura de Belo Horizonte – PBH e a implementação é responsabilidade da Secretaria Municipal de Meio Ambiente. O objetivo é reduzir as emissões dos gases de efeito estufa para o alcance das metas em 20% até 2030.

A participação no processo de certificação é voluntária e destina-se aos empreendimentos públicos e privados - residenciais, comerciais ou industriais, que contribuam para a redução no consumo de água e energia; nas emissões de gases de efeito estufa; e na geração de resíduos sólidos.

As modalidades dos selos são Ouro, Prata ou Bronze, de acordo com o número de temáticas certificadas, quais sejam: água, energia, emissões de gases de efeito estufa ou resíduos sólidos; se três, duas ou uma, respectivamente.

Entre 2012 e 2016, foram certificados 49 empreendimentos nas modalidades de selos Prata (três), Bronze (dois) e Ouro (44). Os tipos de empreendimentos certificados, dentre outros, foram um estádio, três condomínios residenciais, quatro edifícios de escritórios, seis hotéis, e 26 Unidades Municipais de Ensino Infantil.

Os requisitos, procedimentos e os índices mínimos são pré-estabelecidos para cada temática e certificação. Ainda que os resultados não atinjam a pontuação mínima necessária à obtenção dos selos, os empreendimentos podem receber o “Certificado de Boas Práticas Ambientais”, desde que as temáticas se enquadrem nas faixas de pontuação estabelecidas para esta certificação.

Para entendimento do processo certificador, os mecanismos, a metodologia de cálculo e a tabela de pontuação para as dimensões “Água”, “Energia” e “Resíduos Sólidos”, são explanados no Anexo 1. Não será abordada

aqui a dimensão “Gases de Efeito Estufa”, já que não foi objeto de análise no caso da edificação do BDMG.

O sistema é disponível via plataforma virtual no qual o proponente deve inserir os dados e informações do processo³.

2.2.1 Dimensão “Água”

Para obtenção do selo na dimensão “Água”, o empreendimento deve alcançar uma redução no consumo de água acima de 30% ou 100 pontos. O certificado de boas práticas ambientais é concedido ao empreendimento que alcançar uma redução no consumo de água entre 20 e 30%.

Os mecanismos que são avaliados para a pontuação na dimensão “Água” são Práticas de Educação Ambiental, Gestão de Águas Pluviais, Controle de Vazamentos, Fontes Alternativas, Tecnologias Economizadoras e Recirculação / Reuso.

O cálculo da pontuação final corresponde à soma das pontuações de cada um dos mecanismos que foram avaliados, acrescido de uma tolerância de 5%. Os mecanismos possuem requisitos específicos que devem ser atendidos para a pontuação.

- Apto à certificação: mínimo de 100 pontos
- Certificado de Boas Práticas: 67 a 99 pontos
- Não atingiu o índice de certificação: 0 a 66 pontos

Os mecanismos, a metodologia de cálculo e a tabela de pontuação na dimensão “Água” são explanados no Anexo 1.

2.2.2 Dimensão “Energia”

Para obtenção do selo na dimensão Energia, o empreendimento deve alcançar uma economia de energia acima de 25% ou 100 pontos. O certificado de boas práticas ambientais é concedido ao empreendimento que alcançar uma economia de energia entre 20 e 25%.

Os mecanismos que são avaliados para a pontuação na dimensão “Energia” são as Práticas Ambientais, Arquitetura Bioclimática, Tecnologias

³ O programa de sustentabilidade da Prefeitura Municipal de Belo Horizonte foi interrompido no final do ano de 2016 e possui uma versão atualizada a partir de 2018. A versão exposta neste trabalho é anterior à versão atualizada, pois deve ser coerente com os estudos e ações que foram realizados até o final de 2017.

Economizadoras, Geração por Fontes de Energia Renováveis e Co-geração de Energia.

O cálculo da pontuação final corresponde à soma das pontuações de cada um dos mecanismos avaliados, acrescido de uma tolerância de 5%. Os mecanismos possuem requisitos específicos que devem ser atendidos para a pontuação.

- Apto à certificação: mínimo de 100 pontos
- Certificado de Boas Práticas: 80 a 99 pontos
- Não atingiu o índice de certificação: 0 a 79 pontos

Os mecanismos, a metodologia de cálculo e a tabela de pontuação na dimensão “Energia” são explanados no Anexo 1.

2.2.3 Dimensão “Resíduos Sólidos”

Para obtenção do selo na dimensão “Resíduos Sólidos”, o empreendimento deve alcançar no mínimo 100 pontos. O certificado de boas práticas ambientais é concedido ao empreendimento que alcançar o mínimo de 70 pontos.

Os mecanismos que são avaliados para a pontuação na dimensão “Resíduos Sólidos” são Redução, Reutilização e Coleta Seletiva.

O cálculo da pontuação final corresponde à soma das pontuações de cada um dos mecanismos que foram avaliados acrescido de uma tolerância de 5%. Os mecanismos possuem requisitos específicos que devem ser atendidos para a pontuação.

- Apto à certificação: mínimo de 100 pontos
- Certificado de Boas Práticas: 70 a 99 pontos
- Não atingiu o índice de certificação: 0 a 69 pontos

Os mecanismos, a metodologia de cálculo e a tabela de pontuação na dimensão “Resíduos Sólidos” são explanados no Anexo 1.

2.3 **Benchmarking**

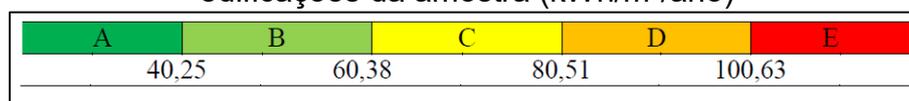
Um importante parâmetro a ser verificado quanto à sustentabilidade das edificações é o padrão de consumo de energia elétrica, tendo em vista as regulamentações, políticas públicas e ações que foram implementadas nas

últimas décadas, no país e no mundo, e que buscam a eficiência energética e o uso racional de energia. Para que se possa estabelecer um princípio paramétrico, a verificação deve ser feita em um “*benchmarking*”, através de pesquisas que levem em consideração o contexto e as faixas de consumo de energia elétrica em relação a diferentes tipologias de edificações. Na tese “Avaliação do Consumo de Energia Elétrica de Edificações de Escritório e sua Correlação com as Decisões de Projeto” de Veloso (2017), o doutorando analisa a influência das decisões de projeto no consumo de energia elétrica, com base em um estudo de caso de uma amostra de 101 edifícios de escritórios, na cidade de Belo Horizonte – MG, por meio de uma metodologia de levantamento de dados de consumo de energia elétrica e das características das edificações e de uma definição de metodologia de classificação⁴.

A explanação sobre as metodologias de levantamentos de dados e de classificação pode ser vista no Anexo 3.

O indicador de desempenho escolhido para a análise de dados da amostra foi o de “Energy Use Intensity - EUI”, ou “Intensidade no Uso de Energia”, que é definido como o consumo de energia medido por área útil (kWh/m²/ano). Foi calculado o consumo de energia elétrica exclusivo das torres de escritórios, ou seja, do consumo total foram excluídos os consumos de energia elétrica das garagens e das áreas comuns. A classificação das torres de escritórios foi feita com base nos dados de consumo de energia elétrica pela área correspondente. Os valores obtidos dos limites de consumo de energia elétrica por área de todas as edificações da amostra e a distribuição em percentuais da classificação estão apresentados na figura 5 e gráfico 1.

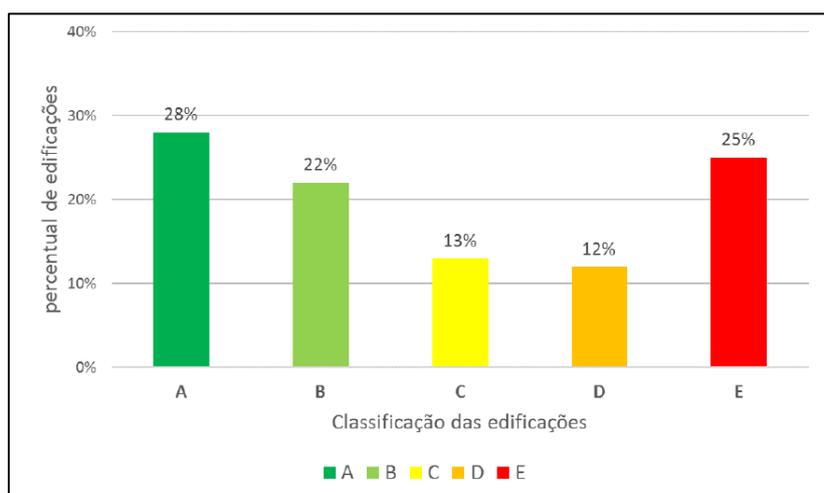
Figura 5: Limites do consumo de energia elétrica por área de todas as edificações da amostra (kWh/m²/ano)



Fonte: VELOSO, 2017

⁴ A dissertação de Veloso (2017) apresenta também o estudo da influência de variáveis de projeto no consumo energia e o desenvolvimento de uma equação de regressão linear multivariada para a previsão da intensidade de uso de energia feita em função das variáveis de projeto. Serão abordados neste trabalho apenas os temas sobre as metodologias de levantamento de dados e de classificação.

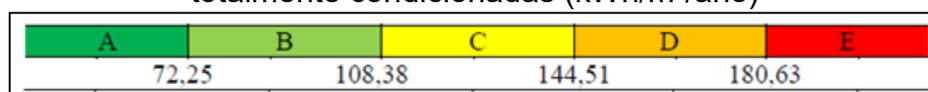
Gráfico 1: Porcentagem de todas as edificações por classificação



Fonte: VELOSO, 2017

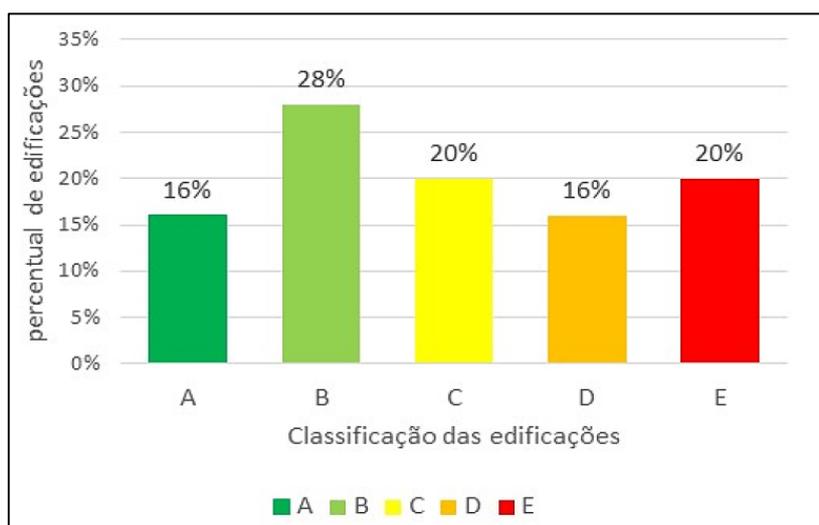
Outra análise foi feita para verificar as variações no consumo anual de energia elétrica por área das torres em relação ao modo de condicionamento de ar da edificação: totalmente condicionadas, modo misto de condicionamento de ar, e sem condicionamento de ar. Aqui serão expostos os resultados referentes às edificações totalmente condicionadas. Os valores obtidos dos limites de consumo de energia elétrica por área de edificações totalmente condicionadas (TC) da amostra estão apresentados na figura 6 e a distribuição em percentuais da classificação pode ser vista no gráfico 2.

Figura 6: Limites do consumo de energia elétrica por área de edificações totalmente condicionadas (kWh/m²/ano)



Fonte: VELOSO, 2017

Gráfico 2: Porcentagem de edificações totalmente condicionadas



Fonte: VELOSO, 2017

2.4 Percepção do usuário

A sustentabilidade do ambiente construído não é um processo estático, pois as edificações sofrem transformações durante o uso, operação e manutenção. É importante aferir as condições de pós-ocupação de edificações que foram planejadas e/ou certificadas, através de instrumentos de gestão e monitoramento, para o acompanhamento do desempenho da edificação e dos índices que foram alcançados na fase de certificação, que podem não ser os mesmos no futuro, e assim, possibilitar a elaboração de diagnósticos e planos de ações corretivas e preventivas, com o objetivo de aprimorar continuamente e prover efetivamente a sustentabilidade. Em um estudo de caso sobre os sistemas de iluminação em salas de aula da Escola de Arquitetura da UFMG, Gonçalves (2014), buscou analisar um ciclo de influências: de que maneira os usuários influenciam o consumo de energia e o conforto das edificações no que diz respeito ao uso dos sistemas e de que maneira as edificações e os sistemas influenciam o comportamento dos usuários. A conclusão foi a de que o desempenho das edificações é uma consequência da forma como elas são projetadas e entendidas por seus usuários. Assim, para o alcance de bons resultados no desempenho do ambiente construído, é indispensável a participação dos usuários na fase de projeto e na fase de uso e operação, pois possibilita o entendimento por parte dos projetistas sobre as necessidades dos

usuários e, por outro lado, a compreensão dos usuários sobre o funcionamento e a atuação sobre os sistemas em geral - iluminação, condicionamento de ar, ventilação, aquecimento, acústica, segurança (GONÇALVES, 2014).

Segundo Pinheiro *et al.* (2006 *apud* SOETHE *et al.*, 2015), as condições do ambiente afetam o comportamento e as atitudes do ser humano, ou seja, o indivíduo percebe o ambiente e atua nele, de forma interativa. A “Psicologia Ambiental” é uma ciência que estuda as inter-relações do homem com o entorno e busca os efeitos das condições do ambiente sobre o comportamento humano. De acordo com Vasconcelos (2004), as pessoas sentem necessidade de controlar o ambiente que as cerca. A possibilidade de controle dos sistemas pelos usuários é um fator de redução de estresse e de promoção do bem-estar. Algumas soluções arquitetônicas e de sistemas podem proporcionar a sensação de controle do ambiente nos quesitos de privacidade, temperatura, iluminação, ventilação. As evidências científicas demonstram que esse controle pode reduzir estresse, depressão e doenças que afetam o sistema imunológico e promover a sensação de autonomia, segurança, bem-estar e saúde dos usuários.

A introdução da possibilidade de controle pessoal das condições de conforto térmico e lumínico, e as melhorias na qualidade ambiental em termos de iluminação, térmica, acústica, privacidade podem beneficiar o bem-estar e a saúde dos funcionários e, por consequência, proporcionar a redução do absenteísmo e o aumento da produtividade. Ornstein (2004) faz uma análise da obra de Voordt, na qual há referências a pesquisas (análises, medições, indicadores e resultados) feitas em países da Europa e nos Estados Unidos acerca da relação do desempenho do ambiente de trabalho e a produtividade das pessoas. A conclusão é de que as melhorias no desempenho e qualidade ambiental com o foco na satisfação do usuário reduzem o absenteísmo e aumentam a produtividade (VOORDT, D. J. M., *apud* ORNSTEIN, S. W., 2004).

Uma metodologia científica que contribui para a avaliação de desempenho do ambiente construído sob a ótica da relação e interação pessoa – ambiente é a Avaliação Pós-Ocupação – APO. Ornstein (2014), em uma pesquisa que foi aplicada em um edifício de escritórios de multiusuários em São Paulo, de diferentes layouts e alta tecnologia, apresenta o método e os resultados de uma Avaliação Pós-Ocupação. Os procedimentos incluíram levantamento de dados; visitas técnicas; definição de amostragem; observações

de comportamento; entrevistas; aplicação de questionários; medições para aferição do desempenho da edificação; diagnósticos técnicos e comportamentais; recomendações para melhoria das condições, desempenho e qualidade ambiental, com o foco na satisfação do usuário final. Os principais diagnósticos que foram abordados no trabalho são relativos a acessos e entorno; segurança; estética; manutenção; layout e espaços; desempenho acústico; desempenho térmico; desempenho lumínico. Na pesquisa, observou-se a utilização de escala de valores ou escala de avaliação verbal para medir o grau de satisfação e expectativas dos usuários em relação ao edifício, ambientes, equipamentos, facilidades, através do uso de categorias ou atributos: satisfeito e insatisfeito; positivo e negativo; frequentemente e raramente; excelente, bom, ruim e péssimo. Identifica-se também o uso de uma escala de ordenação em relação às questões abordadas por grau de importância. Houve também aberturas para comentários e questões abertas.

Através de entrevistas, observações, e aplicação de questionários, é possível pesquisar e compreender a percepção dos usuários sobre o ambiente e as suas necessidades, a inter-relação entre as pessoas e o ambiente construído, de forma a contribuir para o efetivo desempenho da edificação e melhorar o conforto, bem-estar, saúde e satisfação das pessoas. Lakatos e Marconi (2003) abordam os fundamentos de metodologia científica, dentre os quais, inclui como instrumento para a coleta de dados a aplicação de questionários e discorre sobre processo de elaboração; pré-teste; classificação, conteúdo, vocabulário e ordem de perguntas. Recomenda o envio de uma nota ou uma carta para explicar o motivo da pesquisa, e também para despertar o interesse na participação. Segundo as autoras, o retorno é, em média, de 25% de respostas dos questionários. A utilização da metodologia científica e de seus fundamentos, através de procedimentos sistemáticos, contribuem para melhores resultados, de forma lógica, racional e ordenada (LAKATOS, MARCONI, 2003).

3 DESCRIÇÃO DO ESTUDO DE CASO

A edificação do estudo de caso pode ser vista nas figuras 7 e 8.

Figura 7: Vista área do BDMG



Fonte: *Google Earth*, 2018

Figura 8: Edifícios sede e anexo



Fonte: *Google Earth*, 2018

3.1 Descrição física dos edifícios e entorno

O Edifício do Banco de Desenvolvimento de Minas Gerais - BDMG, localiza-se na Rua da Bahia esquina com Rua Bernardo Guimarães, bairro de Lourdes, em região central e ponto nobre da cidade de Belo Horizonte - MG, no entorno da Praça da Liberdade, conjunto urbano protegido pelo Patrimônio Cultural, onde há referências arquitetônicas e urbanísticas e circundam importantes vias urbanas, com facilidade de acesso ao transporte, serviços e

comércio (estacionamentos, restaurantes e escolas). O desenho de implantação pode ser visto na figura 9.

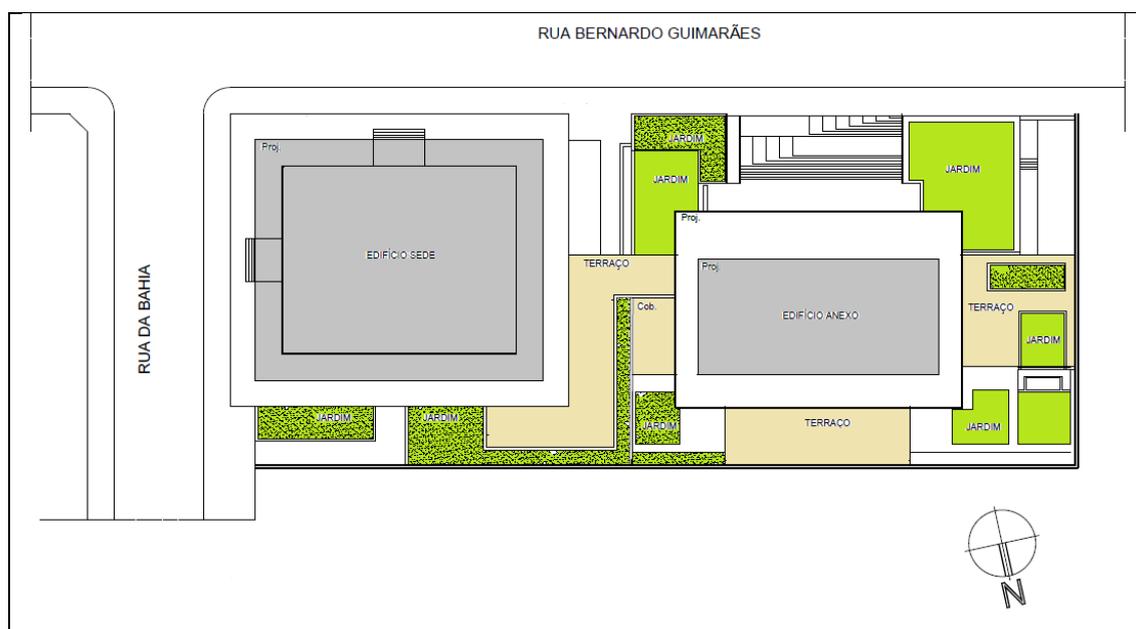
Área do terreno: 3.797,00 m²

Área total de construção: 20.645,03m²

A edificação é composta por dois blocos: Sede e Anexo

As fotos e os desenhos dos edifícios encontram-se no Apêndice B.

Figura 9: Implantação dos edifícios do BDMG



Fonte: Desenho elaborado pela autora, 2018

3.1.1 Edifício sede

Área construída: 14.334,54 m², conforme certidão de baixa e habite-se

Número de pavimentos: 15

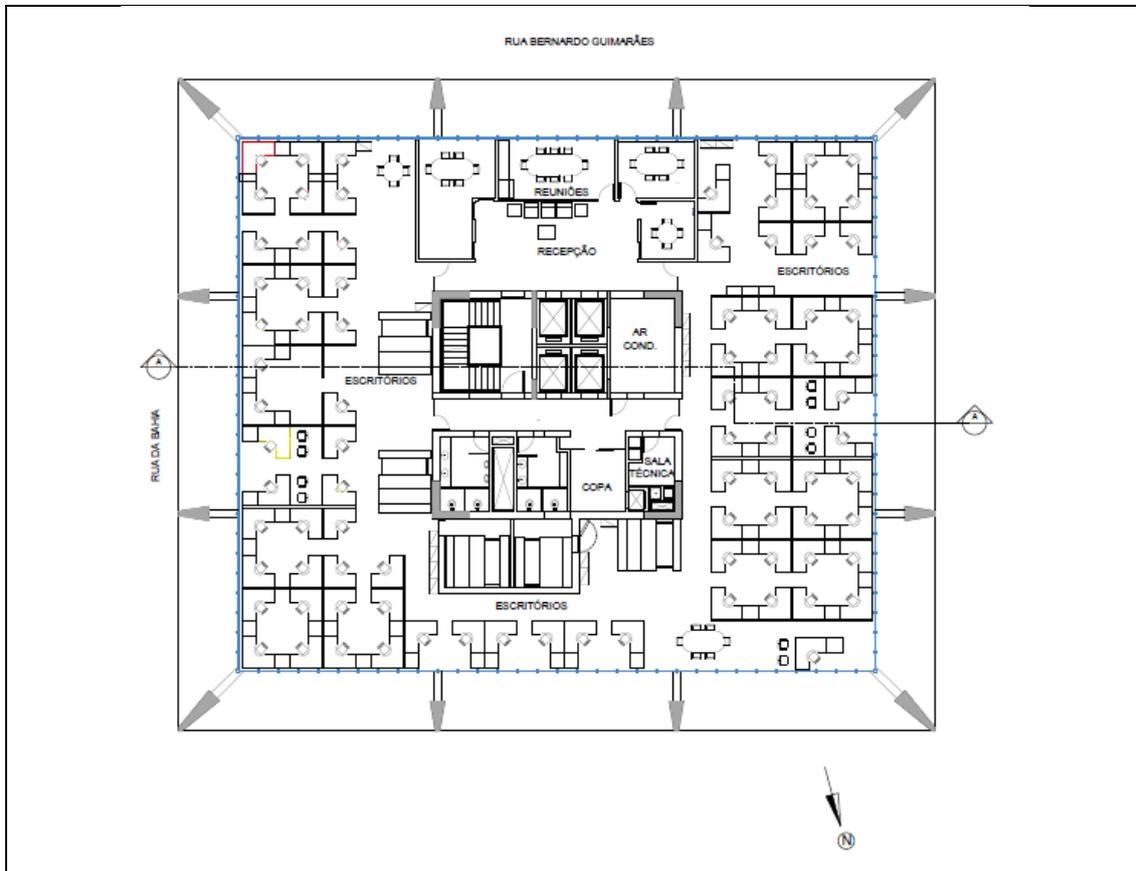
Uso: institucional e comercial

O edifício sede é composto por 15 pavimentos, sendo dois subsolos com estacionamento; térreo; mezanino; 10 pavimentos de escritórios; um pavimento com restaurante e cozinha; cobertura com casa de máquinas.

Os pavimentos-tipo do edifício sede seguem o conceito da arquitetura moderna de “planta livre”, no qual a estrutura é independente e permite que as paredes e/ou divisórias possam ser locadas livremente ou inexistirem, possuem um bloco central com escada, quatro elevadores, banheiros e copa; salas de

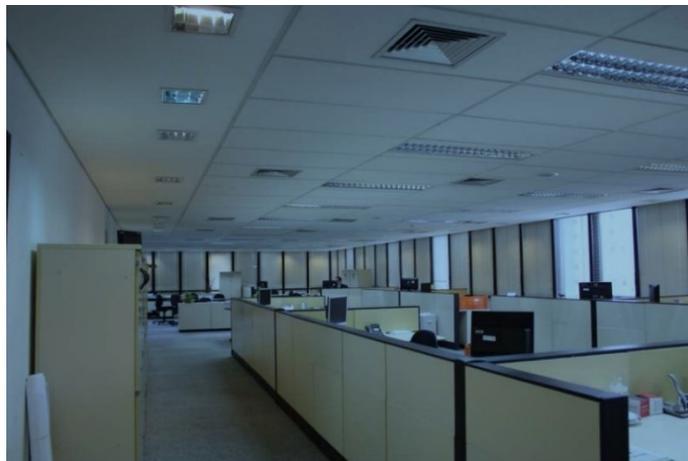
reuniões; vãos livres com *layout* de escritórios formados por estações de trabalho. O *layout* dos pavimentos-tipo do edifício sede podem ser vistos nas figuras 10 e 11.

Figura 10: Planta do pavimento-tipo do edifício sede



Fonte: Desenho cedido pelo BDMG e atualizado pela autora, 2018

Figura 11: Foto do pavimento-tipo do edifício sede



Fonte: CREATO CONSULTORIA E PROJETOS, 2017

O quadro 1 apresenta a quantificação das áreas construídas por pavimento do edifício sede.

Quadro 1: Quadro de áreas do edifício sede

PAVIMENTO	USO	ÁREA CONSTRUÍDA (m ²)
2º Subsolo	Garagem, almoxarifado, subestação, central de água gelada	1.783,18
1º Subsolo	Garagem, auditório principal, sala de motoristas	1.783,18
Térreo	Recepção, protocolo, almoxarifado, sala de atendimento médico, arquivo, mensageria, banheiros, salas institucionais, arquivo central, central telefônica, sala de segurança	995
Mezanino	Escritórios	441
1º andar	Escritórios de áreas institucionais	864
2º andar	Escritórios e salas de reuniões	864
3º andar	Escritórios	864
4º andar	Escritórios	864
5º andar	Escritórios	864
6º andar	Escritórios	864
7º andar	Escritórios	864
8º andar	Escritórios	864
9º andar	Escritórios de diretoria e presidência	864
10º andar	Escritórios do conselho e auditoria	864
11º andar	Restaurante, cozinha e sala de multiuso	546
Cobertura	Casa de máquinas dos elevadores; reservatório superior; equipamentos do ar condicionado, exaustão e aquecimento solar	146,18

Fonte: Certidão de Baixa e Habite-se, 2011

3.1.2 Edifício anexo

Área construída: 6.310,49 m²

Número de pavimentos: 05

Uso: institucional e comercial

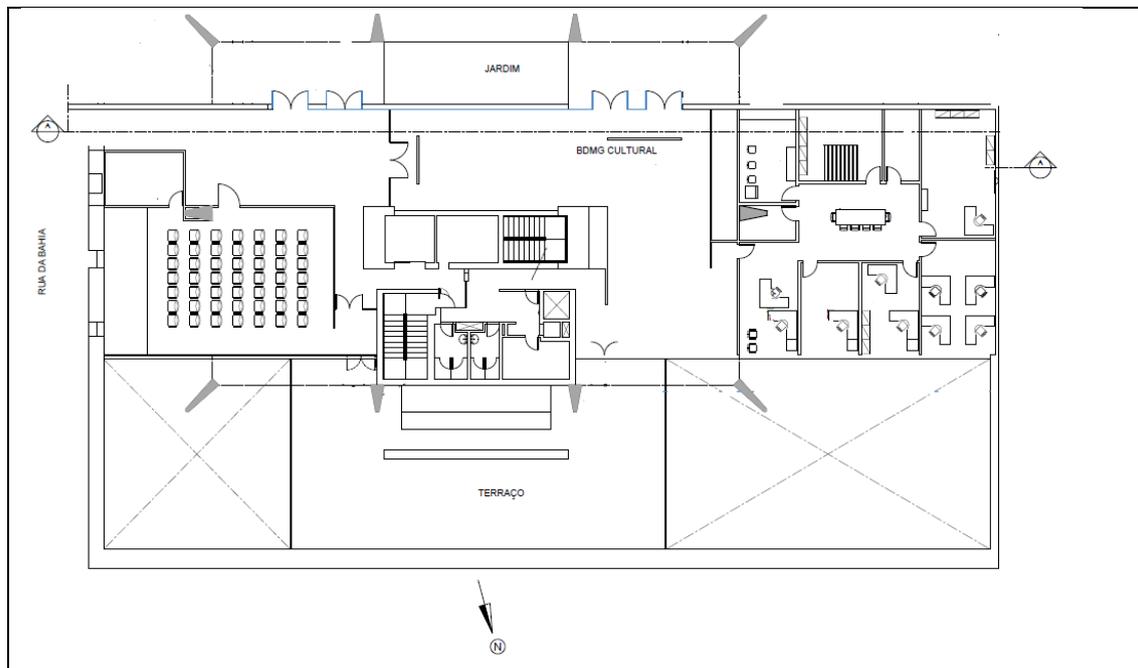
O edifício anexo é composto por cinco pavimentos, sendo dois subsolos de estacionamento, térreo com galeria de arte e escritórios, um pavimento de escritórios que foi denominado “mezanino”, cuja nomenclatura consta do painel do elevador e é utilizada na rotina das pessoas no banco. As figuras 12, 13 e 14 apresentam o edifício anexo e o layout dos pavimentos.

Figura 12: Edifício anexo



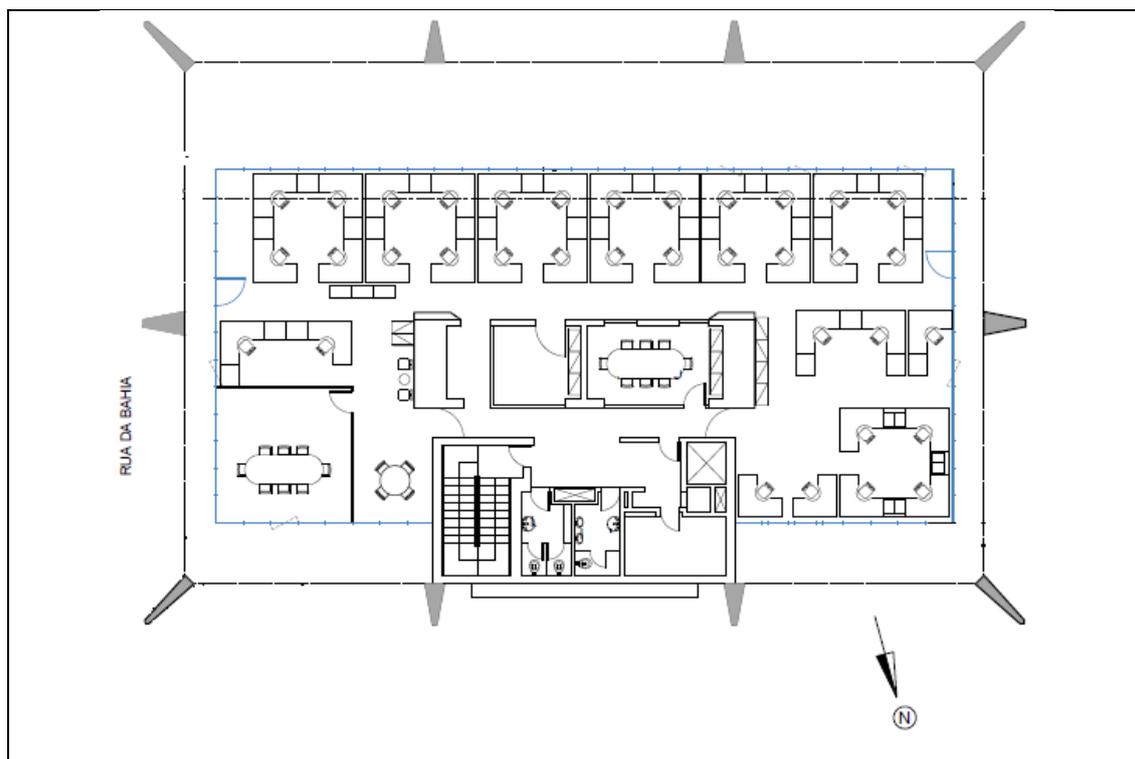
Fonte: Arquivo pessoal, 2018

Figura 13: Planta do pavimento térreo do edifício anexo



Fonte: Desenho cedido pelo BDMG e atualizado pela autora, 2018

Figura 14: Planta do 1º pavimento ou “mezanino” do edifício anexo



Fonte: Desenho cedido pelo BDMG e atualizado pela autora, 2018

O quadro 2 apresenta a quantificação das áreas construídas por pavimento do edifício anexo.

Quadro 2: Quadro de áreas do edifício anexo

PAVIMENTO	USO	ÁREA CONSTRUÍDA (m ²)
3º Subsolo	Garagem	1912
2º Subsolo	Garagem	1912
1º Subsolo	CPD, salas de treinamento, escritórios, arquivos, área de convivência	1400
Térreo	Auditório, banheiros, galeria de arte e escritórios do BDMG Cultural	711
Mezanino	Escritórios	375,49

Fonte: Projeto arquitetônico do BDMG, 1969

3.2 Descrição dos sistemas de envoltória, iluminação e condicionamento de ar

3.2.1 Envoltória

A envoltória da edificação é composta por esquadrias metálicas, tipo máximo ar, com vidros lisos. As janelas são trancadas e sempre permanecem fechadas.

No edifício sede, pavimentos térreo e mezanino, os vidros são do tipo temperado, com espessura de 8 mm, na cor “fumê”. Já nos demais pavimentos, os vidros são comuns, com espessura de 6 mm, na cor “fumê”, e internamente, há persianas metálicas para o controle da incidência solar e da luminosidade.

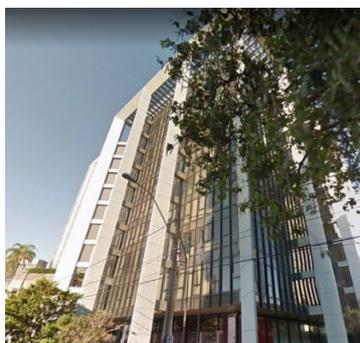
No edifício anexo, os vidros são do tipo temperado, com espessura de 8 mm, na cor “fumê”, com exceção do mezanino onde os vidros possuem uma película de controle solar, modelo “*Standart*”, marca “*Intercontrol*”, fabricante “*Cpfilms*”. As persianas e a envoltória podem ser vistas nas figuras 15 e 16.

Figura 15: Vista interna das persianas semiabertas



Fonte: Arquivo pessoal, 2018

Figura 16: Edifício sede



Fonte: *Google Earth*, 2018

3.2.2 Iluminação artificial

As lâmpadas convencionais estão sendo substituídas por lâmpadas LED's à medida em que a vida útil se acaba. Os dados do sistema de iluminação ainda não foram atualizados pela área de manutenção do banco, cuja data é de 10/10/2015. A última informação repassada em dezembro/2018 foi a de que já houve troca em todos os pavimentos, com exceção dos pavimentos 11º, 5º, 4º, parte do térreo do edifício sede e mezanino, 2º e 3º subsolos do edifício sede.

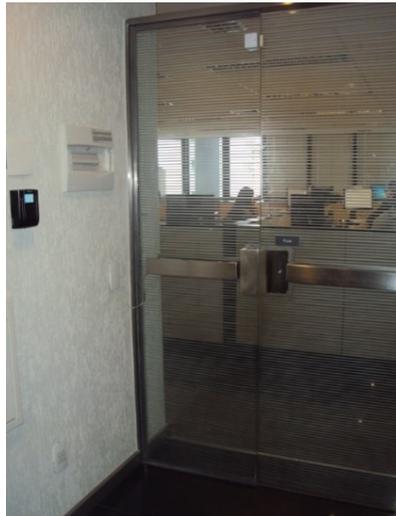
Os circuitos, que ligam e desligam as luzes, em geral, se localizam fora do fácil alcance dos usuários. Nos pavimentos de escritórios, normalmente, eles se localizam nas áreas de circulação perto da porta de entrada. Não há sensores de presença para o acionamento automático das lâmpadas. A localização dos interruptores, alguns tipos de luminárias e plantas dos pontos de iluminação dos pavimentos-tipo podem ser vistos nas figuras 17 a 23.

Figura 17: Indicação da localização dos interruptores de iluminação



Fonte: Desenho elaborado pela autora, 2018

Figura 18: Localização dos interruptores



Fonte: Arquivo pessoal, 2018

Figura 19: Interruptores



Fonte: Arquivo pessoal, 2018

Em resumo, na data de 10/10/2015, o sistema de iluminação era composto por um total de 4.279 luminárias e 8.279 lâmpadas:

- Luminárias tipo 01 (2 lâmpadas fluorescentes 32W com reator) = 865 unidades de luminárias e 1.730 lâmpadas;
 - Luminárias tipo 02 (4 lâmpadas fluorescentes 16W com reator) = 575 unidades de luminárias e 2.300 lâmpadas;
 - Luminárias tipo 03 (2 lâmpadas LED 20W) = 252 unidades de luminárias e 504 lâmpadas;
 - Luminárias tipo 04 (1 lâmpada compacta fluorescente 20W) = 452 unidades de luminárias e 452 lâmpadas;
-

- Luminárias tipo 05 (lâmpada dicroica 50W) = 291 unidades de luminárias e 291 lâmpadas;
- Luminárias tipo 06 (lâmpada halógena 150W) = 45 unidades de luminárias e 45 lâmpadas;
- Luminárias tipo 07 (lâmpada PL 13W) = 707 unidades de luminárias e 1.414 lâmpadas;
- Luminárias tipo 08 (4 lâmpadas LED 10W) = 386 unidades de luminárias e 1.544 lâmpadas.

Figura 20: Luminária tipo 03



Fonte: Arquivo pessoal, 2018

Figura 21: Luminária tipo 04



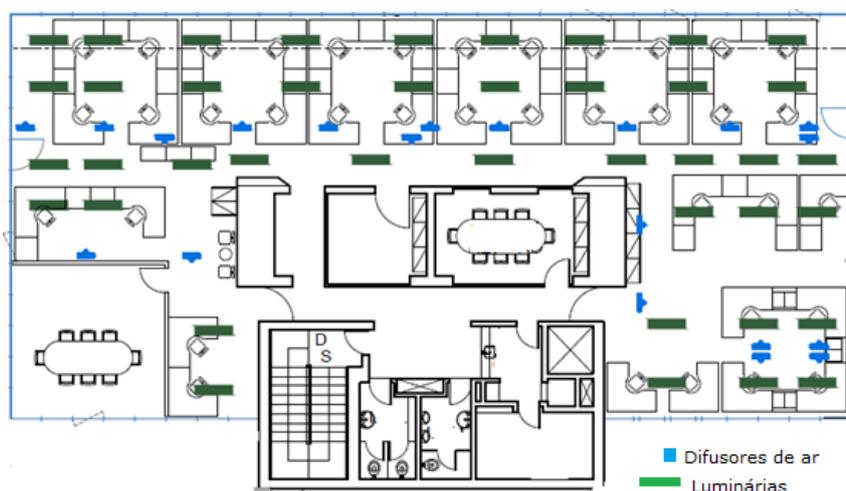
Fonte: Arquivo pessoal, 2018

Figura 22: Pontos de iluminação e de difusores (edifício sede)



Fonte: Desenho elaborado pela autora, 2018

Figura 23: Pontos de iluminação e de difusores (edifício anexo)



Fonte: Desenho elaborado pela autora, 2018

3.2.3 Condicionamento de ar

a) Edifício sede

O sistema de condicionamento de ar do edifício sede é constituído por uma Central de Água Gelada - equipamentos “chillers”, sistema de bombeamento e torres de refrigeração. Em cada pavimento há uma casa de

máquinas onde se localizam os “*fan coils*” que recebem a água gelada para a refrigeração independente do ar externo e posterior distribuição no pavimento, através da rede de dutos e dos difusores instalados e distribuídos nos forros de teto dos ambientes.

- 03 “*chillers*”. Edifício sede - 2º subsolo.
- 02 torres de refrigeração. Edifício sede - Laje de cobertura.
- 02 “*fan coils*” por pavimento. Edifício sede - Casas de máquinas de

cada pavimento.

b) Edifício anexo

O sistema de condicionamento de ar do edifício anexo é constituído de uma central de condicionadores na casa de máquinas de cada pavimento, em um circuito fechado de água gelada abastecido por uma torre de refrigeração.

- 01 torre de refrigeração. Edifício anexo - 2º subsolo.
- Condicionadores de ar central tipo “*Self Contained*”. Casas de

máquinas de cada pavimento.

Centro de Processamento de Dados - Data center e outras áreas

O CPD – Centro de Processamento de Dados, *Data Center*, é constituído por um sistema de condicionamento de ar dedicado e exclusivo com equipamentos que funcionam em esquema de rodízio, de forma ininterrupta, e interligado ao grupo gerador.

- 03 Condicionadores de ar tipo “*Self Contained*”: CPD - *Data Center* do edifício anexo - 1º subsolo.

As demais áreas, em função de atividades específicas que requerem funcionamento diferenciado de refrigeração, são constituídas de sistemas de condicionamento de ar individualizados.

- Condicionadores de ar tipo “*Split*”: galeria de arte do BDMG Cultural (térreo do edifício anexo); salas de treinamento (1º subsolo do edifício anexo); sala de segurança, central telefônica, sala de atendimento médico (térreo do edifício sede); sala de microfilmes (2º subsolo do edifício sede); restaurante (11º pavimento do edifício sede).

O sistema completo de ar condicionado funciona de 07:00 às 18:00 horas. Às 18:00 horas, a Central de Água Gelada é desligada e até às 19:00 horas o funcionamento é apenas de ventilação artificial. O padrão de funcionamento das

máquinas foi estabelecido de acordo com o horário ou estação do ano. A central de água gelada tem quatro compressores que podem ser ligados e desligados, conforme a demanda de refrigeração. No verão, utiliza-se quatro compressores; no outono e inverno, apenas dois compressores; na primavera, três compressores. No início da manhã, às 07:00 horas, sempre um compressor a mais é ligado para que se atinja mais rapidamente o nível de refrigeração padrão e algumas horas depois, entre 09:30 e 10:00 horas, um compressor é desligado. A temperatura média que se estabeleceu como padrão foi a de 23 graus. As janelas não são abertas para ventilação natural e ficam permanentemente fechadas e trancadas.

Os prestadores de serviço da empresa terceirizada (dois técnicos), que permanecem em tempo integral no banco durante o funcionamento do sistema de ar condicionado, em horários escalonados, controlam a operação, temperatura, manutenção, limpeza periódica dos filtros e tubulações e demais procedimentos de acordo com os normativos e legislação⁵.

A sistematização do controle e de verificação da temperatura, além da forma pré-estabelecida anteriormente, pode ser feita pela demanda individual ou coletiva. As pessoas, individualmente ou coletivamente, podem acionar os operadores do sistema de ar condicionado, através de chamada por e-mail à “central de atendimento”. Um dos operadores se desloca até o local e verifica, através da utilização de um termômetro, se a temperatura está conforme o padrão estabelecido de 23 graus. Caso não esteja, o operador faz a regulagem em uma das formas a seguir:

- Prédio: na central de água gelada, em que a quantidade de compressores em funcionamento pode ser controlada, ou seja, eles podem ser ligados ou desligados, conforme a demanda de refrigeração. O procedimento é feito quando há registro de muitas reclamações simultâneas e advindas de vários pavimentos.

- Pavimento: controle do fluxo de válvula de água gelada que refrigera o ar nos “*fan coils*” que se localizam na casa de máquinas de cada pavimento. São dois “*fan coils*” em cada pavimento, que servem separadamente as áreas frontal (Rua da Bahia) e posterior (Rua Espírito Santo) dos pavimentos

⁵ PMOC – Plano de Manutenção, Operação e Correção que foi aprovado pelo BDMG.

do edifício sede. O procedimento é feito quando há registro de reclamações de um pavimento ou setor no pavimento.

- Local: regulação da abertura dos difusores de ar que é feita manualmente através das caixas de VAV – Volume de Ar Variável. Nos pavimentos-tipo do edifício sede, há aproximadamente 12 termostatos com visores de temperatura (em média, três em cada fachada) instalados nos forros de teto. Cada VAV controla a abertura dos difusores de ar em determinada área do pavimento. O procedimento é feito quando há registro de reclamação de um local restrito e específico. As figuras 24 a 27 apresentam fotos de alguns dispositivos, torres de refrigeração e condicionadores do sistema de refrigeração.

Figura 24: Difusor do ar condicionado



Fonte: Arquivo pessoal, 2018

Figura 25: VAV (Volume de Ar Variável)



Fonte: Arquivo pessoal, 2018

Figura 26: Torres de refrigeração



Fonte: Arquivo pessoal, 2018

Figura 27: Condicionadores de ar



Fonte: Arquivo pessoal, 2018

3.3 Plano de Gestão da Sustentabilidade

A partir de 2014, o Banco de Desenvolvimento de Minas Gerais - BDMG iniciou a formalização de um “Plano de Gestão da Sustentabilidade”, com o objetivo de efficientização e redução do consumo de água, energia e da geração de resíduos, em busca de um bom desempenho no uso e operação dos sistemas da edificação. Ressalva-se que antes mesmo de 2014, o banco já havia iniciado estudos e práticas de redução no consumo de água e energia: modernização dos elevadores, equipamentos do ar condicionado, subestação do edifício sede e iluminação (troca de lâmpadas convencionais por lâmpadas LED's).

A iniciativa compactuou com as diretrizes da Secretaria de Planejamento e Gestão de Minas Gerais – SEPLAG que, através da Resolução nº 03, de 27 de janeiro de 2015, estabeleceu metas para a redução do consumo de água em 30% (trinta por cento) de todas as unidades prediais dos órgãos e entidades do

Poder Executivo Estadual, em consideração ao risco de falta no abastecimento de água, devido ao baixo nível dos reservatórios do Estado.

Durante a implementação do plano, vislumbrou-se a participação no processo de certificação “Selo BH Sustentável”, da Prefeitura de Belo Horizonte. O processo incluiu, dentre várias etapas, diagnóstico, ações e resultados nas dimensões água, energia e resíduos. O edifício do BDMG foi considerado apto à obtenção da classificação “Ouro”⁶.

Com a implementação das ações do processo de certificação, os resultados almejados foram os seguintes:

- Na dimensão “*Água*”: redução de 24,98% no consumo.
- Na dimensão “*Energia*”: não houve redução no consumo. No entanto, o laudo técnico incluiu nos cálculos as ações que foram implementadas anteriormente ao plano, o que resultou em uma redução de 23,96% no consumo.
- Na dimensão “*Resíduos*”: redução de 56,86% na geração.

O conteúdo que foi coletado no documento “Proposta de Sustentabilidade”, datado de setembro de 2017, que foi o resultado do trabalho realizado pela empresa “Creato Consultoria e Projetos”, com o apoio da Comissão de Sustentabilidade e equipe técnica do banco, apresenta-se de forma elucidativa no Anexo 2.

⁶ O programa municipal foi suspenso no final do ano de 2016 e o processo de certificação do BDMG encontra-se passível da fase de auditoria.

4 METODOLOGIA

Será apresentada a metodologia adotada para atingir os objetivos propostos neste trabalho, que seguiu a seguinte sequência:

- Levantamento de dados: levantamento de projetos e documentos; visitas “*in loco*”; levantamento de áreas e medições; desenhos no programa AutoCAD; fotos; entrevistas com gestores; levantamento dos resultados do Plano de Gestão de Sustentabilidade; levantamento das contas das concessionárias de energia e água e dos consumos antes e após a implementação das ações de sustentabilidade.
- Classificação do desempenho energético do edifício do BDMG, com a utilização de pesquisa de *benchmarking*.
- Pesquisa sobre a percepção dos usuários, através da aplicação de questionários.

4.1 Levantamento de dados

As informações, projetos, documentos e dados foram cedidos pelo BDMG, com a autorização do Corpo Diretivo.

4.1.1 Projetos

Os projetos arquitetônicos foram obtidos em arquivos com extensão “*tif*” – originais que foram digitalizados, e “*dwg*” – desenhos que foram feitos pela equipe do banco, através do programa AutoCAD. No levantamento existente, alguns desenhos não estavam atualizados e/ou completos. Neste trabalho, foram feitos levantamentos, medições, atualizações de desenhos e novos desenhos no programa AutoCAD para se obter o projeto completo dos edifícios sede e anexo, inclusive implantação, cortes, fachadas, layout, pontos de iluminação e difusores de ar condicionado de alguns pavimentos. Os desenhos e fotos podem ser vistos no Apêndice B.

4.1.2 Plano de Gestão da Sustentabilidade

Os resultados obtidos na redução do consumo de água e energia através da implementação das ações do Plano de Gestão da Sustentabilidade e do processo de certificação, conforme descrito no item 3.3, foram levantados e

considerados como parâmetros. O Plano de Gestão da Sustentabilidade pode ser visto no Anexo 2.

4.1.3 Consumo de energia e de água

O objetivo foi verificar os consumos de energia elétrica e de água antes e após a implementação das ações do plano. As ações para redução de energia foram iniciadas efetivamente em 2014, e continuam sendo implementadas, através das trocas de lâmpadas convencionais por lâmpadas LED's à medida que aquelas chegam ao final da vida útil, cuja previsão de finalização é no ano de 2019. Em 2012, foram feitos apenas alguns testes de adaptação das novas lâmpadas às luminárias existentes, que não impactaram em redução no consumo de energia. Em 2013, foram efetivadas algumas trocas de lâmpadas. Portanto, o período de análise do consumo de energia foi de 2013 e se estende a uma data posterior a 2018. Os dados de consumo de energia elétrica foram extraídos das contas da CEMIG dos últimos 06 anos (2013 a 2018). Para a previsão posterior a 2018, foram feitos cálculos e estimativas de consumo de energia. Com relação ao consumo de água, os dados foram extraídos das contas da COPASA dos últimos 06 anos (2013 a 2018). As ações para a redução no consumo de água foram implementadas efetivamente a partir de 2014 e finalizadas em 2017. Em 2014, iniciou-se o uso do reservatório de retenção com reutilização das águas de chuva para irrigação. Nos anos seguintes, as ações para redução no consumo de água foram relativas ao uso de dispositivos economizadores em chuveiros, mictórios, descargas e torneiras de lavatórios, conforme descrito no Anexo 2, Plano de Gestão da Sustentabilidade, que inclui a Proposta Selo BH Sustentável (2017).

4.2 **Benchmarking**

Para o *benchmarking*, utilizou-se a metodologia proposta na tese “Avaliação do Consumo de Energia Elétrica de Edificações de Escritório e sua Correlação com as Decisões de Projeto”, de Veloso (2017), para classificação do consumo de energia elétrica da edificação, em comparação com o consumo energético de uma amostra de edifícios de escritórios com características

semelhantes e mesma tipologia com relação ao modo de condicionamento de ar, com base em um *benchmarking* na cidade de Belo Horizonte MG.

O indicador de desempenho para a análise denomina-se “Intensidade no Uso de Energia”, e é definido pelo consumo de energia medido por área útil, ou seja, kWh/m²/ano. A classificação é feita com base nos dados de consumo de energia elétrica exclusivo da torre de escritórios da edificação em relação à área correspondente. A metodologia proposta na tese de Veloso (2017), pode ser vista com mais detalhes no Anexo 3.

4.2.1 Levantamento de dados

Para aplicar a metodologia em referência, inicialmente, foi feito um levantamento de dados, análise dos projetos arquitetônicos e documentos, visitas *in loco* e utilização de dados sobre o consumo de energia elétrica anual das edificações.

Desta forma, obteve-se os seguintes dados dos edifícios sede e anexo:

- Áreas totais construídas;
- Áreas das garagens;
- Consumos anuais de energia elétrica;
- Dados dos sistemas de iluminação das garagens (número e potência de lâmpadas instaladas, e estimativa de número de horas de uso por dia);
- Dados dos elevadores (consumo de energia dos elevadores e estimativa de número de horas de uso por dia);
- Dados de consumo de energia do *Data Center*.

Os dados de potência e número de horas de uso dos sistemas de iluminação das garagens e dos elevadores e a estimativa de consumo de energia do *Data Center* foram informados pela área técnica e de manutenção do banco. Foi feito um levantamento no local das garagens do número de lâmpadas no mês de outubro de 2018.

4.2.2 Cálculos

Para se obter o consumo de energia exclusivo das torres de escritórios, foi necessário calcular e deduzir os consumos dos sistemas de iluminação das garagens e de elevadores, além do consumo do *Data Center*. Para se obter as

áreas exclusivas das torres de escritórios, foram deduzidas as áreas de garagens das áreas totais construídas.

- Consumo de energia do sistema de iluminação das garagens

Para o cálculo do consumo de energia do sistema de iluminação das garagens, a quantidade de lâmpadas e as suas respectivas potências foram multiplicadas pelas horas de uso. As horas de uso diárias foram multiplicadas por 22 dias úteis ao mês, e 12 meses, para a transformação em horas de uso anuais.

O consumo de energia anual da iluminação será dado pela equação $I \times p \times h$, sendo:

I = quantidade de lâmpadas;

p = potência das lâmpadas em kW;

h = horas de uso anuais.

- Consumo de energia dos elevadores

Para o cálculo do consumo de energia dos elevadores, a quantidade de elevadores e seus respectivos consumos foram multiplicados pelas horas de uso. As horas de uso diárias foram multiplicadas por 22 dias úteis ao mês, e 12 meses, para a transformação em horas de uso anuais.

- Consumo de energia do *Data Center*

O consumo de energia do *Data Center* foi estimado entre 60% a 70% da energia do edifício anexo, conforme informações da área técnica de manutenção do BDMG. Por conservadorismo, foi adotado o percentual de 60%.

Os cálculos foram efetuados separadamente dos edifícios sede e anexo, tendo em vista que eles possuem características, consumos e atividades diferenciadas. No edifício anexo, por exemplo, funciona o *Data Center* que consome energia em um padrão superior e diferenciado.

4.2.3 Classificação

Através dos cálculos, foi obtido o indicador de desempenho “Intensidade no Uso de Energia”, o que possibilita a classificação do desempenho da edificação do BDMG – edifício sede e anexo.

4.3 Percepção dos usuários

A percepção dos usuários foi aferida, através da aplicação de questões de sustentabilidade relacionadas ao ambiente construído que eles ocupam, trabalham, usufruem e no qual interagem entre si.

A análise das respostas permitiu a compreensão da percepção do usuário sobre a sustentabilidade aplicada ao ambiente construído, a participação e a contribuição no processo.

Para a elaboração das perguntas, foram feitos estudos sobre a metodologia de aplicação de entrevistas e questionários: tipo, alcance, número de questões, forma de abordagem. Para isso tomou-se como base o livro “Fundamentos de metodologia científica” de Mariana de Andrade Marconi, Eva Maria Lakatos (2003).

4.3.1 Levantamento

a) Levantamento da sensibilidade dos usuários: quantidade, localização, ocupação, gênero e turnos de trabalho.

b) Divisão do edifício em zonas, conforme a localização dos usuários em relação à orientação solar e iluminação nos edifícios sede e anexo.

4.3.2 Elaboração das questões

As questões foram elaboradas e divididas em três temas sobre as condições ambientais de conforto relacionadas ao consumo de energia; o processo de certificação “Selo BH Sustentável”; e a temática da sustentabilidade.

a) Condições ambientais de conforto relacionadas ao consumo de energia: iluminação, insolação, temperatura, umidade do ar, ventilação, acesso aos sistemas de controle.

b) Importância da sustentabilidade; importância da redução do consumo de água, energia e geração de resíduos para a sustentabilidade; importância do conforto para a sustentabilidade.

c) Conhecimento, participação e contribuição na sustentabilidade.

4.3.3 Aplicação do questionário

O questionário foi elaborado e aplicado através do *Google Forms*, via plataforma virtual. O convite com a indicação do *link* para acesso e participação na pesquisa foi distribuído por e-mails, e de forma impressa, a todos os

colaboradores do BDMG (funcionários, estagiários e prestadores de serviço). O questionário pode ser visto no Apêndice A.

Antes da aplicação definitiva, foi feito um pré-teste com a solicitação de críticas e sugestões, e o retorno dos participantes foi útil para o aprimoramento do modelo final, que contribuiu para a melhor compreensão das questões propostas. O questionário teve um total de 28 perguntas, com a inclusão de um espaço aberto para comentários ao final.

A entrega de convites impressos possibilitou o contato pessoal com os colaboradores e a inclusão daqueles que não tem acesso à internet no trabalho (seguranças e pessoas do serviço de manutenção e limpeza) e que, desta forma, poderiam acessar o *link* no local de preferência.

4.3.4 Tabulação

A ferramenta *Google Forms* possibilita a geração de planilhas, tabelas e gráficos que possibilitam uma pré-análise. É necessária a interpretação e reedição de algumas questões e respostas para melhor visualização e compreensão. A análise das respostas gerou a compilação das questões em temas e a correlação entre os mesmos.

5 RESULTADOS

Através dos resultados obtidos, foi possível analisar o desempenho energético da edificação do BDMG, com base em parâmetros e metodologia científica, como critério de sustentabilidade que levasse em consideração o acompanhamento dos resultados de redução no consumo de energia e de água, o *benchmarking* e a percepção dos usuários.

- Análise do consumo atual em comparação com os anos anteriores à implementação das ações para redução do consumo de energia e água e apresentação dos parâmetros do Plano de Gestão da Sustentabilidade, que inclui o processo de certificação.
- Análise dos resultados obtidos de desempenho energético dos edifícios do BDMG em relação ao *benchmarking* de edifícios de escritórios na cidade de Belo Horizonte.
- Análise dos resultados obtidos sobre a percepção dos usuários.
- Elaboração dos principais resultados.

Os projetos que foram coletados, os desenhos que foram atualizados e as fotos encontram-se no Apêndice B.

5.1 Plano de Gestão da Sustentabilidade: resultados

O Plano de Gestão da Sustentabilidade e os resultados obtidos na redução do consumo de água e energia durante o processo de certificação e que constam da Proposta Selo BH Sustentável foram estabelecidos neste estudo como parâmetros para verificação da eficácia das ações que foram implementadas na realidade prática e são abaixo descritos. Para mais informações, o conteúdo do Plano de Gestão da Sustentabilidade, que inclui a Proposta Selo BH Sustentável (2017), pode ser visto no Anexo 2.

- **Dimensão Energia: redução no consumo de 23,96%.**

No Plano de Gestão da Sustentabilidade, o percentual de redução no consumo de energia foi estimado em uma comparação do consumo relativo ao período anterior às ações de sustentabilidade em relação ao consumo relativo ao “período atual” de julho/14 a junho/15, que foi o período definido como o início

do processo. Foram consideradas algumas ações para a redução do consumo de energia que haviam sido implementadas anteriormente a 2014, tais como modernização dos elevadores e da iluminação (algumas trocas de lâmpadas convencionais por lâmpadas LED's).

Consumo atual: Para o cálculo do consumo atual, o plano não considerou o consumo de energia apurado e extraído das contas da CEMIG do “período atual” (julho/14 a junho/15), em 1.841.320 kWh, conforme pode ser visto na tabela 1, mas fez-se o cálculo do somatório do consumo de energia de cada sistema que, por sua vez, foram calculados separadamente (elevadores, iluminação, sistema de refrigeração, equipamentos), e resultou em um total de 133.383,44 kWh/mês ou 1.600.601,28 kWh/ano, cujo resultado se apresenta na tabela 2.

Tabela 1: Consumo energético dos edifícios sede e anexo de julho/2014 e junho/2015

Meses (2014)	jul/14	ago/14	set/14	out/14	nov/14	dez/14	Total do consumo (kWh)
Consumo (kWh)	139.160	136.780	136.360	163.380	179.760	167.160	
Meses (2015)	jan/15	fev/15	mar/15	abr/15	mai/15	jun/15	1.841.320
Consumo (kWh)	150.780	187.040	141.400	171.120	129.920	138.460	

Fonte: Dados coletados pela autora das contas de energia do BDMG

Consumo anterior: Para o cálculo do consumo “anterior”, que significa o consumo de energia referente ao período anterior à implementação de ações para redução, ou seja, antes de julho de 2014, fez-se também o somatório do cálculo do consumo de energia de cada sistema antes da modernização, que resultou em um total de 226.077,55 kWh/mês ou 2.712.930,60 kWh/ano, cujo resultado se apresenta na tabela 2.

Os sistemas que foram modernizados e considerados no cálculo do plano para a redução de energia foram os de elevadores e iluminação. Para os elevadores, o “consumo atual” foi calculado com base nos dados do fabricante. E para o consumo anterior dos elevadores, foram considerados os dados fornecidos pela área técnica do BDMG, que teve como fonte as informações de

uma consultoria especializada. Com relação à iluminação, o “consumo atual” foi calculado com base nos dados de lâmpadas existentes, conforme descrição do item 3.2.2, com posição em 10/10/2015, em um total de 8.279 lâmpadas, em sua maioria, do tipo fluorescente e aproximadamente 24% do tipo LED. Para o consumo anterior da iluminação, foi feito o cálculo como se todas as lâmpadas fossem incandescentes anteriormente, com exceção das dicróicas, halógenas e da iluminação externa (refletores). E, para o cálculo da energia economizada da iluminação foi aplicada a fórmula que utiliza um índice redutor de 0,50. Os resultados se apresentam na tabela 2.

$$E = 0,5 \times (P_{eq} - P) \times T, \text{ onde:}$$

E - Energia economizada

P_{eq} - Potência equivalente de uma lâmpada incandescente, disponível na tabela Procel / Inmetro.

P - Potência da tecnologia, disponível na tabela Procel / Inmetro.

Tabela 2: Consumo comparativo de energia (kWh/mês)

Sistema	Consumo atual (kWh/mês)	Consumo anterior (kWh/mês)	Diferença	Redução
Elevadores	2.209,90	5.943,40	3.733,50	3.733,50
Iluminação	33.516,23	122.476,84	88.960,61	44.480,30*
Refrigeração	76.221,00	76.221,00	0	0
Equipamentos	21.436,31	21.436,31	0	0
Total	133.383,44	226.077,55	92.694,11	48.213,80

$$*E = 0,50 (P_{eq} - P) = 0,50 (122.476,84 - 33.516,23) = 0,50 \times 88.960,61 = 44.480,30$$

Fonte: CREATO CONSULTORIA E PROJETOS, 2017

O consumo atual (período de julho/14 a junho/15) foi de 133.383,44 kWh/mês ou 1.600.601,28 kWh/ano e o consumo anterior (antes de julho/14) foi de 226.077,55 kWh/mês ou 2.712.930,60 kWh/ano. Para o cálculo do percentual de redução, foi aplicada uma fórmula que leva em consideração a média da energia consumida da CEMIG, que não foi exposta aqui. Os detalhes dos cálculos podem ser vistos no Anexo 2.

É importante ressaltar que a “Proposta Selo BH Sustentável” segue os procedimentos técnicos e metodologia de cálculo que foram adotados do programa “Selo BH Sustentável” da Prefeitura de Belo Horizonte.

- **Dimensão Água: redução no consumo de 24,98%.**

No Plano de Gestão da Sustentabilidade, o percentual de redução no consumo de água, com a implementação das ações, foi estimado em relação ao período de abril/14 a março/15, cujo somatório do consumo de água do edifício sede foi de 10.800.000 litros (10.800 m³). Na elucidação da metodologia de cálculo que foi aplicada, não foi encontrada a justificativa da consideração apenas do edifício sede.

5.2 Análise do consumo de energia e água

O objetivo foi verificar os resultados das ações de sustentabilidade e os impactos na redução de energia e de água na realidade prática, tendo em vista os dados das contas da CEMIG e COPASA e os cálculos. A análise pode servir de base e instigar o acompanhamento das ações e resultados, para que se possa prover e manter a sustentabilidade efetiva. Esta forma de verificação não se compara com a metodologia de cálculo que foi utilizada na Proposta Selo BH Sustentável, que é diferenciada e tem como referência o programa de certificação em sustentabilidade da Prefeitura de Belo Horizonte, que não foi objeto de análise neste trabalho. As descrições sobre o Selo BH Sustentável, da Prefeitura Municipal de Belo Horizonte, e o Plano de Gestão da Sustentabilidade que inclui a Proposta Selo BH Sustentável (2017), podem ser vistas nos Anexos 1 e 2, respectivamente.

a) Análise do consumo de energia

O período estabelecido para a análise do consumo de energia foi a partir de 2013 e se estende a uma data posterior a 2018. A justificativa para a definição desta linha de tempo, tem como base o cronograma de ações que foram e continuam sendo executadas nos edifícios, de acordo com as informações repassadas pela área técnica do banco, e que impactam na melhoria da sustentabilidade e nos índices de consumo de energia, quais sejam:

- Iluminação: trocas de lâmpadas fluorescentes por lâmpadas LED's. As ações de trocas das lâmpadas foram iniciadas, de forma efetiva, em 2014. Em 2013, foram efetivadas algumas trocas de lâmpadas. Antes disso, em 2012, foram feitos apenas testes de adaptação das lâmpadas LED's nas luminárias existentes, para definir a necessidade ou não de trocas de luminárias. Os testes foram realizados em algumas luminárias do mezanino do edifício sede e não impactaram em redução.
- Elevadores: a modernização dos elevadores foi feita em 2008. A respectiva redução no consumo de energia foi considerada nos cálculos do plano, e por isso, foi incluída também neste estudo. Os dados que foram utilizados são os mesmos do plano, que têm como fonte os dados da área técnica do banco e de uma consultoria especializada.

Não foram consideradas as ações de modernização de dispositivos de ar condicionado e da subestação elétrica, pois foram executadas há mais de uma década e os dados e resultados foram perdidos ao longo do tempo. Estes, também não foram considerados no plano.

Os consumos mensais e o consumo total de energia elétrica dos anos de 2013 a 2018 foram levantados das contas da concessionária CEMIG cedidas pela administração do BDMG, em um somatório dos dados dos dois edifícios, e são apresentados na tabela 3 com os valores arredondados. Foram feitos cálculos referentes às perspectivas futuras de redução no consumo a partir de 2018.

Tabela 3: Resumo de consumo energético mensal dos edifícios sede e anexo no período entre 2013 e 2018

TOTAL DO CONSUMO DE ENERGIA (KWH)						
ED. ANEXO + ED. SEDE						
MÊS/ANO	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Janeiro	173.880	160.580	150.780	138.040	145.040	139.440
Fevereiro	165.060	176.820	187.040	168.560	163.520	152.180
Março	154.560	153.440	141.400	154.980	133.000	121.100
Abril	181.160	170.240	171.120	159.040	160.720	153.300
Maio	149.100	135.800	129.920	158.060	133.840	126.560
Junho	149.100	164.080	138.460	142.660	125.580	116.620
Julho	143.500	139.160	128.800	131.880	120.300	118.720
Agosto	145.460	136.780	135.240	125.720	112.000	115.780
Setembro	149.240	136.360	147.000	134.960	117.460	114.380
Outubro	154.980	163.380	145.040	139.300	121.100	130.620
Novembro	154.980	179.760	166.740	149.380	138.460	128.520
Dezembro	168.280	167.160	168.420	137.480	132.440	132.440
TOTAL	1.889.300	1.883.560	1.809.960	1.740.060	1.603.460	1.549.660

Fonte: Dados coletados pela autora das contas de energia do BDMG

Do total de energia consumida no ano de 2013, de acordo com as contas da CEMIG, deve ser acrescido o valor correspondente à redução de energia com a modernização dos elevadores em 44.802 kWh/ano. Conforme explicado anteriormente, a modernização dos elevadores foi feita em 2008 e a respectiva redução no consumo de energia foi considerada nos cálculos do plano. Desta forma, a redução no consumo dos elevadores foi incluída também neste estudo. O resultado pode ser visto na tabela 4.

Total de energia em 2013 = 1.889.300 + 44.802 = 1.934.102 kWh/ano.

Tabela 4: Consumo de energia em 2013 antes da modernização dos elevadores

Consumo energético em 2013 (kWh/ano)	1.889.300
Redução no consumo energético com a modernização dos elevadores (kWh/ano)	44.802
Consumo energético antes da modernização dos elevadores (kWh/ano)	1.934.102

Fonte: Dados coletados pela autora e cedidos pelo BDMG

Para o cálculo do consumo de energia posterior ao ano de 2018, foi feito o levantamento de dados de lâmpadas convencionais (tipos, quantidades, potências e tempo de uso) que ainda serão trocadas por lâmpadas LED's. Com esses dados, foi possível calcular a estimativa futura de redução no consumo de energia, em 45.006 kWh/ano. Para o cálculo da previsão de consumo nos anos posteriores a 2018, do total de energia consumida em 2018, de acordo com as contas da CEMIG apresentadas na tabela 3, deve-se deduzir a redução prevista no consumo de energia de 45.006 kWh/ano. Os dados estão apresentados na tabela 5, com os valores arredondados.

Consumo de energia após 2018 = 1.549.660 – 45.006 = 1.504.654 kWh/ano.

Tabela 5: Cálculo de estimativa de redução no consumo energético posterior a 2018

Pavimentos	Existentes em 2018		Substituições após 2018		Uso Quant. h/dia*		2018	Após 2018
	Lâmpadas tipo	Potência (W)	Lâmpadas tipo	Potência (W)			kWh/ano	kWh/ano
11º, 5º, 4º, térreo	Fluorescente tubular	32	LED tubular	20	578	9	43.946	27.467
11º, térreo	Fluorescente tubular	16	LED tubular	10	492	9	18.704	11.690
11º, 5º, 4º, térreo (escadas)	Fluorescente compacta	20	LED Bulbo A60	10	24	9	1.140	570
2º ss (ed. sede), 2º ss e 3º ss (ed. anexo)	Fluorescente compacta	45	LED Bulbo A60	12	60	12	8.554	2.281
Todos os pav. tipo, exceto: ed. anexo, mezanino e 9º	PL	13	Painel LED	18	1.160**	9	39.475	24.805
Total							111.819	66.813
Redução no consumo de energia prevista posterior a 2018								45.006

*Média ponderada

** A quantidade de painéis LED será de 580. Os painéis LED estão em fase de teste.

Fonte: Dados coletados pela autora e cedidos pelo BDMG

Com base nos dados levantados, foram calculados os percentuais de redução no consumo de energia elétrica a cada ano de 2013 a 2018, inclusive posteriormente a 2018, um ano em comparação com o ano anterior, e foi feita uma comparação, especificamente, entre os anos de 2013 e posterior a 2018, ou seja, antes e após a implementação das ações de sustentabilidade, conforme apresentado na tabela 6.

Tabela 6: Redução anual e total do consumo energético em kWh/ano e percentuais

Ano de referência	Consumo (kWh)	Redução (kWh/ano)	Redução (%)*	Redução (%)**
2013	1.934.102			
2014	1.883.560	-50.542	2,6	2,6
2015	1.809.960	-73.600	3,9	7,4
2016	1.740.060	-69.900	3,9	11
2017	1.603.460	-136.600	7,9	17,7
2018	1.549.660	-53.800	3,4	20,7
Posterior a 2018	1.504.654	-45.006	2,9	22,2
Total de redução		-429.448		22,2

* Em comparação com o ano anterior **Em comparação com 2013

Fonte: Dados coletados pela autora das contas de energia do BDMG

A implementação das ações, principalmente, relativas às trocas das lâmpadas convencionais por lâmpadas LED's à medida que aquelas chegam ao final da vida útil, impacta na redução progressiva do consumo de energia elétrica a cada ano. Em 2014, quando as ações começaram a ser implementadas, incluído o consumo de energia dos elevadores, a redução foi de 2,6% comparativamente a 2013; de 2014 a 2015, a redução foi de 3,9%; de 2015 a 2016, a redução foi de 3,9%; de 2016 a 2017, a redução foi de 7,9%, que foi a maior dentre todos os anos, possivelmente, devido a uma quantidade maior de lâmpadas substituídas; de 2017 a 2018, a redução foi de 3,4%; e a previsão para redução a partir de 2018 até a finalização das trocas de todas as lâmpadas é de 2,9%. Na comparação entre o ano de 2013 e o período após 2018, respectivamente, antes e após a implementação das ações, a redução total no consumo de energia é de 22,2%, equivalente a 429.448 kWh/ano.

Na realidade prática, levando-se em consideração os dados das contas da CEMIG, a redução foi próxima ao parâmetro que foi estabelecido nos resultados do plano em 23,96%, apesar de terem sido aplicadas metodologias diferentes. Se considerarmos o início das ações em 2014, sem comparar com o ano de 2013, anterior às ações, na mesma linha de tempo do plano, o percentual de redução no consumo de energia pelas contas da CEMIG é de 20,12%.

Estima-se que o investimento financeiro na aquisição de lâmpadas LED's, incluídas aquelas a serem adquiridas até a finalização das ações, seja de R\$ 260.000,00 aproximadamente. O cálculo foi feito com base nas planilhas de compras fornecidas pela área técnica e de manutenção do banco e os valores foram atualizados. Não foram incluídos os valores relativos à mão de obra, pois foi realizada por equipe própria do banco. A economia financeira anual é de R\$ 230.000,00 aproximadamente, que foi calculada em valor atual e presente, com base nos valores das contas da CEMIG e no índice de redução de 22%, conforme tabela 6. Portanto, o *payback* do investimento, ou seja, o período de recuperação do investimento realizado é de 13,57 meses.

b) Análise de consumo de água

O período estabelecido para a análise do consumo de água foi de 2013 a 2017. A justificativa para a definição desta linha de tempo, tem como base o cronograma de ações que foram executadas nos edifícios, que se iniciaram em 2014 e finalizaram em 2017, de acordo com as informações repassadas pela área técnica do banco, e que impactaram na melhoria da sustentabilidade e nos índices de consumo de água. Conseqüentemente, foi possível comparar o consumo antes e depois da implementação das ações de sustentabilidade. Em 2014, iniciou-se o uso do reservatório de retenção (capacidade de 450.000 litros) com reutilização das águas de chuva para irrigação, primeiramente, através do acúmulo das águas de chuva naquele ano. Nos anos seguintes, as ações para redução no consumo de água foram relativas ao uso da água que foi retida no reservatório para irrigação dos jardins e lavagem de pisos externos, e do uso de dispositivos economizadores em chuveiros, mictórios, descargas e torneiras de lavatórios. Com o intuito de se proceder a um acompanhamento atualizado, o consumo de água do ano de 2018 também será apresentado e verificado.

Os consumos mensais e o consumo total de água, dos anos de 2013 a 2018, que foram levantados das contas cedidas pela administração do BDMG da concessionária COPASA, em um somatório dos dados dos dois edifícios, são apresentados na tabela 7, com os valores arredondados.

Tabela 7: Resumo de consumo mensal de água dos edifícios sede e anexo no período entre 2013 e 2018

MÊS/ANO	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Janeiro	979.000	983.000	991.000	597.000	729.000	572.000
Fevereiro	1.004.000	964.000	1.059.000	820.000	692.000	553.000
Março	1.047.000	967.000	830.000	682.000	806.000	568.000
Abril	875.000	918.000	839.000	741.000	748.000	554.000
Mai	911.000	907.000	707.000	719.000	589.000	545.000
Junho	1.022.000	924.000	729.000	587.000	687.000	494.000
Julho	785.000	941.000	602.000	697.000	564.000	510.000
Agosto	946.000	773.000	666.000	578.000	534.000	541.000
Setembro	907.000	962.000	681.000	699.000	614.000	476.000
Outubro	1.060.000	1.042.000	815.000	656.000	591.000	597.000
Novembro	1.012.000	1.035.000	828.000	732.000	629.000	508.000
Dezembro	1.102.000	1.151.000	766.000	676.000	619.000	633.000
TOTAL	11.650.000	11.567.000	9.513.000	8.184.000	7.802.000	6.551.000

Fonte: Dados coletados pela autora das contas de água do BDMG

Com base nos dados levantados, foram calculados os percentuais de redução no consumo de água a cada ano de 2013 a 2018, um ano em comparação com o ano anterior, e foi feita uma comparação, especificamente, entre os anos de 2013 e 2017, ou seja, antes e após a implementação das ações de sustentabilidade, conforme apresentado na tabela 8. Ressalta-se que no ano de 2018 não foram implementadas novas ações de sustentabilidade para redução do consumo em água.

Tabela 8: Redução anual e total do consumo de água em litros e percentuais

TOTAL CONSUMO DE ÁGUA DOS EDIFÍCIOS SEDE + ANEXO				
ANO DE REFERÊNCIA	TOTAL CONSUMO (litros)	REDUÇÃO (litros)	REDUÇÃO (%)*	REDUÇÃO (%)**
2013	11.650.000			
2014	11.567.000	-83.000	0,71	0,71
2015	9.513.000	-2.054.000	17,76	18,34
2016	8.184.000	-1.329.000	13,97	29,75
2017	7.802.000	-382.000	4,67	33,03
Total de redução entre 2013 e 2017		-3.848.000		33,03
2018	6.551.000	-1.251.000	16,03	43,77
Total de redução entre 2013 e 2018		-5.099.000		43,77

*Em comparação com o ano anterior.

** Em comparação com 2013.

Fonte: Dados coletados pela autora das contas de água do BDMG

A implementação das ações impactou na redução do consumo de água a cada ano. Em 2013, iniciou-se o uso do reservatório para retenção de águas pluviais, mas não necessariamente a utilização das águas retidas. Por esse motivo, de 2013 a 2014, a redução foi apenas de 0,71%. De 2014 a 2015, a redução foi de 17,76%; de 2015 a 2016, a redução foi de 13,97%; e de 2016 a 2017, a redução foi de 4,67%. A diferença dos percentuais a cada ano é variável, de acordo com o índice pluviométrico anual, o que pode ser verificado na queda de redução no consumo de água do ano de 2017, ano em que houve menor acúmulo de águas pluviais. As ações que foram implementadas com o uso de dispositivos economizadores (troca das válvulas de descargas convencionais por modelo *dual flush* e substituição das torneiras por modelos com fechamento automático) também impactaram de forma significativa. Na comparação entre o ano de 2013 e o ano de 2017, respectivamente, antes e após a implementação das ações, a redução no consumo de água foi de 33,03%, equivalente a 3.848.000 litros ou 3.848 m³.

Na realidade prática, a redução foi maior do que o parâmetro que foi estabelecido nos resultados do plano em 24,89%. Ressalva-se que o período inicial do plano era de abril/14 a março/15, cujo consumo anual de água que foi adotado do edifício sede era de 10.800.000 litros (10.800 m³). Em consideração apenas ao edifício sede, ao consumo inicial citado e ao final do ano de 2017 em

7.370.000 litros (7.370 m³), conforme contas da COPASA, a redução seria de 31,75%.

Em análise às contas da COPASA de 2018, para que se possa proceder a um acompanhamento atualizado, foi possível verificar o consumo anual de 6.551.000 litros, que foi o menor dentre os anos anteriores, com uma redução de 1.251.000 litros entre 2017 e 2018, ou seja, 16,03%. O fato da redução significativa se deve à utilização de grande volume de águas pluviais que foram retidas no reservatório, pois, em 2018, não houve implementação de novas ações para redução.

É interessante notar o impacto na redução do consumo de água com a utilização das águas pluviais para a irrigação dos jardins e lavagem de pisos externos. No presente trabalho, não foi possível apurar separadamente as reduções por ações, já que inexistente um medidor exclusivo para o reservatório e não foi feito um acompanhamento periódico.

Estima-se que o investimento financeiro na aquisição de dispositivos economizadores, principalmente, torneiras e válvulas, e equipamentos para o uso do reservatório de retenção (bomba e tubulação de recalque e alimentação) seja de R\$ 10.000,00 aproximadamente. O cálculo foi feito com base nas informações fornecidas pela área técnica e de manutenção do banco e os valores foram atualizados. Não foram incluídos os valores relativos à mão de obra. A economia financeira anual é de R\$ 50.000,00 aproximadamente, que foi calculada em valor atual e presente, com base nos valores das contas da COPASA e no índice de redução de 33,03%, conforme tabela 8. Portanto, o *payback* do investimento, ou seja, o período de recuperação do investimento realizado é de 2,4 meses.

5.2.1 Resultados da análise do consumo de energia e água

O levantamento de dados das contas de energia e água e os cálculos feitos para os períodos que compreendem a execução das ações até a finalização, e a comparação com os dados referentes aos períodos anteriores às mesmas, possibilitou a verificação dos resultados e a constatação da efetividade da sustentabilidade. Os resultados podem ser verificados na tabela 9.

Tabela 9: Resultados da redução no consumo de energia e água

ÁGUA	Anos	Consumo (litros)	Redução (litros)	Redução (%)
Antes das ações	2013	11.650.000	3.848.000	33
Após as ações	2017	7.802.000		

ENERGIA		Consumo (kWh/ano)	Redução (kWh/ano)	Redução (%)
Antes das ações	2013	1.934.102	429.448	22
Após as ações	Posterior a 2018	1.504.654		

Fonte: Elaborado pela autora com dados da pesquisa, 2018

O acompanhamento e monitoramento periódico dos resultados dos consumos de energia e água após o período de 2018, são necessários para que se possa manter, ou até mesmo aprimorar, o alcance dos resultados da sustentabilidade, através de planos de ações e/ou de correções.

5.3 Benchmarking

A classificação do desempenho energético dos edifícios do BDMG foi feita em um *benchmarking* do consumo de energia de edifícios de escritórios em Belo Horizonte MG, através da aplicação da metodologia proposta na tese “Avaliação do Consumo de Energia Elétrica de Edificações de Escritório e sua Correlação com as Decisões de Projeto” de Veloso (2017), que pode ser vista com mais detalhes no Anexo 3. Foram feitos os levantamentos de áreas construídas, consumo energético do ano de 2018, sistemas e consumo em iluminação e elevadores, consumo do *Data Center*, cálculos; classificação geral e classificação pelo modo de condicionamento de ar.

5.3.1 Levantamento de dados

- Áreas totais construídas, com base nos quadros 01 e 02:

Área total construída – Edifício sede = 14.334,54 m²

Área total construída – Edifício anexo = 6.310,49 m²

- Áreas das garagens, com base nos quadros 01 e 02:

Área de garagens – Edifício sede = 3.566,36 m²

Área de garagens – Edifício anexo = 3.824 m²

- Consumos anuais de energia elétrica, com base na tabela 3. Os consumos de energia dos edifícios sede e anexo foram separados com base nas contas da CEMIG fornecidas pelo banco.

Consumo de energia elétrica (2018) – Edifício sede = 1.082.900 kWh/ano

Consumo de energia elétrica (2018) – Edifício anexo = 466.760 kWh/ano

- Dados dos sistemas de iluminação das garagens (número e potência de lâmpadas instaladas, e estimativa de número de horas de uso por dia), conforme apresentado nas tabelas 10 e 11.

Tabela 10: Consumo energético de iluminação das garagens – Edifício sede

Garagens - Ed. sede	Tipo de lâmpada	Quantidade	Potência (kW)	Tempo de uso (h/dia)	Consumo diário (kWh/dia)
2º Subsolo	Fluorescente (compacta)	7	0,045	12	3,780
	LED	10	0,012	12	1,440
1º Subsolo	LED	23	0,012	12	3,312
Total consumo diário (kWh/dia)					8,532
Total consumo anual (kWh/ano)					2.252,45

Fonte: Elaborado pela autora com dados da pesquisa, 2018

Tabela 11: Consumo energético de iluminação das garagens – Edifício anexo

Garagens - Ed. anexo	Tipo de lâmpada	Quantidade	Potência (kW)	Tempo de uso (h/dia)	Consumo diário (kWh/dia)
3º Subsolo	Fluorescente (compacta)	32	0,045	12	17,280
	LED	3	0,012	12	0,432
2º Subsolo	Fluorescente (compacta)	21	0,045	12	11,340
	LED	1	0,012	12	0,144
Total consumo diário (kWh/dia)					29,196
Total consumo anual (kWh/ano)					7.706,16

Fonte: Elaborado pela autora com dados da pesquisa, 2018

- Dados dos elevadores (consumo de energia dos elevadores e estimativa de número de horas de uso por dia), conforme apresentado nas tabelas 12 e 13.

Tabela 12: Consumo energético dos elevadores - Edifício sede

Elevadores - tipo Ed. sede	Quantidade	Potência (kW)	Tempo de uso (h/dia)	Consumo diário (kWh/dia)
Elevador marca Otis	4	15	1,5	90
Monta carga	1	2,2	1	2,20
Total consumo diário (kWh/dia)				92,20
Total consumo anual (kWh/ano)				24.340,80

Fonte: Elaborado pela autora com dados da pesquisa, 2018

Tabela 13: Consumo energético dos elevadores - Edifício anexo

Elevadores – tipo Ed. anexo	Quantidade	Potência (kW)	Tempo de uso (h/dia)	Consumo diário (kWh/dia)
Elevador marca Thyssen	1	5,5	1,5	8,25
Total consumo diário (kWh/dia)				8,25
Total consumo anual (kWh/ano)				2.178

Fonte: Elaborado pela autora com dados da pesquisa, 2018

- Dados de consumo de energia do *Data Center*: a estimativa foi feita pela área técnica e de manutenção do BDMG entre 60% e 70% do consumo de energia do edifício anexo. Por conservadorismo, foi adotado o percentual de 60%.

5.3.2 Cálculos

Para se obter o consumo de energia exclusivo das torres de escritórios, foi necessário calcular e deduzir os consumos dos sistemas de iluminação das garagens e de elevadores, além do consumo do *Data Center*. Para se obter as áreas exclusivas das torres de escritórios, foram deduzidas as áreas de garagens das áreas totais construídas.

Os cálculos foram efetuados separadamente dos edifícios sede e anexo, tendo em vista que os edifícios possuem características, consumos e atividades diferenciadas. No edifício anexo, por exemplo, funciona o *Data Center* que consome energia em um padrão superior diferenciado. Através dos cálculos,

será obtido o indicador de desempenho “Intensidade no Uso de Energia”, o que possibilitou a classificação do desempenho dos edifícios sede e anexo. Os cálculos são apresentados a seguir e o resumo na tabela 14.

a) Edifício sede

1. Consumo de energia da iluminação das garagens

- 2º Subsolo - Edifício sede

A garagem do 2º subsolo do edifício sede possui 07 lâmpadas fluorescentes compactas, com potência de 0,045 kW, com uso de 3.168 horas anuais; e 10 lâmpadas LED's, com potência de 0,012 kW, com uso de 3.168 horas anuais.

Conforme dados da tabela 10, o cálculo do consumo de energia da iluminação da garagem do 2º subsolo do edifício sede foi de $(7 \times 0,045 \times 3.168) + (10 \times 0,012 \times 3.168) = 997,92 + 380,16 = 1.378,08$ kWh/ano.

- 1º Subsolo - Edifício sede

A garagem do 1º subsolo do edifício sede possui 23 lâmpadas LED's, com potência de 0,012 kW, com uso de 3.168 horas anuais.

Conforme dados da tabela 10, o cálculo do consumo de energia da iluminação da garagem do 1º subsolo do edifício sede foi de $23 \times 0,012 \times 3.168 = 874,37$ kWh/ano.

Consumo de energia das garagens em iluminação – Edifício sede = 2.252,45 kWh/ano

2. Consumo de energia dos elevadores

O consumo de energia anual dos elevadores foi dado pela equação $P \times t \times 22 \times 12$, sendo:

P = Potência do equipamento, com base nos dados dos fabricantes;

t = tempo de uso;

22 dias ao mês;

12 meses ao ano.

O edifício sede possui 04 elevadores que consomem 15 kWh e funcionam em um total de 1,5h por dia; e 01 monta carga que consome 2,20 kWh e funciona em um total de 1h por dia.

Conforme dados da tabela 12, o cálculo do consumo dos elevadores do edifício sede foi de $4 \times (15 \times 1,5 \times 22 \times 12) + 01 \times (2,20 \times 1 \times 22 \times 12) = 23.760 + 580,80 = 24.340,80$ kWh/ano.

Consumo de energia dos elevadores – Edifício sede = 24.340,80 kWh/ano

3. Intensidade no Uso de Energia

O indicador de desempenho para a análise denomina-se “Intensidade no Uso de Energia”, e é definido pelo consumo de energia medido por área útil, ou seja, kWh/m²/ano.

- Consumo de energia exclusivo da torre de escritórios

Consumo de energia elétrica (2018) = 1.082.900 kWh/ano

Consumo de energia das garagens – iluminação = 2.252,45 kWh/ano

Consumo de energia – elevadores = 24.340,80 kWh/ano

O cálculo do consumo de energia exclusivo da torre de escritórios foi de $1.082.900 - (2.252,45 + 24.340,80) = 1.082.900 - 26.593,25 = 1.056.306,75$ kWh/ano.

Consumo de energia da torre de escritórios – Edifício sede = 1.056.306,75 kWh/ano

- Área exclusiva da torre de escritórios

Área construída total = 14.334,54 m²

Área de garagens = 3.566,36 m²

Área da torre de escritórios = $14.334,54 - 3.566,36 = 10.768,18$ m²

Área da torre de escritórios – Edifício sede = 10.768,18 m²

- Intensidade no Uso de Energia

Intensidade no Uso de Energia = Consumo de energia da torre / Área da torre = $1.056.306,75 / 10.768,18 = 98,09$ kWh/m²/ano.

Intensidade no Uso de Energia – Edifício sede = 98,09 kWh/m²/ano
--

b) Edifício anexo

1. Consumo de energia da iluminação das garagens

- 3º Subsolo - Edifício anexo

A garagem do 3º subsolo do edifício anexo possui 32 lâmpadas fluorescentes compactas, com potência de 0,045 kW, com uso de 3.168 horas

anuais; e 03 lâmpadas LED's, com potência de 0,012 kW, com uso de 3.168 horas anuais.

Conforme dados da tabela 11, o cálculo do consumo de energia da iluminação da garagem do 3º subsolo do edifício anexo foi de $(32 \times 0,045 \times 3.168) + (3 \times 0,012 \times 3.168) = 4.561,92 + 114,05 = 4.675,97$ kWh/ano.

- 2º Subsolo - Edifício anexo

A garagem do 2º subsolo do edifício anexo possui cada: 21 luminárias com 01 lâmpada compacta fluorescente cada, com potência de 0,045 kW com uso de 3.168 horas anuais e 1 lâmpada LED com potência de 0,012 kW com o uso de 3.168 horas anuais.

Conforme dados da tabela 11, o cálculo do consumo de energia da iluminação da garagem do 2º subsolo do edifício anexo foi de $(21 \times 0,045 \times 3.168) + (1 \times 0,012 \times 3.168) = 2.993,76 + 38,016 = 3.031,78$ kWh/ano.

Consumo de energia das garagens em iluminação – Edifício anexo = 7.707,75 kWh/ano

2. Consumo de energia dos elevadores

- Consumo de energia dos elevadores:

O consumo de energia anual dos elevadores foi dado pela equação $P \times t \times 22 \times 12$, sendo:

P = Potência do equipamento, com base nos dados dos fabricantes;

t = tempo de uso;

22 dias ao mês;

12 meses ao ano.

O edifício anexo possui 1 elevador que consome 5,5 kWh e funciona em um total de 1,5h por dia.

Conforme dados da tabela 13, o cálculo do consumo dos elevadores do edifício anexo foi de $1 \times (5,5 \times 1,5 \times 22 \times 12) = 2.178$ kWh/ano.

Consumo de energia do elevador – Edifício anexo = 2.178 kWh/ano

- Consumo do *Data Center*

O consumo de energia do *Data Center* foi estimado em 60% do consumo de energia do edifício anexo. O cálculo do consumo do *Data Center* foi de $60\% \times 466.760 = 280.056$ kWh/ano.

Consumo de energia do *Data Center* = 280.056 kWh/ano

3. Intensidade no Uso de Energia

O indicador de desempenho para a análise denomina-se “Intensidade no Uso de Energia”, e é definido pelo consumo de energia medido por área útil, ou seja, kWh/m²/ano.

- Consumo de energia exclusivo da torre de escritórios

Consumo de energia elétrica (2018) = 466.760 kWh/ano

Consumo de energia das garagens – iluminação = 7.707,75 kWh/ano

Consumo de energia – elevador = 2.178 kWh/ano

Consumo de energia – *Data Center* = 280.056 kWh/ano

O cálculo do consumo de energia exclusivo da torre de escritórios foi de $466.760 - (7.707,75 + 2.178 + 280.056) = 466.760 - 289.941,75 = 176.818,25$ kWh/ano.

Consumo de energia da torre de escritórios – Edifício anexo = 176.818,25 kWh/ano

- Área exclusiva da torre de escritórios

Área construída total = 6.310 m²

Área de garagens = 3.824 m²

Área da torre de escritórios = $6.310 - 3.824 = 2.486$ m²

Área da torre de escritórios – Edifício anexo = 2.486 m²

- Intensidade no Uso de Energia

Intensidade no Uso de Energia = Consumo de energia da torre / Área da torre = $176.818,25 / 2.486 = 71,13$ kWh/m²/ano.

Intensidade no Uso de Energia – Edifício anexo = 71,13 kWh/m²/ano

Tabela 14: Intensidade no Uso de Energia - Resumo dos cálculos

	Ed. sede	Ed. anexo	
Consumo de energia elétrica (kWh/ano)	Total por edifício em 2017	1.082.900	466.760
	Iluminação das garagens	2.252,45	7.707,75
	Elevadores	24.340,80	2.178
	<i>Data Center</i>	0	280.056
	Torres de escritórios	1.056.306,75	176.818,25
Área das torres de escritórios (m ²)	10.768,18	2.486	
Intensidade no Uso de Energia (kWh/m²/ano)	98,09	71,13	

Fonte: Elaborado pela autora com dados da pesquisa, 2018

5.3.3 Classificação

a) Classificação geral

O modelo para classificação geral de desempenho energético da amostra de edifícios de escritórios de Belo Horizonte MG, de acordo com a tese de Veloso (2017), possui indicadores de desempenho com valores de referência correspondentes aos níveis de eficiência de A a E, cujos limites de consumo de energia elétrica por área estão representados na figura 28.

Figura 28: Limites do consumo de energia elétrica por área de todas as edificações da amostra (kWh/m²/ano)



Fonte: VELOSO, 2017

Com base no modelo, o desempenho energético dos edifícios sede e anexo do BDMG, com relação a todas as edificações da amostra, podem ser classificados:

- Edifício sede

Intensidade no Uso de Energia - Edifício sede = 98,09 kWh/m²/ano

Classificação D

- Edifício anexo

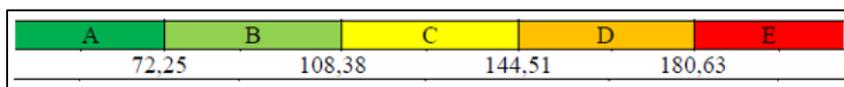
Intensidade no Uso de Energia - Edifício anexo = 71,13 kWh/m²/ano

Classificação C

b) Classificação pelo modo de condicionamento de ar

Para uma análise de desempenho energético, em consideração à tipologia a com relação ao modo de condicionamento de ar “edifícios totalmente condicionados”, o modelo que foi gerado para a classificação, de acordo com a tese de Veloso (2017), possui indicadores de desempenho com valores de referência correspondentes aos níveis de eficiência de A a E, cujos limites de consumo de energia elétrica por área estão representados na figura 29.

Figura 29: Limites do consumo de energia elétrica por área de edifícios totalmente condicionados (kWh/m²/ano)



Fonte: VELOSO, 2017

Com base no modelo, o desempenho energético dos edifícios sede e anexo do BDMG, com relação aos edifícios totalmente condicionados da amostra, podem ser classificados:

- Edifício sede

Intensidade no Uso de Energia - Edifício sede = 98,09 kWh/m²/ano

Classificação B

- Edifício anexo

Intensidade no Uso de Energia - Edifício anexo = 71,13 kWh/m²/ano

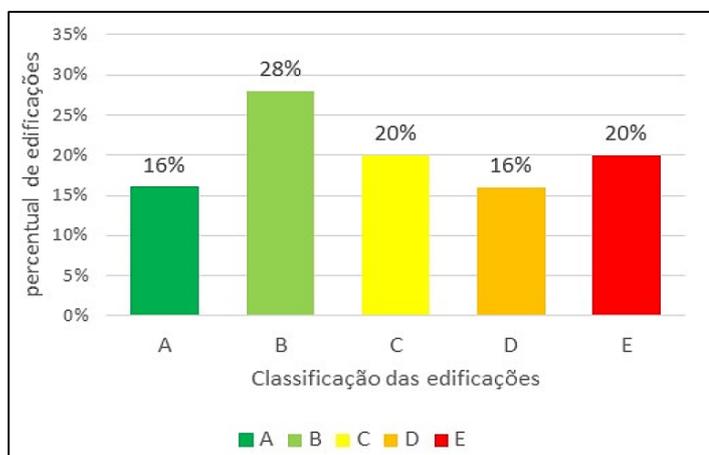
Classificação A

5.3.4 Análise dos resultados do *benchmarking*

A classificação B e A, respectivamente, dos edifícios sede e anexo do BDMG, em comparação com as torres de edifícios comerciais de Belo Horizonte –MG, em um *benchmarking*, quanto ao desempenho energético na tipologia “totalmente condicionados” é um resultado significativo, pois eles se enquadram dentre os 44% edifícios (torres de escritórios) totalmente condicionados de

classificação A e B que existem na cidade, de acordo com o gráfico 3, na distribuição de classificação das torres da amostra.

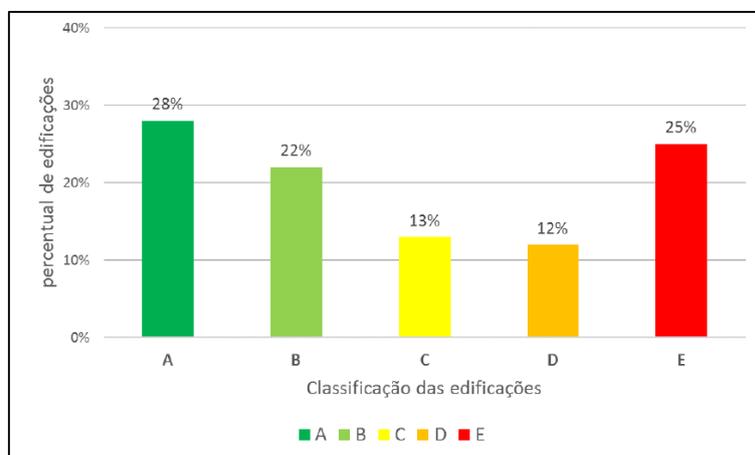
Gráfico 3: Porcentagem de torres totalmente condicionadas (TC) por classificação



Fonte: VELOSO, 2017

Por outro lado, na classificação dos edifícios sede e anexo do BDMG em comparação com os edifícios comerciais de Belo Horizonte –MG, em um *benchmarking*, quanto ao desempenho energético, de forma geral, sem levar em consideração a tipologia do modo de condicionamento de ar, a classificação cai para D e C, respectivamente. De acordo com o gráfico 4, na distribuição de classificação das torres da amostra, os edifícios do BDMG se enquadram dentre os 50% edifícios (torres de escritórios) de classificação C, D e E.

Gráfico 4: Porcentagem de todas as edificações por classificação



Fonte: VELOSO, 2017

5.4 Percepção dos usuários

1. Levantamento dos usuários e localização

a) Levantamento da sensibilidade dos usuários: quantidade, localização, ocupação, perfil, turnos e horários de trabalho.

O total de usuários é de 500 pessoas aproximadamente (funcionários, prestadores de serviço e estagiários).

O funcionamento comercial é de 08:00 às 19:00 horas. São dois turnos de trabalho, um pela manhã de 08:00 às 14:00 horas, e outro à tarde de 12:30 às 18:30. Os funcionários com cargos comissionados têm os horários de trabalho compreendidos entre 09:00 e 19:00 horas com duas horas de intervalo. O fluxo de pessoas é maior no turno da tarde.

A concentração maior de pessoas é no edifício sede, obviamente, pois possui maior área construída de escritórios.

b) Divisão do edifício em zonas, conforme a localização dos usuários em relação à orientação solar e iluminação nos edifícios sede e anexo.

Os edifícios foram divididos em 11 zonas, para possibilitar a análise das respostas de acordo com as condições ambientais de insolação e iluminação em que os usuários se localizam e conforme orientação solar. Cada usuário teve impresso no convite para participação do questionário a sua zona de localização, para facilitar a identificação, pois considerou-se que as pessoas teriam dificuldade de compreender o desenho. As figuras de 30 a 43 indicam os zoneamentos definidos de acordo com a orientação solar e os respectivos pavimentos. O zoneamento foi feito de acordo com a descrição a seguir.

Zona 0: Sem orientação solar. Essa zona refere-se à posição indefinida dos colaboradores que transitam nos edifícios durante todo o período de trabalho e sem local fixo.

Zona 1: Sudeste

Zona 2: Leste

Zona 3: Nordeste

Zona 4: Norte

Zona 5: Noroeste

Zona 6: Oeste

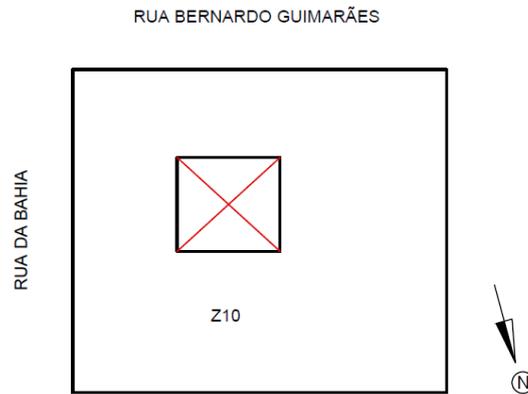
Zona 7: Sudoeste

Zona 8: Sul

Zona 9: Áreas internas sem insolação e sem iluminação natural diretas

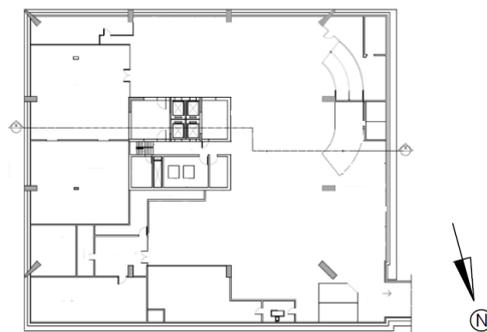
Zona 10: Áreas internas sem insolação e sem iluminação natural (subsolos).

Figura 30: Zoneamento do subsolo



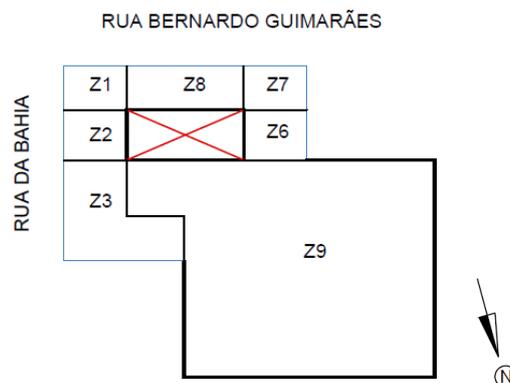
Fonte: Elaborado pela autora, 2018

Figura 31: Planta do subsolo – Ed. sede



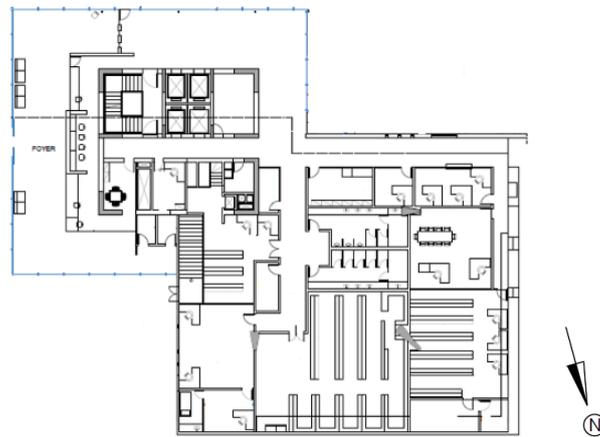
Fonte: Cedido pelo BDMG

Figura 32: Zoneamento do térreo



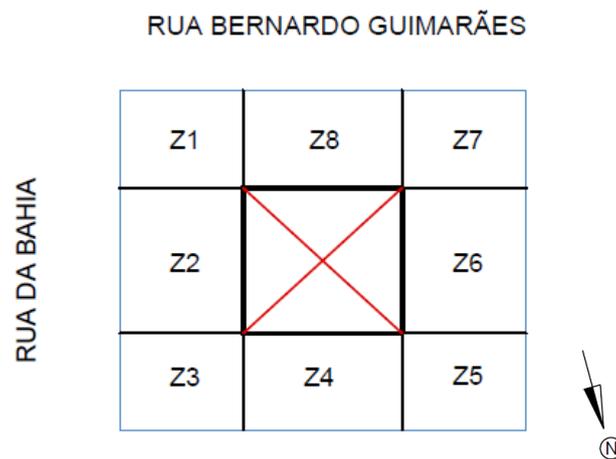
Fonte: Elaborado pela autora, 2018

Figura 33: Planta do térreo – Ed. sede



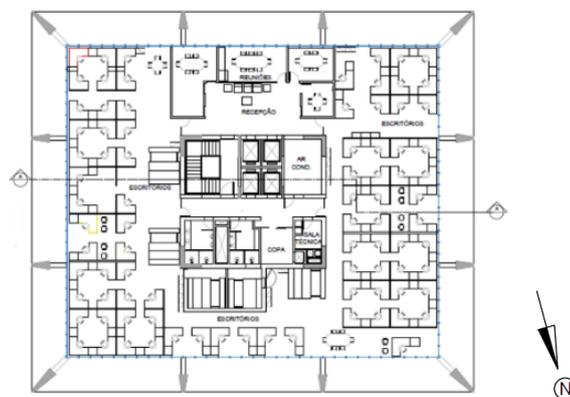
Fonte: Cedido pelo BDMG

Figura 34: Zoneamento do pav.tipo



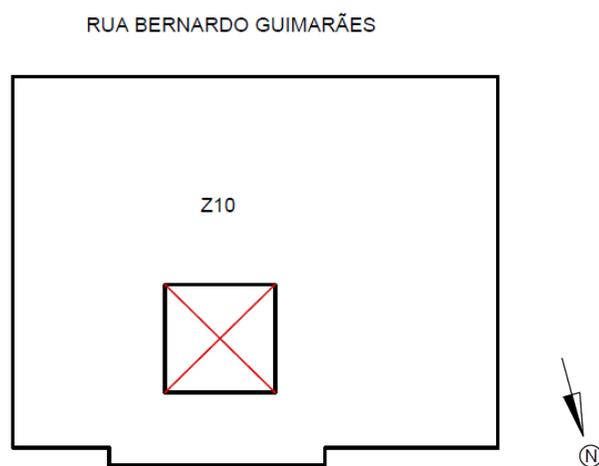
Fonte: Elaborado pela autora, 2018

Figura 35: Planta do pav. tipo – Ed. sede



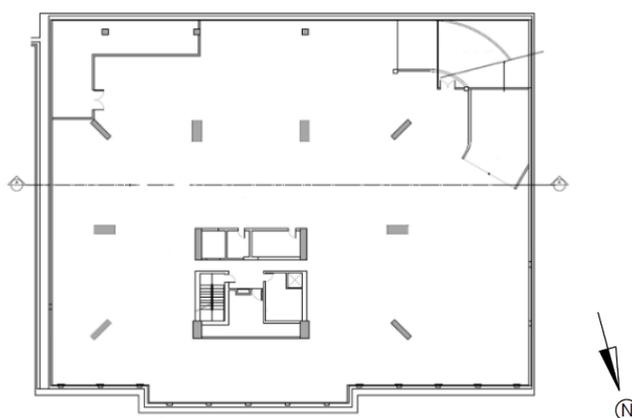
Fonte: Cedido pelo BDMG

Figura 36: Zoneamento do 2º e 3º subsolos



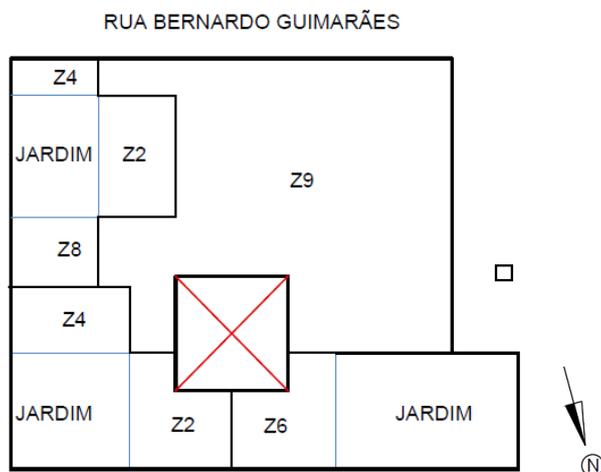
Fonte: Elaborado pela autora, 2018

Figura 37: Planta do 2º e 3º subsolos – Ed. anexo



Fonte: Cedido pelo BDMG

Figura 38: Zoneamento do 1º subsolo



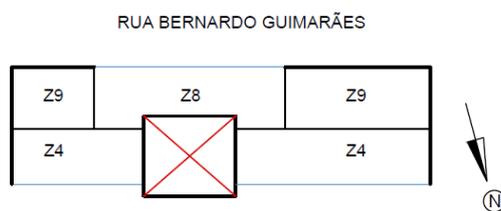
Fonte: Elaborado pela autora, 2018

Figura 39: Planta do 1º subsolo– Ed. anexo



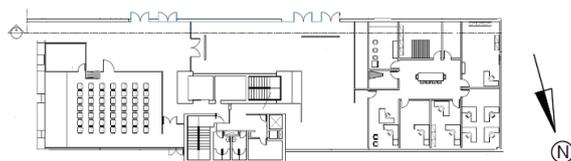
Fonte: Cedido pelo BDMG, 2018

Figura 40: Zoneamento do térreo



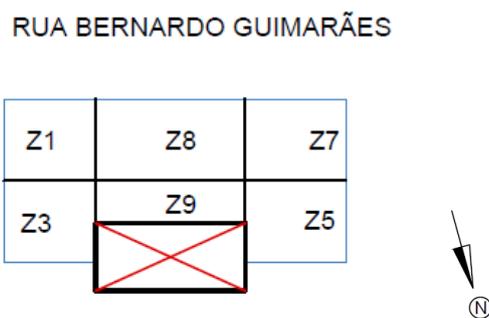
Fonte: Elaborado pela autora, 2018

Figura 41: Planta do térreo - Ed. anexo



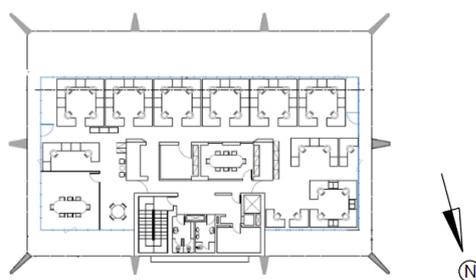
Fonte: Cedido pelo BDMG

Figura 42: Zoneamento do 1º pavimento



Fonte: Elaborado pela autora, 2018

Figura 43: Planta do 1º pav. - Ed. anexo



Fonte: Cedido pelo BDMG

2. Elaboração das questões

Foram pesquisados os aspectos que envolvem três temas, sob a ótica do usuário no ambiente construído - estudo de caso do BDMG:

- 21 questões sobre as condições de conforto ambiental e que também se relacionam ao consumo de energia: iluminação, insolação, temperatura, umidade do ar, ventilação, acesso aos sistemas de controle;
- Três questões sobre o processo de certificação “Selo BH Sustentável”: conhecimento, avaliação, participação e contribuição;
- Quatro questões sobre a sustentabilidade ambiental em geral: conhecimento, opinião, participação e contribuição.

O questionário encontra-se no Apêndice A.

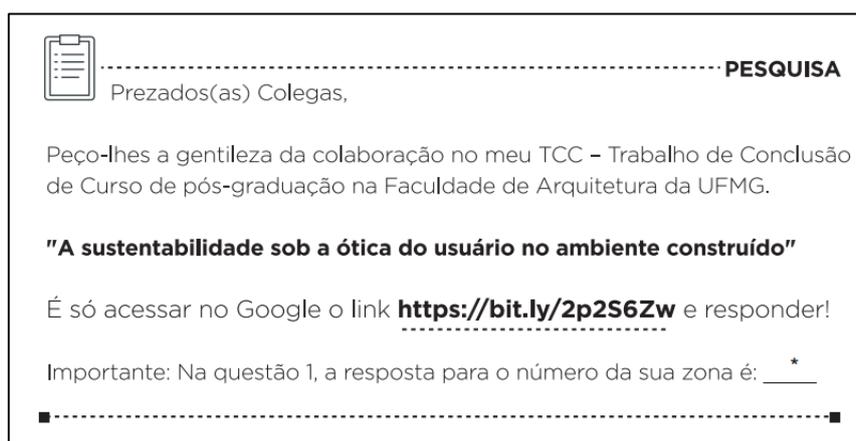
3. Aplicação do questionário

- *Link* do questionário: <https://bit.ly/2p2S6Zw>
- Data de início: 21/09/2018 (sexta-feira).
- Data de encerramento: 08/10/2018 (segunda-feira).
- Prazo total de 17 dias.
- Envio aos e-mails de todos os colaboradores e entrega de convites, cuja imagem pode ser vista na figura 44.
- Total de convites impressos entregues: 517.
- Total de respostas: 276.

O índice de retorno de respostas foi de 53,38%. Os fatores que podem ter favorecido o alcance do excelente resultado no retorno foram o fácil acesso ao local e aos colaboradores; a estratégia de abordagem individual na entrega dos convites; a forma escrita do e-mail e do convite para participação; o interesse

dos colaboradores no assunto. Considera-se também o fato dos colaboradores terem respondido o questionário inteiro até o final e o que pode ter favorecido foi a abordagem simples, fácil, intuitiva do questionário com um número razoável de questões (28), cuja medida de tempo para as respostas nos testes variou entre 04 e 07 minutos, o que foi considerado um curto prazo. Os fatores aqui relatados foram comentados pelos próprios colaboradores.

Figura 44: Convite para participação no questionário



*O número da zona de cada usuário foi indicado em cada convite.

Fonte: Elaborado pela autora, 2018

4. Tabulação das respostas

O número de respostas de cada questão é o que define a amostra e não retrata a quantidade de pessoas. Os resultados espelham a percepção dos usuários na data em que foi aplicado o questionário. Os percentuais e o número de respostas foram arredondados. As respostas foram agrupadas em temas e na correlação entre os mesmos.

a) Tema 1: Condições ambientais de conforto relacionadas ao consumo de energia: iluminação, insolação, temperatura, umidade do ar, ventilação, acesso aos sistemas de controle.

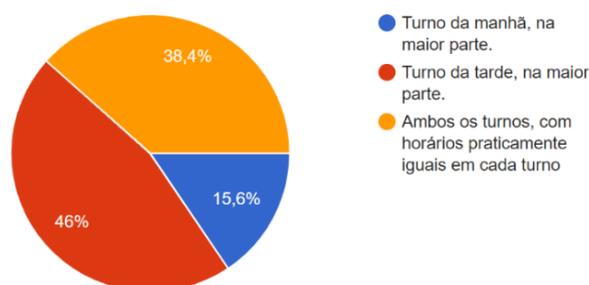
b) Tema 2: Importância da sustentabilidade; importância da redução do consumo de água, energia e geração de resíduos para a sustentabilidade; importância do conforto para a sustentabilidade.

c) Tema 3: Conhecimento, participação e contribuição na sustentabilidade.

5.4.1 Caracterização dos usuários

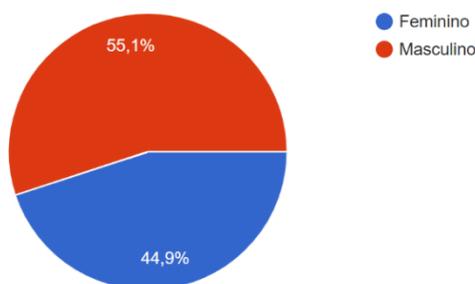
Os convites foram distribuídos para todos os colaboradores que estavam presentes no local ou colocados nas mesas existentes, o que gerou o resultado de 517 convites. Os colaboradores são funcionários de cargos diversos, prestadores de serviço, estagiários que trabalham no edifício sede e anexo, ou transitam entre os dois edifícios durante o período de trabalho. Os usuários que responderam ao questionário são em número de 276 e trabalham em turnos e horários diferenciados: 46% à tarde, 38,4% nos dois turnos, 15,6% pela manhã. Apesar do funcionamento bancário ocorrer no período de 08:00 às 19:00 horas, a maior parte das pessoas trabalham no turno da tarde. Com relação aos gêneros, as quantidades praticamente se equiparam entre o masculino e o feminino: 55,1% do gênero masculino; 44,9% do gênero feminino; e 0,00% de outros. A distribuição das pessoas por turno de trabalho e gênero estão representadas nos gráficos 5 e 6.

Gráfico 5: Turno de trabalho



Fonte: Elaborado pela autora, 2018

Gráfico 6: Gênero



Fonte: Elaborado pela autora, 2018

5.4.2 Localização dos usuários por zoneamento, edifícios e pavimentos

- Localização dos usuários por zoneamento

Quando se trata de analisar o conforto térmico, um importante referencial que deve ser considerado é a localização do usuário no edifício de acordo com a orientação solar, conforme figuras de 30 a 43.

Infere-se pelo número de respostas a quantidade de pessoas em cada zona. As Zonas 10 e 9, que são as zonas que têm condições piores de conforto ambiental, sem insolação e sem iluminação natural (subsolos e térreo), tem uma quantidade bem menor de pessoas (09 respostas) do que as outras zonas. Quanto à zona 0, também tem poucas pessoas (03 respostas) e refere-se às trabalham em trânsito pelas áreas do banco, ou seja, não tem uma orientação solar específica. Em seguida, a que tem menos pessoas é a Zona 8 (13 respostas), cuja orientação solar é Sul, sem insolação direta e com iluminação natural, conseqüentemente melhor conforto ambiental. Em vários pavimentos, na Zona 8 é onde se localizam as salas de reunião que são utilizadas eventualmente.

A Zona 6 (55 respostas) é a que tem mais pessoas, cuja orientação solar é Oeste e possui insolação direta, principalmente ao final da tarde, com intensa irradiação solar, o que pode gerar desconforto às pessoas sobretudo no verão e maior demanda por refrigeração.

A tabela 15 apresenta a distribuição dos usuários por zoneamento em número de respostas e percentuais.

Tabela 15: Localização dos usuários por zoneamento

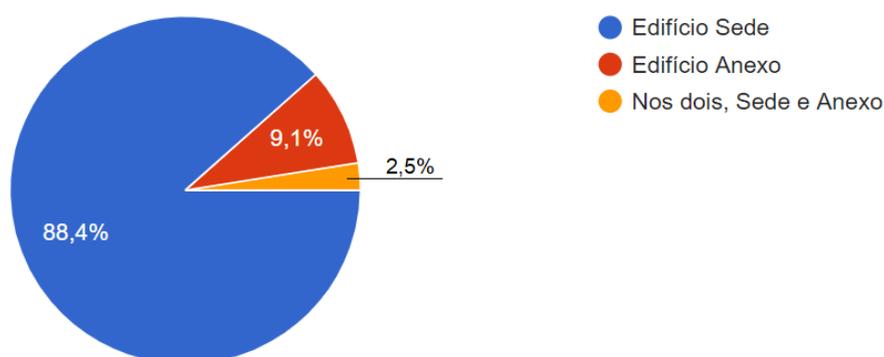
Zona	Orientação solar	Respostas (%)	Respostas (nº)
0	Sem orientação	1,2	3
1	Sudeste	10,9	28
2	Leste	14,8	38
3	Nordeste	11,7	30
4	Norte	11,7	30
5	Noroeste	7,8	20
6	Oeste	21,5	55
7	Sudoeste	11,7	30
8	Sul	5,1	13
9	Sem insolação e sem iluminação natural direta	3,1	8
10	Sem insolação e sem iluminação natural	0,4	1

Fonte: Elaborado pela autora com dados da pesquisa, 2018

- Localização dos usuários por edifícios

Mais pessoas trabalham no edifício sede que possui maior área construída, conforme descrito no item 3.1, do que no edifício anexo: 88,4% das pessoas que responderam ao questionário se localizam no edifício sede (244 pessoas); 9,1% no edifício anexo (25 pessoas); e 2,5% nos dois edifícios (07 pessoas), pois possivelmente trabalham em dois ou mais setores ou as atividades exigem o deslocamento pelas áreas do banco. O gráfico 7 apresenta a localização dos usuários por edifício em percentuais.

Gráfico 7: Localização dos usuários por edifício

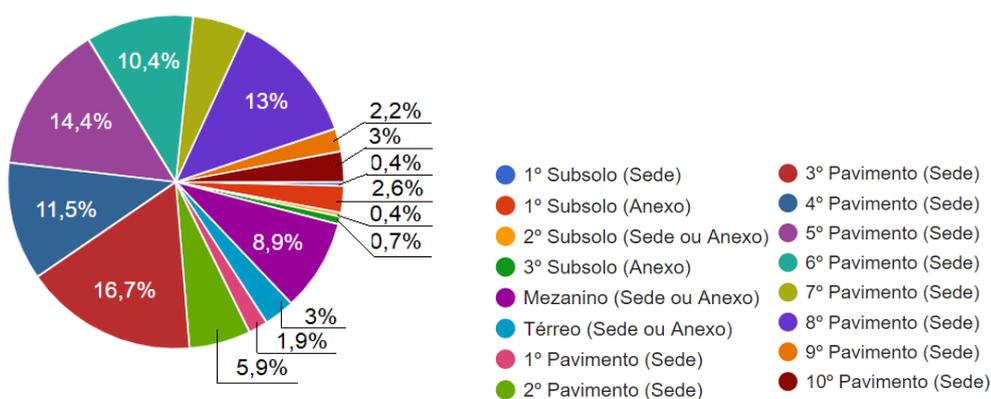


Fonte: Elaborado pela autora com dados da pesquisa, 2018

- Localização dos usuários por pavimentos

Quanto à quantidade de pessoas por pavimento, por amostragem, é possível verificar que não há uma distribuição uniforme. Os pavimentos do mezanino, 3º, 4º, 5º, 6º e 8º possuem uma quantidade maior de pessoas do que os demais pavimentos. Entretanto, com exceção do 7º pavimento, as atividades são diferenciadas nos demais pavimentos, o que foi verificado anteriormente. A distribuição dos usuários por pavimento pode ser vista no gráfico 8 em percentuais.

Gráfico 8: Localização dos usuários nos pavimentos

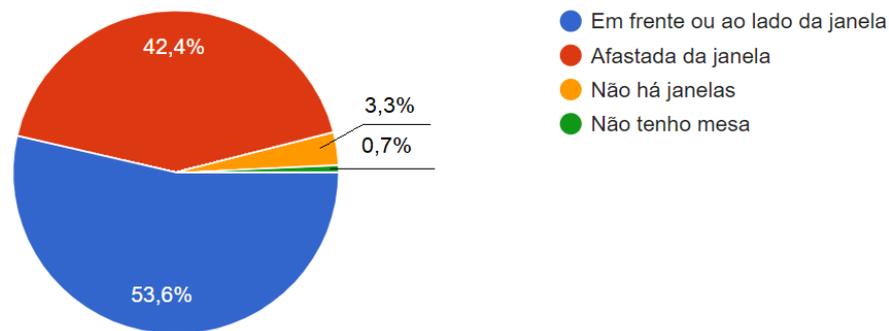


Fonte: Elaborado pela autora com dados da pesquisa, 2018

- Localização da mesa em relação à janela

Quanto à localização da mesa do usuário em relação à janela, 53,6% responderam que a mesa se localiza em frente ou ao lado da janela; 42,4% têm a mesa afastada da janela; 3,3% não têm janelas e 0,7% não têm mesas, conforme gráfico 9. Todavia, em análise ao *layout* dos pavimentos, conforme foi apresentada a disposição do pavimento-tipo na figura 10, a quantidade de mesas afastadas das janelas é bem superior à quantidade de mesas em frente ou ao lado das janelas, e deduz-se que, mesmo com as fotos ilustrativas que foram incluídas nos questionários, não houve entendimento por parte dos usuários do significado de mesa “afastada” e “em frente ou ao lado” das janelas. Esta questão, que seria utilizada para verificar se as condições ambientais se diferenciam de acordo com a localização das mesas em relação às janelas, foi excluída da análise.

Gráfico 9: Localização da mesa em relação à janela

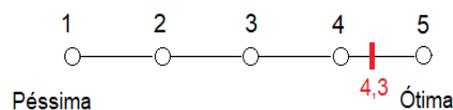


Fonte: Elaborado pela autora com dados da pesquisa, 2018

5.4.3 Iluminação natural e artificial: avaliação e importância

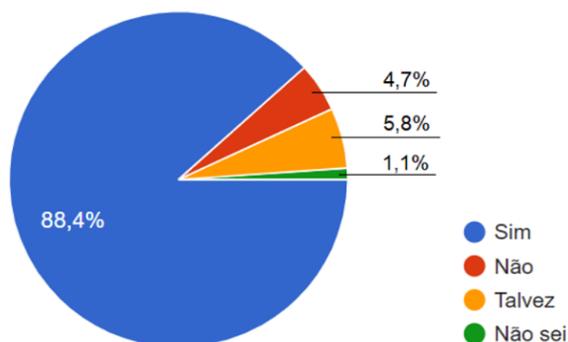
Na avaliação dos usuários, a nota final da iluminação é “4,3”, conceitualmente “muito boa”, conforme figura 45. É possível concluir que na avaliação da qualidade da iluminação, os usuários não levam em consideração se a iluminação é natural ou artificial, haja vista que a iluminação artificial é preponderante nos ambientes avaliados, pois as luzes ficam constantemente acesas para a execução das atividades mesmo no período diurno. Apesar disso, a maioria das pessoas (88,4%) consideram importante a luz natural, de acordo com o gráfico 10.

Figura 45: Avaliação da iluminação



Fonte: Elaborado pela autora com dados da pesquisa, 2018

Gráfico 10: Importância da luz natural



Fonte: Elaborado pela autora com dados da pesquisa, 2018

Avaliação da iluminação pelos usuários, em ordem decrescente:

- Boa a ótima: 84,1% (232 respostas), sendo que 50% (138 respostas) consideram a iluminação ótima.
- Regular: 11,6% (32 respostas).
- Ruim a péssima: 4,4% (12 respostas), sendo que apenas uma resposta de que a iluminação é péssima.

Importância da luz natural para os usuários, em ordem decrescente:

- 88,4% (243 pessoas) consideram a luz importante.
- 5,8% (16 pessoas) consideram que a luz natural talvez seja importante.
- 4,7% (13 pessoas) não consideram importante.
- 1,1% (3 pessoas) não sabem.

Para analisar os motivos pelos quais as pessoas consideraram a iluminação ruim ou péssima, outros questionamentos foram feitos com relação à quantidade de iluminação; brilho nas telas dos computadores ou superfície das mesas; ofuscamento; falta de acesso aos circuitos. As respostas foram poucas em cada item (01 a 12), o que significa que as questões levantadas podem ser tratadas pontualmente, pois de forma geral a avaliação da iluminação é muito boa. De 01 a 12 respostas, em ordem decrescente:

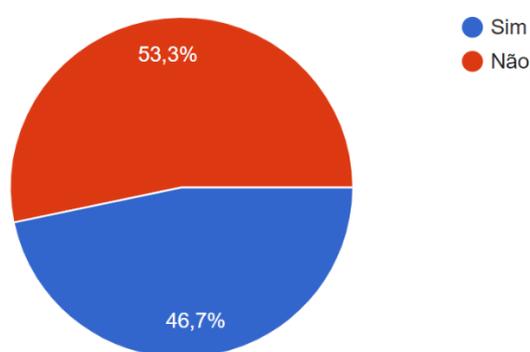
- Pouca iluminação natural, ou seja, da luz diurna: 12 respostas.
 - Muita iluminação: 9 respostas.
 - Brilho nas telas dos computadores: 7 respostas.
 - Muita iluminação natural, ou seja, da luz diurna: 5 respostas.
 - Pouca iluminação: 4 respostas.
-

- Brilho na superfície da mesa: 3 respostas.
- Ofuscamento: 2 respostas.
- Falta de acesso aos circuitos que ligam e desligam: 1 resposta.

5.4.4 O uso das persianas em relação à insolação, iluminação e zoneamento

A resposta à questão sobre a incidência de insolação na mesa de trabalho foi solicitada àquelas pessoas cuja mesa se localiza em frente ou ao lado da janela. O grande número de respostas (227) induz à conclusão de que, mesmo com as fotos ilustrativas que foram incluídas nos questionários, não houve entendimento por parte dos usuários do significado de mesa “afastada” e “em frente ou ao lado” das janelas, da mesma forma que ocorreu na questão 5.4.2. No entanto, denota-se um grande número de pessoas que sentem a insolação nas mesas de trabalho, pois foram 106 respostas positivas de insolação, ou seja, quase a metade do total. 53,3% das pessoas responderam que não há insolação na mesa de trabalho e 46,7% responderam que sim, de acordo com o gráfico 11.

Gráfico 11: Insolação na mesa de trabalho



Fonte: Elaborado pela autora com dados da pesquisa, 2018

A maioria das pessoas responderam que as persianas ficam fechadas quando há insolação ou ficam constantemente fechadas e muitas pessoas não controlam as persianas:

- 40% (110 respostas) responderam que as persianas ficam fechadas quando há insolação.
 - 21,8% (60 respostas) responderam que as persianas ficam constantemente fechadas.
-

- 19,6% (54 respostas) responderam que não controlam as persianas.
- 16% (44 respostas) responderam que as persianas ficam sempre abertas.
- 7,6% (21 respostas) responderam que não há persianas.
- 1,1% (3 respostas) não souberam responder.

É interessante inferir que das 106 pessoas que responderam que a insolação incide na mesa de trabalho, apenas 57 pessoas fecham as persianas quando há insolação, 23 ainda mantém as persianas abertas mesmo com insolação e 26 não responderam, conforme tabela 16. O fato de muitas pessoas não se localizarem em frente ou ao lado das janelas pode interferir no acesso ao controle das persianas.

Tabela 16: Uso das persianas e insolação

Perguntas	Respostas (nº)
Insolação incide na mesa	106
As persianas ficam fechadas quando tem sol	57
As persianas ficam sempre abertas	23

Fonte: Elaborado pela autora com dados da pesquisa, 2018

Dentre outros fatores analisados, não há correlação entre:

- A zona de localização e a incidência de insolação nas mesas, pois o número das pessoas que responderam que há insolação nas mesas foi quase equivalente em todas as zonas, com exceção da zona 8, cuja orientação solar é a Sul, evidentemente, onde não tem incidência solar.
- A zona de localização e o uso das persianas, pois a intensidade de uso foi quase proporcional ao número de pessoas de cada zona. O maior número de pessoas que usam as persianas se concentra na zona 6 e o menor na zona 8. As respostas das zonas 0, 9 e 10 foram excluídas por inexistirem janelas e/ou persianas.

O número de respostas com relação à incidência de insolação nas mesas e ao uso de persianas consta da tabela 17.

Tabela 17: Uso das persianas, insolação, zoneamento

Zonas	Insolação na mesa (nº de respostas)	Uso das persianas (nº de respostas)
1	10	11
2	12	13
3	14	12
4	13	11
5	11	9
6	19	23
7	14	18
8	3	2

Fonte: Elaborado pela autora com dados da pesquisa, 2018

- O uso das persianas e o controle da iluminação, pois dentre as pessoas que responderam que há muita ou pouca iluminação, poucas fazem uso do dispositivo de fechar ou abrir as persianas para diminuir ou aumentar a iluminação. Mais uma vez, conforme constatado na questão 5.4.3, a conclusão é de que a iluminação natural é desconsiderada pelos usuários. O fato da maioria ter respondido que as persianas ficam fechadas quando há insolação, ou ficam constantemente fechadas, é razão para diminuir o uso da iluminação natural e preponderar a iluminação artificial. A tabela 18 apresenta o número de respostas quanto ao uso de persianas e a relação com o controle da iluminação.

Tabela 18: Uso das persianas e iluminação

Perguntas	Respostas (nº)	Perguntas	Respostas (nº)
Muita iluminação	4	Pouca iluminação	5
As persianas ficam sempre abertas	1	As persianas ficam sempre fechadas	4
Não sou em quem controla	1	Não sou em quem controla	0
Não há persianas	2	Não há persianas	1

Fonte: Elaborado pela autora com dados da pesquisa, 2018

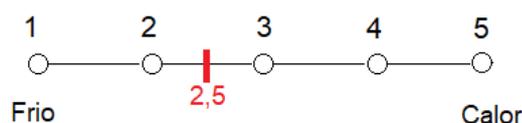
5.4.5 Temperatura, frequência, gênero, turno e zoneamento

- Avaliação da temperatura

A nota final da temperatura é “2,5”, conceitualmente “frio”, conforme figura 46. 47,2% (130 pessoas) sentem frio e 14,2% (39 pessoas) sentem calor. Ou seja, se somarmos aqueles que sentem frio ou calor, dá um total de 61,4% (169 pessoas) e 38,5% (106 pessoas) sentem a temperatura regular.

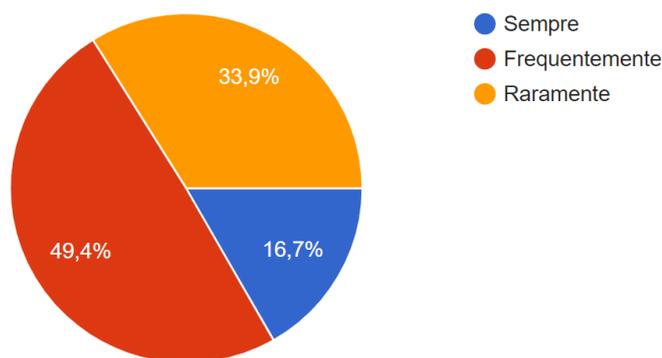
Praticamente a metade das pessoas que responderam ao questionário, ou seja, 49,4% (121 pessoas) sentem frio ou calor frequentemente; isso acontece sempre para 16,7% (36 pessoas); e para 33,9% (83 pessoas) isso acontece raramente. A soma dos percentuais das respostas de pessoas que sentem frio ou calor frequentemente e/ou sempre é de 66,1%, de acordo com o gráfico 12.

Figura 46: Avaliação da temperatura



Fonte: Elaborado pela autora com dados da pesquisa, 2018

Gráfico 12: Frequência de frio ou calor



Fonte: Elaborado pela autora com dados da pesquisa, 2018

Com relação à sensação da temperatura e ao gênero, mais pessoas do gênero feminino sentem frio. Já um pouco mais das pessoas do gênero masculino sentem calor. Do gênero feminino, 72 responderam que sentem frio e

11 que sentem calor; e do gênero masculino, 58 responderam que sentem frio e 28 que sentem calor, conforme tabela 19.

Tabela 19: Temperatura, frequência e gênero

		Frio (nº de respostas)	Regular (nº de respostas)	Calor (nº de respostas)
Temperatura		130	106	39
Gênero	Feminino	72	40	11
	Masculino	58	66	28
Frequência	Sempre	31	3	2
	Frequentemente	72	26	23
	Raramente	18	55	10

Fonte: Elaborado pela autora com dados da pesquisa, 2018

- Temperatura e turno

Apenas 124 pessoas responderam sobre a sensação da temperatura em relação ao turno (manhã ou tarde), pois foi solicitado àquelas que marcaram que sentem frio ou calor. Através da análise de número de respostas, a relação entre temperatura e turno pode ser vista na tabela 20.

Tabela 20: Temperatura e turno

Turno	Frio (nº de respostas)	Calor (nº de respostas)	Desconforto (nº de respostas)	Conforto (nº de respostas)
Manhã	33	8	44	23
Tarde	56	14		

Fonte: Elaborado pela autora com dados da pesquisa, 2018

- Temperatura, zonas e turno

As zonas 0, 9 e 10 foram excluídas da análise neste tópico, pois foram obtidas poucas ou nulas.

Na relação entre temperatura e zonas, foi possível obter 156 respostas. Nas zonas de 1 até 8 dos pavimentos-tipo (edifícios sede e anexo), as 120 pessoas que responderam que sentem frio estão uniformemente distribuídas por

todas as zonas. Ressalva-se que a zona 6 tem a maior lotação de pessoas e a zona 8 tem a menor. O mesmo ocorre com a distribuição das 36 pessoas que sentem calor, com exceção das zonas 1 e 8 onde as pessoas não sentem calor.

Com a inclusão do turno na análise, foi possível obter apenas 68 respostas, 56 que dizem respeito ao frio e 12 sobre o calor. As respostas sobre o frio no turno da tarde e da manhã foram de 45 e 23, respectivamente, e estão distribuídas por todas as zonas; contudo, é importante considerar que há quase o triplo de pessoas que trabalham no turno da tarde em comparação com o turno da manhã. Com relação ao calor, as respostas foram em número de 04 e 09 referentes ao turno da manhã e da tarde, respectivamente, e estão distribuídas por todas as zonas. Através da análise de número de respostas, a relação entre temperatura e zonas pode ser vista na tabela 21 e a relação entre a temperatura, zonas e turno podem ser vistas nas tabelas 22 e 23.

Tabela 21: Temperatura e zonas

Zonas	Frio (nº de respostas)	Calor (nº de respostas)
0	0	1
1	16	0
2	17	8
3	12	7
4	16	4
5	10	5
6	20	6
7	18	5
8	8	0
9	3	0
10	0	0
Total	120	36

Fonte: Elaborado pela autora com dados da pesquisa, 2018

Tabela 22: Frio, zonas e turno

Zonas	Frio (nº de respostas)	Manhã	Tarde
0	0	0	0
1	9	4	6
2	8	0	8
3	7	1	6
4	7	1	7
5	6	3	6
6	11	7	5
7	5	4	4
8	3	3	3
9	0	0	0
10	0	0	0
Total	56	23	45

Fonte: Elaborado pela autora com dados da pesquisa, 2018

Tabela 23: Calor, zonas e turno

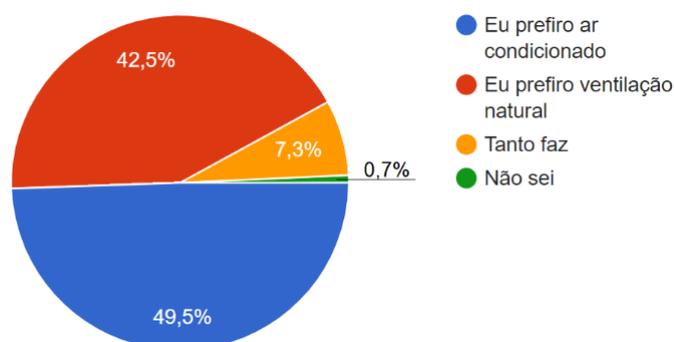
Zonas	Calor (nº de respostas)	Manhã	Tarde
0	1	0	1
1	0	0	0
2	3	3	1
3	1	0	1
4	1	0	1
5	3	0	3
6	1	0	1
7	2	1	1
8	0	0	0
9	0	0	0
10	0	0	0
Total	12	4	9

Fonte: Elaborado pela autora com dados da pesquisa, 2018

5.4.6 Ar condicionado e ventilação natural

Praticamente equipara-se a quantidade de 136 usuários (49,5%) que preferem trabalhar em ambientes com ar condicionado com os que preferem a ventilação natural que são 117 usuários (42,5%). 20 pessoas (7,3%) responderam que tanto faz e 2 pessoas (0,7%) responderam que não sabem, conforme gráfico 13.

Gráfico 13: Preferência por ar condicionado ou ventilação



Fonte: Elaborado pela autora, 2018

Quando se questiona às pessoas, em seus respectivos gêneros separadamente, sobre a preferência entre ar condicionado ou ventilação natural, as respostas de preferência pelo ar condicionado são maiores no gênero masculino e pela ventilação natural são maiores no gênero feminino.

- Gênero masculino: 152 pessoas responderam à pergunta. Destas, 88 pessoas (57,9%) preferem ar condicionado, 50 pessoas (32,9%) preferem ventilação natural, 12 (7,9%) pessoas responderam que tanto faz e 02 (1,3%) pessoas não sabem.
- Gênero feminino: 124 pessoas responderam à pergunta. Destas, 48 pessoas (38,7%) preferem ar condicionado, 67 pessoas (54%) preferem ventilação natural, 08 pessoas (6,5%) responderam que tanto faz e 01 (0,8%) pessoa não sabe.

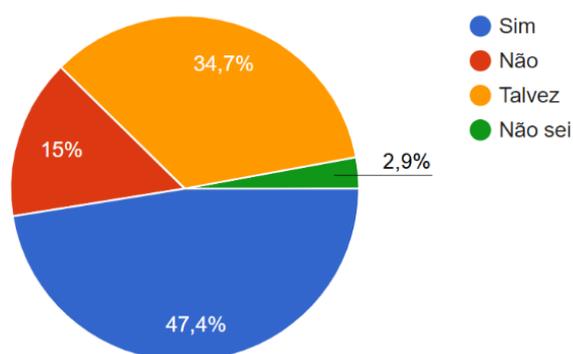
Dentre os que preferem a ventilação natural, identifica-se que são vários os motivos, dentre eles, contribuição para a sustentabilidade, sensação de frio, baixa umidade do ar, desconforto. Porém ressalta-se a preocupação com a propagação de doenças.

- A ventilação natural evita a propagação de doenças: 69 respostas.

- A ventilação natural contribui para a sustentabilidade: 59 respostas.
- Sentem frio com o ar condicionado: 58 respostas.
- O ar condicionado retira a umidade do ar: 52 respostas
- Sentem desconforto com ar condicionado: 48 respostas.

Quase metade das pessoas (47,4%), em número de 130, aceitariam trabalhar em ambientes sem ar condicionado e 95 pessoas (34,7%) responderam que talvez. A soma dos percentuais das que aceitariam e das que talvez aceitariam é de 82,1%, de acordo com o gráfico 14. Obviamente, infere-se que a aceitação estaria condicionada à propiciação do conforto ambiental em relação à temperatura, ventilação, umidade do ar e outros requisitos. 41 pessoas (15%) responderam que não aceitariam e 08 pessoas (2,9%) não sabem.

Gráfico 14: Aceitação por ventilação



Fonte: Elaborado pela autora, 2018

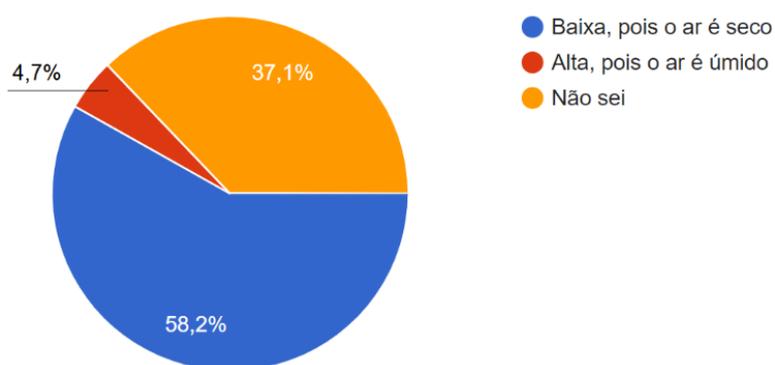
Quando se questiona às pessoas, em seus respectivos gêneros separadamente, sobre a aceitação de ambientes sem ar condicionado para o trabalho, as respostas positivas são maiores dentre o gênero feminino e menores dentre o gênero masculino. Poucas pessoas do gênero feminino não aceitariam esta condição. Destaca-se também o grande número de respostas daqueles que talvez aceitariam, o que leva novamente a concluir que a aceitação depende da manutenção do conforto ambiental.

- Gênero masculino: 150 pessoas responderam à pergunta. Destas, 60 pessoas (40%) aceitariam trabalhar em ambientes sem ar condicionado, 35 pessoas (23,3%) não aceitariam, 51 pessoas (34%) responderam que talvez e 04 pessoas (2,7%) não sabem.

- Gênero feminino: 124 pessoas responderam à pergunta. Destas, 70 pessoas (56,5%) aceitariam trabalhar em ambientes sem ar condicionado, apenas 06 pessoas (4,8%) não aceitariam, 44 pessoas (35,5%) responderam que talvez e 04 pessoas (3,2%) não sabem.

Mais da metade dos usuários (58,2%), em número de 160, consideram a umidade do ar baixa; 102 usuários (37,1%) não sabem; e 13 usuários (4,7%) consideram alta, de acordo com o gráfico 15. Pelo significativo percentual dos que não sabem, conclui-se que a umidade do ar não é uma questão de conhecimento das pessoas, e infere-se que por falta de percepção, de conscientização e de medição.

Gráfico 15: Umidade do ar



Fonte: Elaborado pela autora com dados da pesquisa, 2018

5.4.7 Acesso ao controle dos sistemas

A preferência dos usuários pelo controle dos sistemas teve o resultado em ordem decrescente:

- Temperatura do ar: 200 respostas.
- Abertura das janelas: 106 respostas.
- Iluminação: 53 respostas.
- Acústica e persianas: 46 respostas cada.

Ar condicionado: A necessidade dos usuários é majoritariamente o controle sobre a temperatura, com 200 respostas. Deve-se aos fatos detectados nas questões anteriores, com relação ao alto índice de pessoas que sentem principalmente frio com frequência e, em menor número, por aquelas que sentem calor frequentemente.

Abertura das janelas: O controle da abertura das janelas obteve 106 respostas. Deve-se ao desconforto com a temperatura, preferência ventilação natural e preocupação com a propagação de doenças, fatos detectados em questões anteriores. Evidentemente, a opção dos usuários pela ventilação natural estaria condicionada à propiciação do conforto ambiental em seus requisitos necessários.

Iluminação: A iluminação, cujo conceito foi “muito bom”, surpreendentemente, aparece aqui com 53 respostas de necessidade de controle pelos usuários. O entendimento dessa opção passa pela identificação da localização dos circuitos que ligam e desligam as luzes, em geral, fora do fácil alcance dos usuários.

Acústica e persianas: O controle da acústica e das persianas obtiveram 46 respostas cada um. Com relação à acústica, provavelmente, se deve ao fato da inexistência de paredes e/ou divisórias, o que pode acarretar a interferência e propagação dos ruídos. Quanto às persianas, conforme detectado em questões anteriores, deve-se ao fato do incômodo com a incidência de insolação nas mesas de trabalho por quase metade das pessoas que responderam ao questionário, aliado ao fato de que poucas fazem uso do controle de fechamento quando se sentem incomodadas. Infere-se que esse controle, quando é usado, seja feito por pessoas que se sentam em frente ou ao lado das janelas. No entanto, essa evidência não pôde ser confirmada através das respostas.

5.4.8 Melhorias e prioridades

Segundo a votação dos usuários, o item que mais necessita de melhoria para o conforto, saúde e bem-estar foi “temperatura, umidade do ar e ventilação” (193 respostas), com quase o dobro de votos a mais que “abertura das janelas” (90 respostas) que, por sua vez, ficou praticamente com o mesmo número de votos de “privacidade” (88 respostas). Os itens “acústica” (51 respostas) e “iluminação” (47 respostas) ficaram quase equiparados em número de votos. Outros itens relacionados à troca do material do piso (carpete), acústica (redução do ruído do ar condicionado e colocação de música ambiente), privacidade (em relação à transição de pessoas) e mobiliário (troca de cadeira, adequação da altura da mesa e de mobiliário adequado ao uso do computador) foram acrescentados à lista.

Contudo, quando se pergunta sobre a prioridade para o conforto, saúde e bem-estar, a ordem altera um pouco, com exceção de “temperatura, umidade do ar e ventilação”, que se mantém em primeiro lugar e se destaca com 63,1% de respostas dos usuários. Ressalta-se a diferença percentual significativa entre o primeiro (63,1%) e os demais itens, quais sejam “privacidade” (10,3%), “acústica” (8,7%), “janelas com vista para o exterior” (6,3%), “abertura de janelas” (4,8%), “iluminação” (3,6%) e “outros - troca do piso e mobiliário” (3,2%).

O número de respostas e percentuais para os itens que foram considerados importantes para melhorias e prioridades para o conforto, saúde e bem-estar podem ser vistos na tabela 24.

Tabela 24: Melhorias e prioridades para o conforto, saúde e bem-estar

Itens que precisam de melhorias e prioridades para o conforto saúde e bem-estar	Melhorias		Prioridades	
	(nº de respostas)	%	(nº de respostas)	%
Temperatura, umidade do ar e ventilação	193	36,3	159	63,1
Abertura das janelas	90	16,9	12	4,8
Privacidade	89	16,8	26	10,3
Janela com vista para o exterior	53	10,0	16	6,3
Acústica	51	9,6	22	8,7
Iluminação	47	8,9	9	3,6
Outros	8	1,5	8	3,2
Total	531	100	252	100

Fonte: Elaborado pela autora com dados da pesquisa, 2018

5.4.9 Importância: sustentabilidade; redução do consumo de água, energia e geração de resíduos; conforto.

A maioria dos que responderam ao questionário consideram importante a sustentabilidade para as pessoas e o planeta; a redução do consumo de água, energia e geração de resíduos para a sustentabilidade; e o conforto das pessoas para a sustentabilidade.

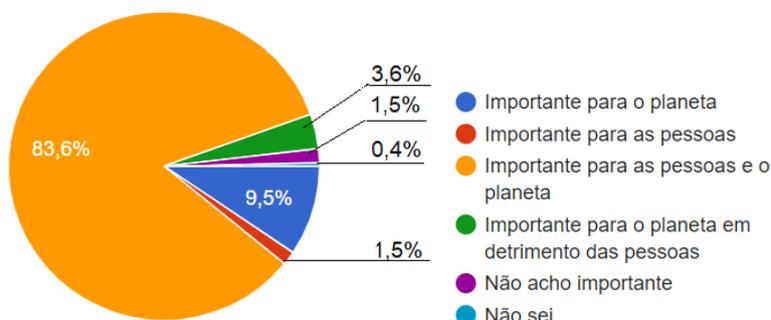
- 83,6% (230 pessoas) opinaram que a “sustentabilidade” é importante para as pessoas e para o planeta, embora 9,5% (26 pessoas) acreditam que seja importante somente para o planeta e 3,6% (10 pessoas) acreditam que seja importante para o planeta em detrimento das pessoas. Dentre os demais, 1,5% (4 pessoas) acham importante somente para as pessoas, 1,5% (4 pessoas) não acham importante e 0,4% (1 pessoa) não sabem.

- 91,7% (266 pessoas) consideram importante a redução do consumo de água, energia e geração de resíduos para a sustentabilidade, 2,2% (06 pessoas) não consideram importante e 0,7% (02 pessoas) não sabem.

- 89,4% (244 pessoas) responderam que o conforto é importante para a sustentabilidade, 8,4% (23 pessoas) não sabem e 2,2% (6 pessoas) não acham importante.

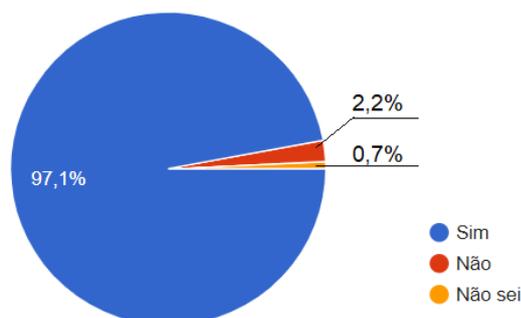
As respostas dos usuários com relação à importância da sustentabilidade, da redução no consumo de água e energia, e do conforto podem ser vistas em percentuais nos gráficos 16 a 18.

Gráfico 16: Importância da sustentabilidade



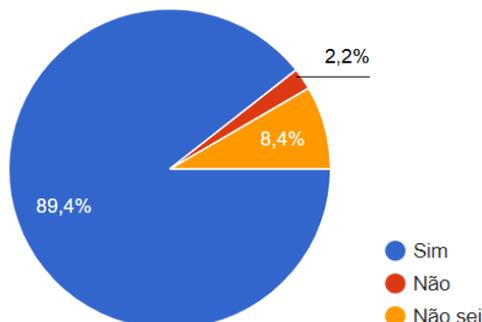
Fonte: Elaborado pela autora com dados da pesquisa, 2018

Gráfico 17: Importância da redução no consumo



Fonte: Elaborado pela autora com dados da pesquisa, 2018

Gráfico 18: Importância do conforto

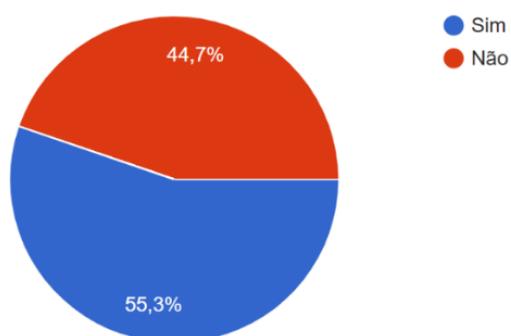


Fonte: Elaborado pela autora com dados da pesquisa, 2018

5.4.10 Conhecimento e avaliação do processo de certificação de sustentabilidade

Os colaboradores se dividem entre os que têm conhecimento (55,3%) e os que não têm conhecimento (44,7%) do processo de certificação “Selo BH Sustentável, conforme gráfico 19.

Gráfico 19: Conhecimento do processo de certificação



Fonte: Elaborado pela autora com dados da pesquisa, 2018

Verifica-se que quase a totalidade das pessoas que tiveram conhecimento ficaram satisfeitas na maioria das ações que foram implementadas durante o processo (129 a 92 respostas). A ação com mais pessoas insatisfeitas foi a de “retirada das lixeiras individuais” (54 respostas) e as ações em que há mais pessoas que “não sabem” são as de “captação de água pluvial” (64 respostas) e

de “implantação da unidade de compostagem” (46 respostas), de acordo com a tabela 25.

Tabela 25: Avaliação das ações no processo de certificação

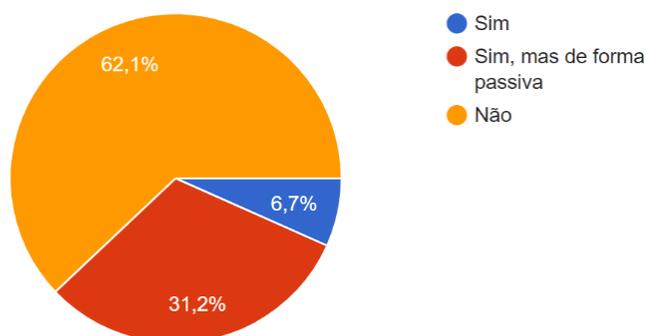
Ações	Satisfação (nº de respostas)	Insatisfação (nº de respostas)	Não sabem (nº de respostas)
Troca das torneiras dos lavatórios e válvulas	129	20	12
Redução da quantidade de impressoras	128	14	16
Troca das lâmpadas convencionais por LED's	127	13	20
Eliminação dos copos descartáveis	125	30	5
Coleta seletiva do lixo	121	28	12
Eliminação dos mexedores de plástico para o café	120	17	22
Implantação da unidade de compostagem	110	2	46
Retirada das lixeiras individuais	99	54	7
Campanhas de conscientização	97	27	33
Captação da água pluvial	92	0	64

Fonte: Elaborado pela autora com dados da pesquisa, 2018

5.4.11 Participação e contribuição na sustentabilidade

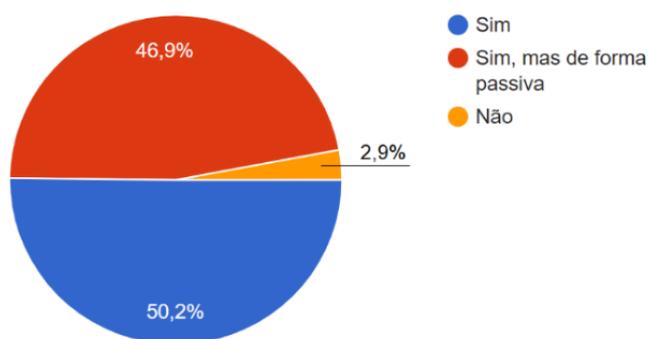
Quanto à participação ou contribuição no processo de certificação da sustentabilidade, 62,1% (167 pessoas) responderam que não participaram ou contribuíram; 31,2% (84 pessoas) participaram ou contribuíram de forma passiva; e apenas 6,7% (18 pessoas) participaram ou contribuíram ativamente, conforme gráfico 20. Todavia, quando se questiona sobre a participação ou contribuição para a sustentabilidade em geral, um alto índice de 97,1% das pessoas considera que participam ou contribuem e se dividem entre ativos (50,2%) ou passivos (46,9%), e apenas 2,9% não participam ou contribuem, conforme gráfico 21.

Gráfico 20: Participação no processo



Fonte: Elaborado pela autora, 2018

Gráfico 21: Participação na sustentabilidade



Fonte: Elaborado pela autora, 2018

5.4.12 Análise dos resultados da percepção dos usuários

A pesquisa por localização demonstra uma distribuição variável dos usuários pelos pavimentos e zonas. A zona 6 possui maior quantidade de usuários e a zona 8 possui menos usuários, respectivamente, a zona com orientação solar oeste e de maior incidência solar no final da tarde, principalmente no verão, e a zona sul que não recebe incidência solar direta. Uma distribuição uniforme pelos pavimentos e a utilização das zonas de melhor conforto ambiental para estações de trabalho poderia propiciar melhores condições térmicas, com menos insolação, e de iluminação natural, com a possibilidade de mais abertura das persianas. O conforto aumentaria, e a demanda por refrigeração e energia diminuiria.

A qualidade da iluminação foi objeto de questionamento sem a discriminação entre natural ou artificial, e a avaliação foi conceitualmente “muito boa”. A iluminação das áreas de trabalho é feita principalmente através da iluminação artificial de lâmpadas LED’s, devido à falta da quantidade necessária de iluminação natural para as atividades diárias, e as luzes ficam acesas em média de 10 horas por dia. Conclui-se que a falta de iluminação natural foi desconsiderada na avaliação da qualidade da iluminação. Apesar disso, em geral, as pessoas consideram a luz natural importante. Algumas falhas foram apontadas em locais específicos, e podem ser tratadas pontualmente, tais como a quantidade (pouca ou muita); brilho nas telas dos computadores ou superfície das mesas; ofuscamento. A falta de acesso aos circuitos também foi relatada.

A envoltória dos edifícios, em grande extensão, é envidraçada e permite a incidência solar direta, o que gera a necessidade de fechamento das persianas e maior demanda por iluminação artificial e refrigeração. Muitas pessoas não controlam as persianas, talvez por não se localizarem em frente ou ao lado das janelas, o que interfere no acesso ao controle.

A avaliação da temperatura foi conceitualmente “frio”, frequentemente e/ou sempre, em todas as zonas. Os usuários se dividem equitativamente entre os que preferem trabalhar em ambientes com ar condicionado e os que preferem a ventilação natural, mas a maioria aceitaria trabalhar em ambientes sem ar condicionado, obviamente, entende-se que as pessoas aceitariam a falta do condicionamento de ar desde que as condições de conforto ambiental sejam satisfatórias. Um dos motivos principais para a preferência pela ventilação natural é a preocupação com a propagação de doenças, além do desconforto com o ar condicionado. A umidade do ar não é uma questão de conhecimento de muitas pessoas, talvez por falta de percepção, de conscientização e de medição.

A preferência dos usuários para acesso ao controle dos sistemas são, em ordem decrescente: a temperatura, a abertura das janelas, a iluminação, a acústica e as persianas. O desejo de se ter controle da temperatura teve um alto índice de respostas, devido aos fatos relatados anteriormente. Deduz-se que a opção pelo controle da abertura das janelas, que são permanentemente fechadas e trancadas, seja devido ao desconforto com a temperatura, à necessidade de ventilação natural e à preocupação com a propagação de

doenças. O controle da iluminação atualmente se localiza distante, com difícil acesso e interpretação dos interruptores que ligam e desligam as luzes. A necessidade de controle da acústica, provavelmente, se deve ao fato da inexistência de paredes e/ou divisórias, cujo conceito estrutural e de layout é o de “planta livre”, o que pode acarretar a interferência e propagação dos ruídos. Quanto ao controle das persianas, deve-se ao fato do incômodo com a incidência de insolação e de que poucas pessoas fazem uso, talvez por não se sentarem em frente ou ao lado das janelas.

Os usuários, majoritariamente, apontaram a “temperatura, umidade do ar e ventilação” como necessidade de melhoria e prioridade para o conforto, saúde e bem-estar. Apesar de reconhecerem as prioridades, em ordem decrescente, como temperatura, umidade do ar e ventilação; privacidade; acústica; janelas com vista para o exterior; abertura de janelas; e iluminação, os usuários consideram que as melhorias necessárias a serem implementadas no ambiente em que trabalham são, em ordem decrescente: temperatura, umidade do ar e ventilação; abertura das janelas; privacidade; acústica; e iluminação. É surpreendente constatar que a iluminação não seja considerada prioridade pelas pessoas.

A maioria dos colaboradores consideram que a “sustentabilidade” é importante para as pessoas e para o planeta; que a redução do consumo de água, energia e geração de resíduos é importante para a sustentabilidade; e que o conforto é importante para a sustentabilidade.

Os colaboradores se dividem quase equitativamente entre os que têm conhecimento e os que não têm conhecimento do processo de certificação, apesar das campanhas de conscientização. Quase a totalidade das pessoas que tiveram conhecimento ficaram satisfeitas na maioria das ações que foram implementadas durante o processo. A ação de “retirada das lixeiras individuais” foi a que teve maior índice de insatisfação, talvez pelo fato de que o lixo gerado constantemente nas áreas de trabalho fique sem o devido armazenamento até que seja transportado finalmente para as lixeiras, haja vista que muitas pessoas criaram caixas ou levaram lixeiras pessoais para o uso individual nas mesas. As ações de “captação de água pluvial” e de “implantação da unidade de compostagem” necessitam de mais divulgação, pois muitos responderam que “não sabem”. É interessante perceber que mesmo as pessoas que têm

conhecimento sobre o processo responderam que “não sabem”, o que significa que elas não têm um conhecimento aprofundado sobre essas ações para responder se estão satisfeitas ou insatisfeitas. Isso pode ser confirmado pela relação com a ação “campanhas de conscientização” que teve um número significativo de respostas de insatisfação somadas às respostas daqueles que “não sabem”, o que indica que o envolvimento e a participação no processo são importantes para a compreensão, satisfação e melhoria de resultados.

A maioria dos colaboradores responderam que não participaram ou contribuíram no processo de sustentabilidade do banco. Todavia, quando se questiona sobre a participação ou contribuição para a sustentabilidade em geral, quase a totalidade das pessoas consideram que participam ou contribuem de forma ativa ou passiva. Ora, se a maioria das pessoas contribuem de forma geral e consideram importante a temática da sustentabilidade, a redução do consumo de água, energia e geração de resíduos, e o conforto das pessoas para a sustentabilidade, conclui-se que as pessoas poderiam participar ou contribuir mais no local em que trabalham. Por outro lado, ao reanalisar o número significativo de respostas de insatisfação somadas às respostas daqueles que “não sabem” a respeito da ação “campanhas de conscientização”, deduz-se que é essencial o envolvimento das pessoas, o que reflete no alcance de melhores resultados.

5.5 Análise dos resultados

O “Plano de Gestão da Sustentabilidade” obteve resultados satisfatórios na redução de energia e de água, respectivamente, em 22% e 33%, verificados pelos cálculos com base no consumo real comparativamente entre o período anterior e o posterior à implementação das ações de sustentabilidade. O retorno do investimento financeiro foi em curto período e a economia nas contas comprovam a eficácia das ações.

Os edifícios sede e anexo do BDMG obtiveram a classificação B e A, respectivamente, em *benchmarking* de edifícios comerciais de Belo Horizonte – MG, quanto ao desempenho energético na tipologia “totalmente condicionados”, ou seja, eles se enquadram dentre 40% dos edifícios (torres de escritórios) totalmente condicionados de classificação A e B na cidade. Por outro lado, em

benchmarking de todos os edifícios da amostra, sem levar em consideração a tipologia do modo de condicionamento de ar, a classificação cai para D e C, respectivamente, dos edifícios sede e anexo.

Quanto à percepção dos usuários sobre as condições ambientais de conforto relacionadas ao consumo de energia, destaca-se a temperatura que obteve o conceito “frio”, frequentemente e/ou sempre, em todas as zonas. Uma experiência válida seria aumentar um grau no “*set point*” da temperatura para avaliar o conforto das pessoas e a economia de energia. A temperatura foi também a preferência dos usuários para o controle do sistema, a maior necessidade de melhoria e a prioridade para o conforto, saúde e bem-estar.

A envoltória dos edifícios, em toda a sua extensão, é envidraçada e permite alta absorção solar proveniente da insolação que incide nas fachadas durante todo o dia, o que gera a necessidade de refrigeração e de controle e fechamento das persianas que, por sua vez, aumenta a demanda por iluminação artificial. Os vidros da envoltória são temperados ou comuns, de 6mm ou 8mm, na cor “fumê” e a única proteção contra a irradiação solar são as persianas metálicas internas, com exceção do mezanino do edifício anexo onde os vidros possuem uma película de proteção solar. O ar condicionado é o responsável pelo atendimento da demanda de refrigeração dos ambientes. As janelas são permanentemente fechadas e trancadas e as áreas dos pavimentos seguem o conceito de “planta livre” onde inexistem paredes e/ou divisórias, para que o ar condicionado funcione regularmente. Apesar do sistema de refrigeração contar com mecanismos de regulagem e controle de temperatura, e do estabelecimento de uma rotina de funcionamento e de procedimentos, para que se possa manter uma temperatura média em busca do atendimento às necessidades de conforto individuais e coletivas, a avaliação da temperatura ainda não é satisfatória.

A falta de ventilação natural faz com que as pessoas queiram abrir as janelas, principalmente, com o receio de propagação de doenças, de acordo com a pesquisa, e também pelo desconforto com a temperatura. A inexistência de paredes e/ou divisórias, conceito da arquitetura moderna de “planta livre”, pode ser um dos fatores que ocasiona a falta de privacidade e os problemas de acústica através da propagação de ruídos internos.

Os problemas com temperatura, falta de privacidade e acústica podem gerar desconforto, mal-estar, doenças, e conseqüentemente, absenteísmo e/ou

menor produtividade dos colaboradores, e, portanto, menos eficiência, resultados e lucro para a empresa.

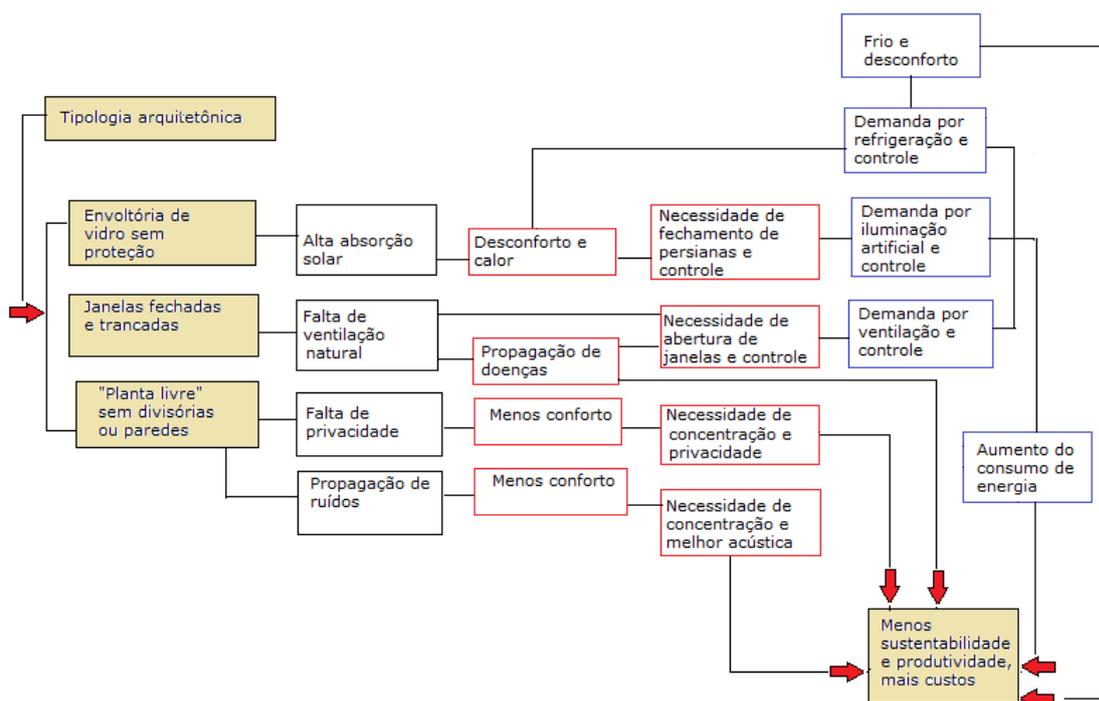
A iluminação teve avaliação conceitualmente “muito boa”. O controle da iluminação foi apontado como uma necessidade dos usuários. Algumas questões relativas a locais específicos que foram apontadas como melhorias a serem feitas pontualmente podem ser facilmente resolvidas através do uso de acessórios, alterações na posição das mesas, trocas de pontos de iluminação, e oferta de controle. O controle pode ser oferecido ao usuário através do fácil acesso e identificação dos circuitos que ligam e desligam as luzes, setorização dos circuitos de forma independente, ou até mesmo luminárias de mesa. O controle da iluminação, além de suprir a necessidade dos usuários, reduz sobremaneira o consumo de energia.

O processo de certificação da sustentabilidade foi bem avaliado em todas as ações que foram implementadas, com exceção de algumas questões que podem ser facilmente revistas e/ou alteradas. Outras ações podem ser reforçadas através de divulgação para o conhecimento, envolvimento e participação dos colaboradores do banco com o intuito de alcançar melhores resultados e, principalmente, para a manutenção dos resultados efetivos que já foram alcançados, como uma forma de cuidar do investimento e prover a sustentabilidade efetiva. Os planos de ações corretivas e preventivas podem ser propostos para tal finalidade.

As pessoas, em geral, consideram a importância da “sustentabilidade” e as diversas questões que envolvem o tema. Pelo alto índice de retorno dos questionários e pela análise das respostas sobre a importância, participação e contribuição, demonstram o interesse na colaboração e na melhoria de resultados.

O fluxograma, figura 47, ilustra a análise dos resultados e a relação entre a tipologia arquitetônica e o impacto na sustentabilidade.

Figura 47: Fluxograma dos resultados



Fonte: Imagem elaborada pela autora, 2018

6 CONCLUSÃO

Os resultados das ações de sustentabilidade que foram implementadas recentemente no BDMG foram significativos para a redução no consumo de energia e água e na geração de resíduos sólidos e economia nas contas. A classificação B e A dos edifícios sede e anexo, respectivamente, quanto ao desempenho energético, em benchmarking na cidade de Belo Horizonte, cuja amostra é de edifícios de escritórios na tipologia “totalmente condicionados” quanto ao modo de condicionamento de ar, demonstra que o desempenho energético dos edifícios analisados possui um padrão comparativamente muito bom. É interessante verificar que a classificação cai para “D” e “C”, respectivamente, edifícios sede e anexo, quando se utiliza a mesma amostra sem considerar a tipologia do modo de condicionamento de ar. O sistema de refrigeração é o maior consumidor de energia nos edifícios do estudo de caso. O ar condicionado é o responsável pelo atendimento da alta demanda de refrigeração nos ambientes. Na pesquisa em que foi feita a investigação sobre a percepção dos usuários, dentre as condições ambientais de conforto relacionadas ao consumo de energia, a que mais se destacou também se relaciona ao sistema de refrigeração, e foi a temperatura: conceitualmente “frio frequentemente e/ou sempre em todas as zonas”; a preferência dos usuários para o controle do sistema; a maior necessidade de melhorias; e a prioridade para o conforto, saúde e bem-estar.

Em análise às características físicas das edificações em questão, é possível verificar, sem o rigor das premissas, que não serão aprofundadas neste estudo, que a alta demanda de refrigeração se deve à grande área envidraçada das fachadas e que permitem a intensa absorção solar. A única proteção solar é a existência de persianas internas que são fechadas quando há insolação e, desta forma, aumentam a demanda de iluminação artificial, e conseqüentemente de energia. As janelas são permanentemente fechadas e trancadas, e a falta de ventilação natural faz com que as pessoas queiram abrir as janelas, principalmente, com o receio de propagação de doenças e pelo desconforto com a temperatura, de acordo com a pesquisa. Outra característica das edificações em estudo é a ausência de paredes e/ou divisórias em grande parte dos ambientes, o que pode ser a causa da insatisfação dos usuários com a

propagação de ruídos internos e a falta de privacidade. A iluminação, preponderantemente artificial, teve avaliação conceitualmente “muito boa”, apenas com algumas considerações para melhorias pontuais e a necessidade de acesso, identificação e controle dos interruptores.

Deste modo, verifica-se que muitas das decisões na fase de projeto ou durante o uso do edifício interferem no desempenho da edificação quando as necessidades de conforto dos usuários não são atendidas. As necessidades dos usuários precisam ser analisadas e incorporadas, através da participação, na fase de projeto e na implementação de ações durante o uso para o alcance de melhores resultados ou mesmo na manutenção dos resultados.

A sustentabilidade não é um processo estático e o usuário é uma variável ativa na sua determinação. A implantação de um sistema de gestão, acompanhamento e monitoramento do desempenho da edificação, com a participação e o entendimento dos usuários e de suas necessidades, é imprescindível para a melhoria ou manutenção dos resultados que foram obtidos no BDMG. O propósito é acompanhar periodicamente as metas e os resultados; conferir se as condições permanecem as mesmas ou foram alteradas; elaborar diagnósticos ou planos de ações corretivas ou preventivas; enfim, aprimorar e prover efetivamente a sustentabilidade.

Cabe aqui um adendo quanto ao projeto e construção do edifício do BDMG. A tipologia arquitetônica de “pele de vidro” e de “planta livre” atualmente é muito comum, principalmente, em edifícios corporativos. Todavia, na época da construção do edifício em estudo, ele foi considerado um marco inovador da arquitetura moderna mineira com reconhecidos méritos. O projeto foi premiado em concurso e as suas características, sem dúvida, o consagram definitivamente como elemento representativo no contexto da pluralidade arquitetônica modernista brasileira. A envoltória em vidros traz leveza e beleza, e o conjunto possui uma identidade visual única e singular. As preocupações com a sustentabilidade ambiental e desempenho da edificação não estavam em voga àquela época.

O trabalho aqui exposto não tem a pretensão de esgotar o assunto, mas dissertar sobre algumas das mais diversas dimensões da sustentabilidade e a inter-relação entre as mesmas, que compreendem em uma visão holística. As sugestões que foram relatadas também não pretendem solucionar as questões

levantadas nesse estudo. Para tanto, é necessário que se façam estudos mais aprofundados sobre as proposições. Cabe aqui apenas iniciar a abordagem das discussões e recomendações para futuros trabalhos.



7 REFERÊNCIAS

BRASIL. Decreto nº 4.059, de 17 de outubro de 2001, que regulamenta a Lei nº 10.295, que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia e dá outras providências. **Lex:** Diário Oficial da União, Brasília, 2001b. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/qualidade/pdf/decreto4059.pdf>>. Acesso em: 25 nov. 2018.

BRASIL. Lei nº 10.295, de 2001, que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia. **Lex:** Diário Oficial da União, Brasília, 2001a. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/lei200110295.pdf>>. Acesso em: 25 nov 2018.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. **Plano Nacional de Energia 2030**. [Brasília], [200-?]. Disponível em: <<http://epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Plano-Nacionalde-Energia-PNE-2030>>. Acesso em: 11 nov. 2018.

BELO HORIZONTE. Prefeitura Municipal. **Selo BH Sustentável – PBH**. [Belo Horizonte], [201-?]. Disponível em: <<http://cesa.pbh.gov.br/scsae/index.smma;jsessionid=7672CF9D00A0161DF37AAF535B669CB0.cesa1>>. Acesso em: 02 set. 2018.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial. **Regulamento Técnico da Qualidade para Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos – RTQ-C**. (INMETRO). Portaria nº 372, de 17 de setembro de 2010. 2010a.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial. **Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Residenciais (RTQ-R)**. (INMETRO). Portaria nº 18, de 16 de janeiro de 2012. 2010b.

CREATO CONSULTORIA E PROJETOS LTDA. **Proposta para Obtenção do Selo BH Sustentável BDMG**. Belo Horizonte, 2017.

FONSECA, T.C.O.; SALLES, T.M. A acessibilidade espacial como parte da sustentabilidade em edificações. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 4., Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: UFV, 2015. Trabalho apresentado no IV SBQP.

GONÇALVES, C.C. **A influência dos usuários sobre os sistemas de iluminação natural e artificial:** estudo de caso de salas da Escola de Arquitetura da UFMG. Dissertação (Mestrado em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável) – Belo Horizonte, Escola de Arquitetura, Universidade Federal de Minas Gerais, 2014.

GROSSI, N. **Humberto Serpa:** Arquitetura. 1. ed, São Paulo: Monolito, 2017.

LAKATOS, E.M.; MARCONI, M.A. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed, São Paulo: Atlas, 2003. p. 201- 211.

LAMBERTS, R.; PEREIRA, F. O. R.; DUTRA, L. **Eficiência energética na arquitetura**. 3. ed, Rio de Janeiro: Eletrobrás, 2014.

LAMBERTS, R. *et al.* **Sustentabilidade nas edificações**: contexto internacional e algumas referências brasileiras na área. Florianópolis: UFSC, 2011.

ORNSTEIN, S. W. **Conhecendo o ambiente de trabalho e seus usuários**: diretrizes para projetos de qualidade no setor administrativo. São Paulo: FAUUSP, 2004.

PORTO, M.M. **O processo de projeto e a sustentabilidade na produção da arquitetura**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - São Paulo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, 2006.

SOETHE, A.; LEITE, L.S. Arquitetura e a Saúde do Usuário. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 4., Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: UFV, 2015. Trabalho apresentado no IV SBQP.

SOUZA, R.V.G. Environment labelling roundtable building labelling in Brazil – a focus on energy efficiency. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE DESIGN SUSTENTÁVEL (SBDS) + INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON SUSTAINABLE DESIGN (ISSD), 6., Belo Horizonte, MG. **Anais...** Belo Horizonte: UFMG, 2017. Trabalho apresentado no VI SBDS + ISSD.

VASCONCELOS, R. T. B. **Humanização de ambientes hospitalares**: características arquitetônicas responsáveis pela integração interior/exterior. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Florianópolis, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, 2004.

VELOSO, A.C.O. **Avaliação do consumo de energia elétrica de edificações de escritório e sua correlação com as decisões de projeto**. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) - Belo Horizonte, Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, 2017.

APÊNDICE A

A sustentabilidade sob a ótica do usuário no ambiente construído

Prezados (as) Colegas,

Este questionário é parte de um Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização em Sustentabilidade do Ambiente Construído - Faculdade de Arquitetura da UFMG. O trabalho busca analisar a sustentabilidade a partir da percepção do usuário no ambiente construído.

São 28 perguntas e você vai levar de 04 a 07 minutos para respondê-las.

As pessoas não serão identificadas, pois não há necessidade e propósito para tal.

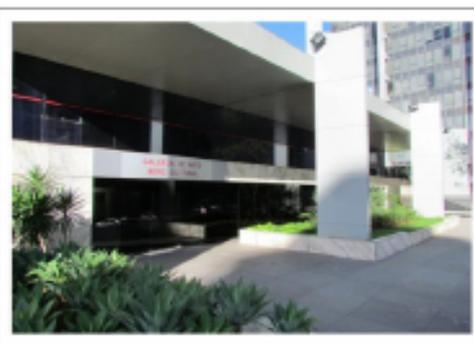
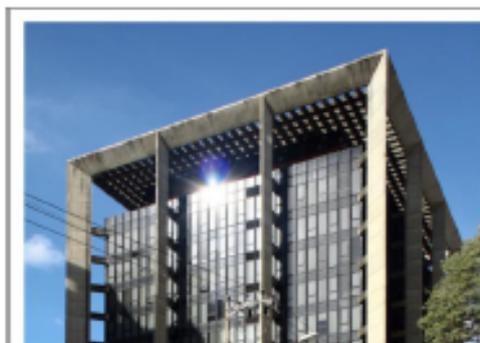
Desde já agradeço a sua colaboração.

Identificação do espaço em que você se localiza no edifício

1. Marque o seu número da zona no edifício. Esta informação está no convite impresso que você recebeu.

- Zona 0
 Zona 1
 Zona 2
 Zona 3
 Zona 4
 Zona 5
 Zona 6
 Zona 7
 Zona 8
 Zona 9
 Zona 10

2. Em qual edifício você trabalha?



Edifício Sede

Edifício Anexo

Nos dois, Sede e Anexo

3. Em qual pavimento você se localiza?

- 1º Subsolo (Sede)
- 1º Subsolo (Anexo)
- 2º Subsolo (Sede ou Anexo)
- 3º Subsolo (Anexo)
- Mezanino (Sede ou Anexo)
- Térreo (Sede ou Anexo)
- 1º Pavimento (Sede)
- 2º Pavimento (Sede)
- 3º Pavimento (Sede)
- 4º Pavimento (Sede)
- 5º Pavimento (Sede)
- 6º Pavimento (Sede)
- 7º Pavimento (Sede)
- 8º Pavimento (Sede)
- 8º Pavimento (Sede)
- 10º Pavimento (Sede)
- 11º Pavimento (Sede)

Identificação de gênero

4. Qual é o seu gênero?

- Feminino
 - Masculino
 - Outro: _____
-

8. Caso tenha marcado 1 ou 2 na questão acima, responda. Na minha opinião, a iluminação é inadequada devido ao(s) seguinte(s) fator(es):

Marque todas que se aplicam.

- Pouca iluminação
- Muita iluminação
- Ofuscamento
- Brilho nas telas dos computadores
- Brilho na superfície da mesa
- Pouca iluminação natural, ou seja, da luz do dia
- Muita iluminação natural, ou seja, da luz do dia
- Falta de acesso aos circuitos que ligam e desligam

9. Se você está próximo à janela, a luz solar incide em você ou na sua mesa de trabalho?

- Sim
- Não

10. Com relação às persianas das janelas, marque as opções: Marque todas que se aplicam.

- As persianas ficam sempre abertas
- As persianas ficam sempre fechadas
- As persianas ficam fechadas quando tem sol
- Não sou eu quem controla as persianas
- Não sei responder
- Não há persianas

11. A luz natural é importante?

- Sim
- Não
- Talvez
- Não sei

Temperatura, umidade do ar e ventilação

12. A temperatura do local onde você trabalha é:

- | | | | | | | |
|------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| Frio | <input type="radio"/> | Calor |

13. Caso você tenha marcado 1 ou 5 na questão acima, responda: *Marque todas que se aplicam.*

- Eu sinto frio pela manhã
- Eu sinto frio à tarde
- Eu sinto calor pela manhã
- Eu sinto calor à tarde
- Eu sinto conforto
- Eu sinto desconforto

14. Se você sente frio ou calor, isso ocorre com qual frequência?

- Sempre
- Frequentemente
- Raramente

15. A umidade do ar é:

- Baixa, pois o ar é seco
- Alta, pois o ar é úmido
- Não sei

16. Você prefere trabalhar em um ambiente com ar condicionado ou com ventilação natural?

- Eu prefiro ar condicionado
- Eu prefiro ventilação natural
- Tanto faz
- Não sei

17. Caso tenha respondido que prefere o ambiente com ventilação natural na questão acima, responda. Prefiro ventilação natural porque:

Marque todas que se aplicam.

- Sinto frio com o ar condicionado
- Sinto desconforto com o ar condicionado
- O ar condicionado retira a umidade do ambiente
- A ventilação natural evita a propagação de doenças respiratórias
- A ventilação natural contribui para a sustentabilidade

18. Você aceitaria trabalhar em um ambiente sem ar condicionado?

- Sim
 - Não
 - Talvez
 - Não sei
-

Acesso ao controle sobre os sistemas

19. Você gostaria de ter mais acesso ao controle de quais sistemas? Marque as alternativas. Marque todas que se aplicam.

- Iluminação
- Persianas
- Temperatura de ar
- Abertura das janelas
- Acústica

20. Marque os itens que você gostaria de melhorar no seu ambiente de trabalho para ter mais conforto, saúde e bem-estar:

Marque todas que se aplicam.

- Iluminação
- Temperatura, umidade do ar e ventilação
- Acústica
- Privacidade
- Abertura das janelas
- Janela com vista para o exterior
- Outro: _____

21. Dos itens escolhidos anteriormente, selecione qual deles é prioritário para garantir o seu conforto, saúde e bem-estar no ambiente de trabalho:

- Iluminação
- Temperatura, umidade do ar e ventilação
- Acústica
- Privacidade
- Abertura das janelas
- Janelas com vista par exterior
- Outros

Certificação "Selo BH Sustentável"

22. Você tem conhecimento sobre o processo e a ações para a certificação "Selo BH Sustentável" no edifício do BDMG?

- Sim
 - Não
-

27. Você participa ou contribui para a sustentabilidade?

- Sim
 Sim, mas de forma passiva
 Não

28. Você acha importante o conforto do usuário para a sustentabilidade?

- Sim
 Não
 Não sei

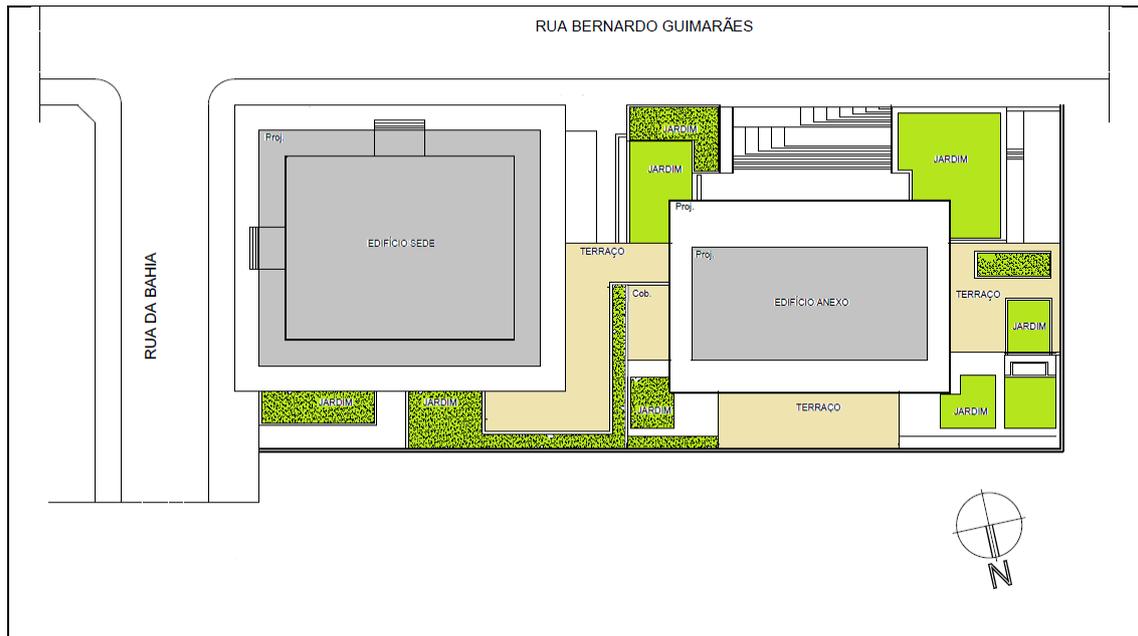
29. Caso queira comentar algo, utilize o espaço abaixo.

Agradeço a participação!

APÊNDICE B

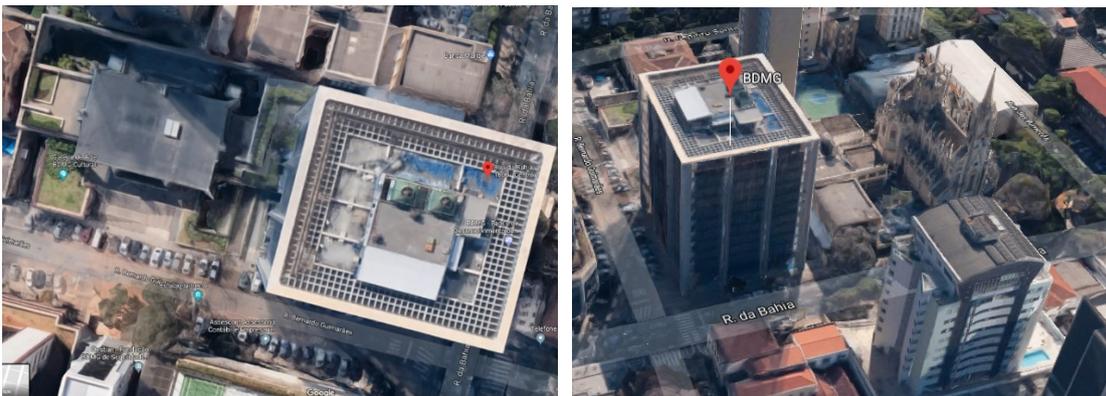
Edifício BDMG

Figura 48: Desenho de implantação



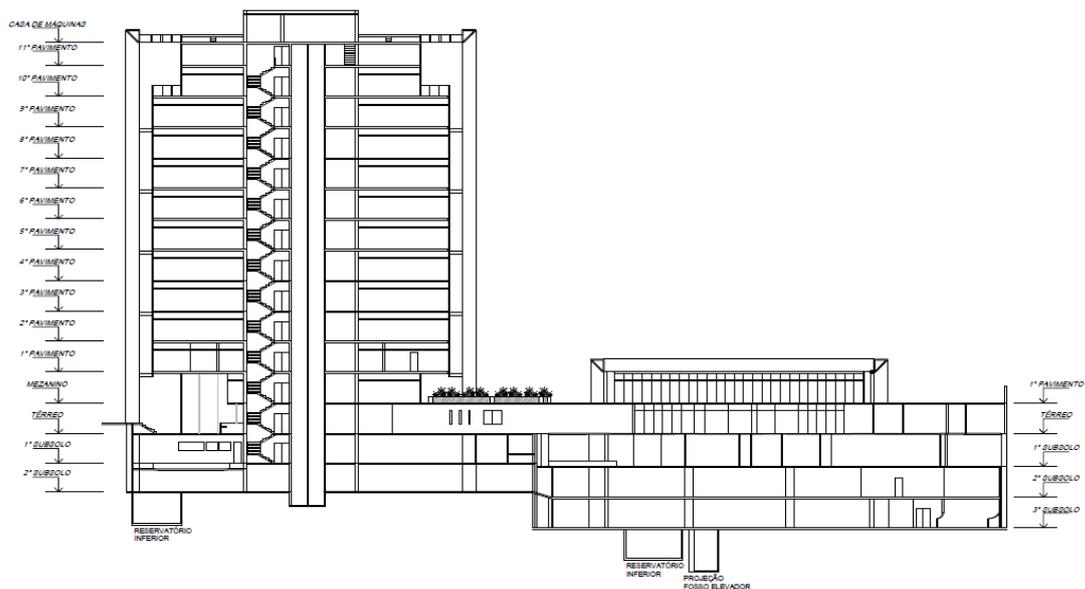
Fonte: Desenho elaborado pela autora, 2018

Figura 49: Imagens aéreas do edifício sede e anexo do BDMG



Fonte: Google Earth, 2018

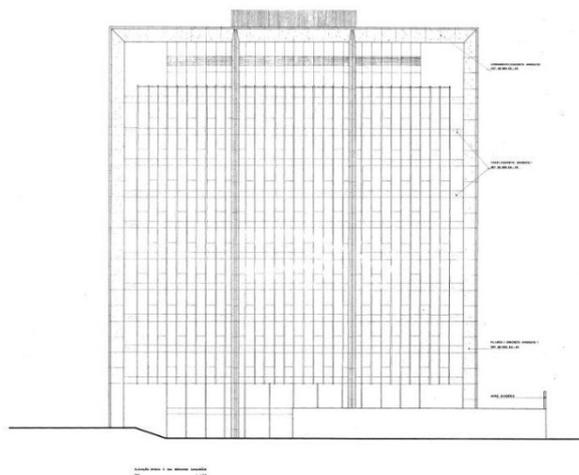
Figura 50: Corte dos edifícios sede e anexo



Fonte: Desenho elaborado pela autora, 2018

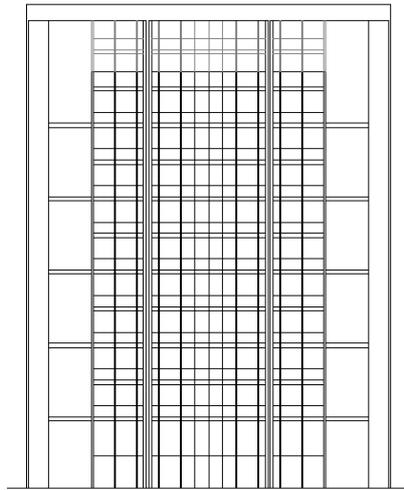
Edifício sede

Figura 51: Fachada principal original



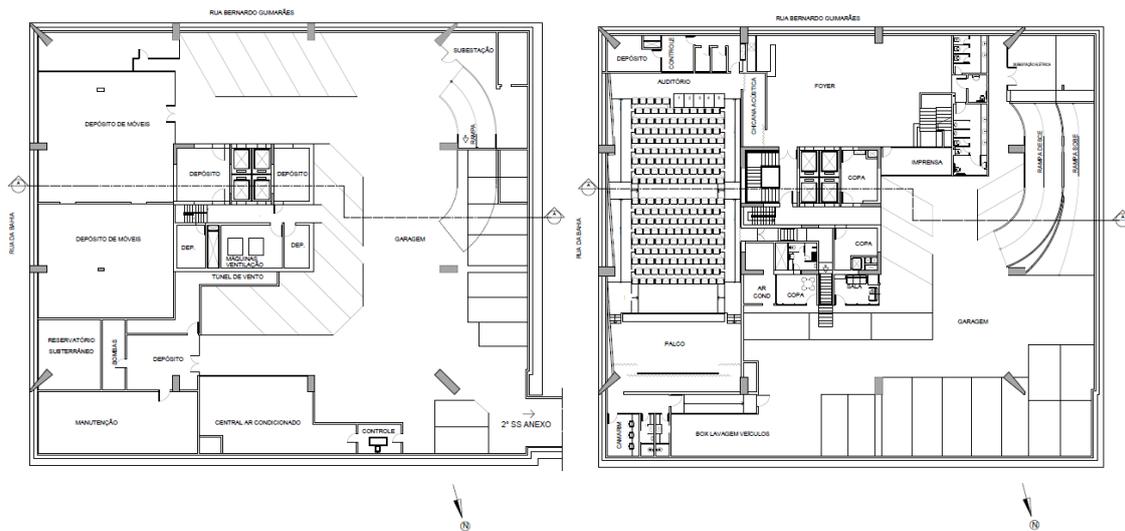
Fonte: Projeto original, 1969

Figura 52: Fachada principal atual



Fonte: Elaborado pela autora, 2018

Figura 53: Plantas do 1º e 2º subsolos



Fonte: Desenhos cedido pelo BDMG e atualizados pela autora, 2018

Figura 54: Garagem do 1º subsolo



Fonte: Arquivo pessoal, 2018

Figura 55: Rampa de acessibilidade



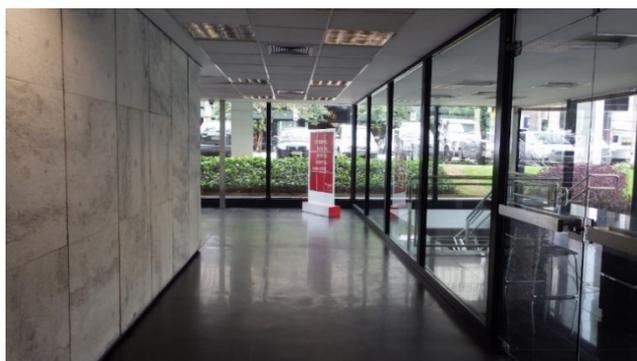
Fonte: Arquivo pessoal, 2018

Figura 56: Acesso principal



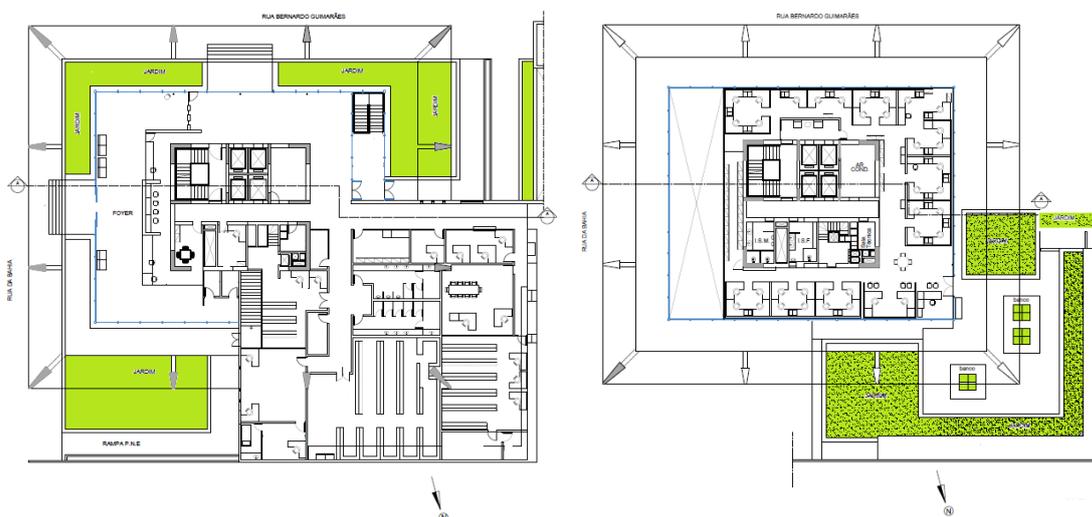
Fonte: Arquivo pessoal, 2018

Figura 57: Hall principal



Fonte: Arquivo pessoal, 2018

Figura 58: Plantas do térreo e mezanino



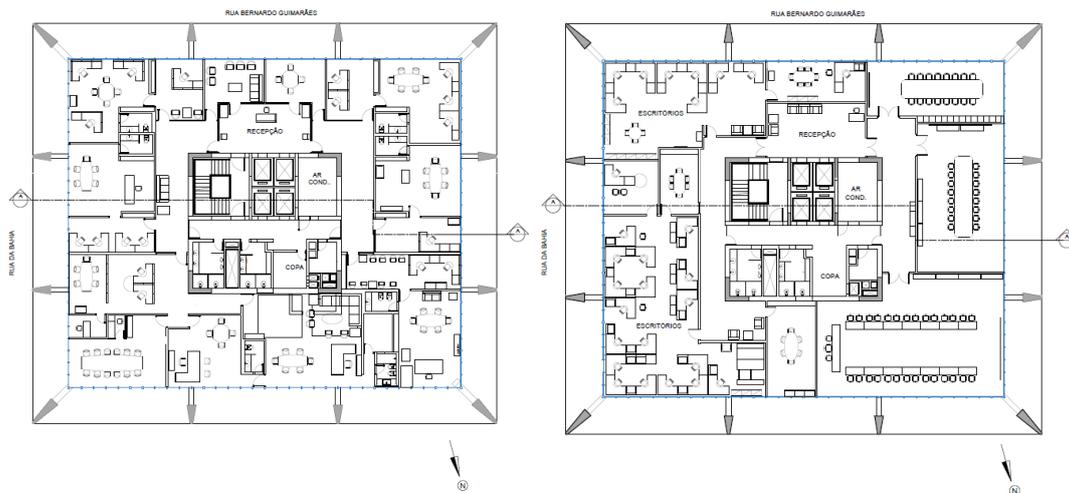
Fonte: Desenhos cedidos pelo BDMG e atualizados pela autora, 2018

Figura 59: Jardim do mezanino



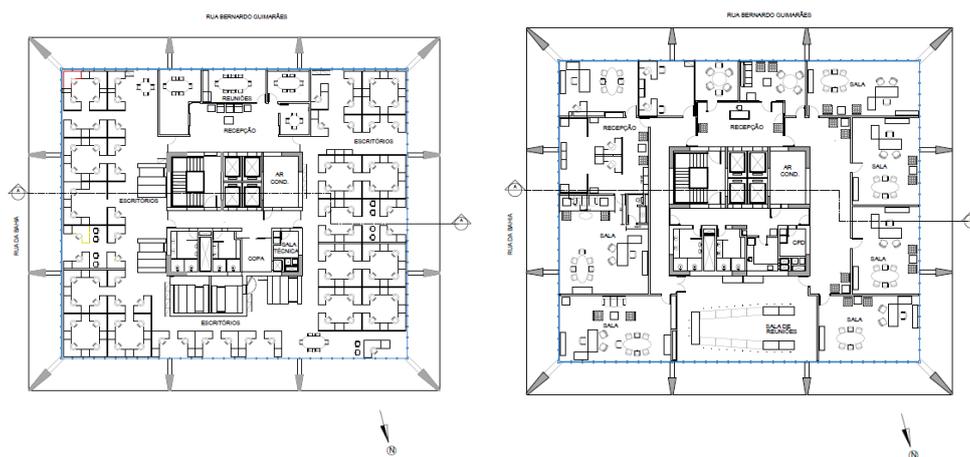
Fonte: Arquivo pessoal, 2018

Figura 60: Plantas do 1º e 2º pavimentos



Fonte: Desenhos cedidos pelo BDMG e atualizados pela autora, 2018

Figura 61: Plantas do pavimento-tipo e 9º pavimento



Fonte: Desenhos cedidos pelo BDMG e atualizados pela autora, 2018

Figura 62: Pavimento-tipo



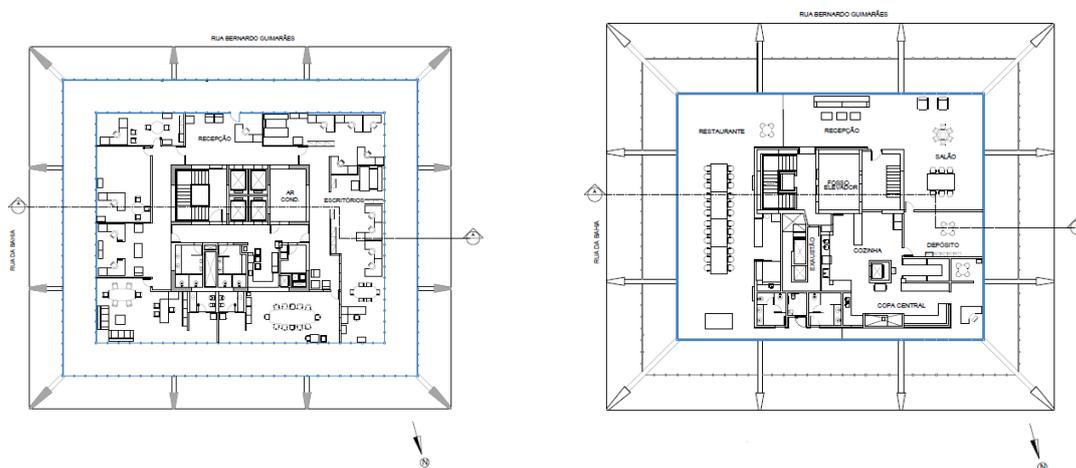
Fonte: CREATO CONSULTORIA E PROJETOS, 2017

Figura 63: Copa do pavimento-tipo



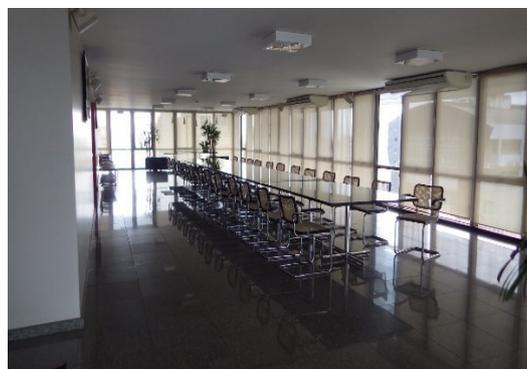
Fonte: Arquivo pessoal, 2018

Figura 64: Plantas do 10º e 11º pavimentos



Fonte: Desenhos cedidos pelo BDMG e atualizados pela autora, 2018

Figura 65: Restaurante do 11º pavimento



Fonte: Arquivo pessoal, 2018

Figura 66: Cozinha do 11º pavimento



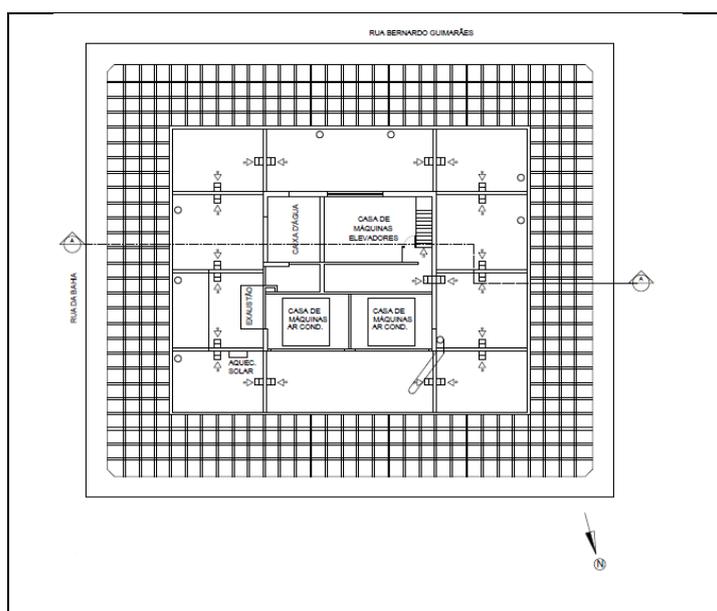
Fonte: Arquivo pessoal, 2018

Figura 67: Cobertura



Fonte: Arquivo pessoal, 2018

Figura 68: Planta da cobertura



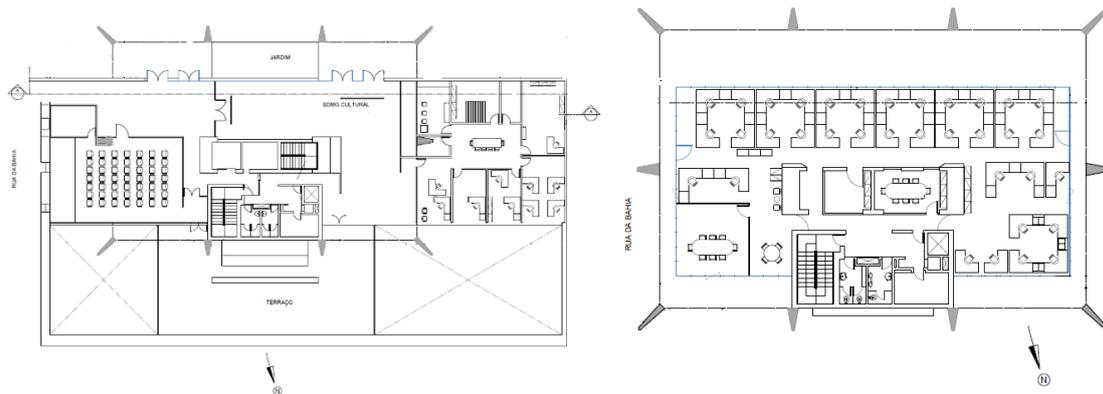
Fonte: Desenho cedido pelo BDMG e atualizado pela autora, 2018

Figura 72: Planta do 1º Subsolo



Fonte: Desenho cedido pelo BDMG e atualizado pela autora, 2018

Figura 73: Plantas do 1º pavimento e térreo



Fonte: Desenhos cedidos pelo BDMG e atualizados pela autora, 2018

Figura 74: Hall da galeria de arte no térreo



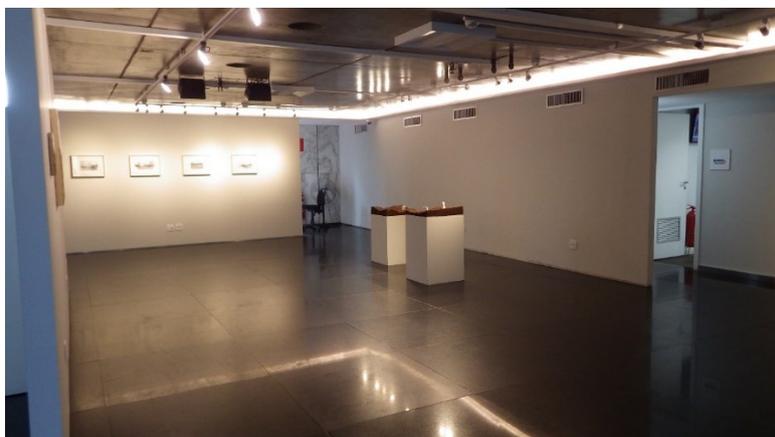
Fonte: Arquivo pessoal, 2018

Figura 75: Auditório no térreo



Fonte: Arquivo pessoal, 2018

Figura 76: Galeria de arte - térreo do edifício anexo



Fonte: Arquivo pessoal, 2018

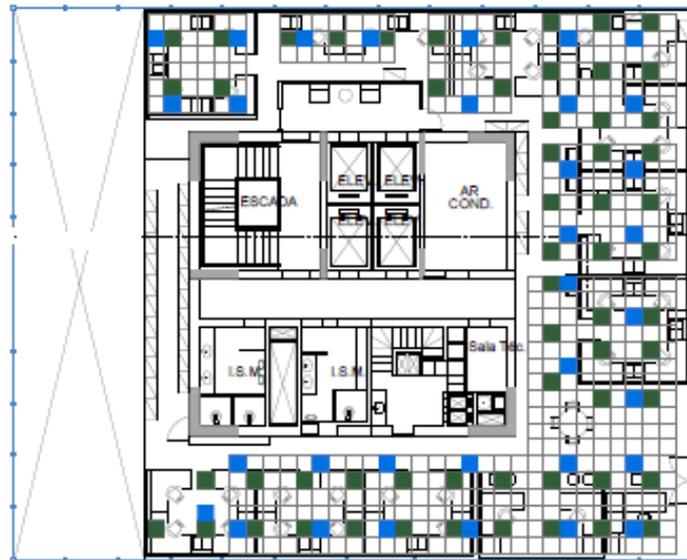
Desenhos dos pontos de iluminação e de difusores de ar condicionado

LEGENDA:

Pontos de iluminação   □

Pontos de difusores de ar  □

Figura 77: Planta do mezanino do edifício sede



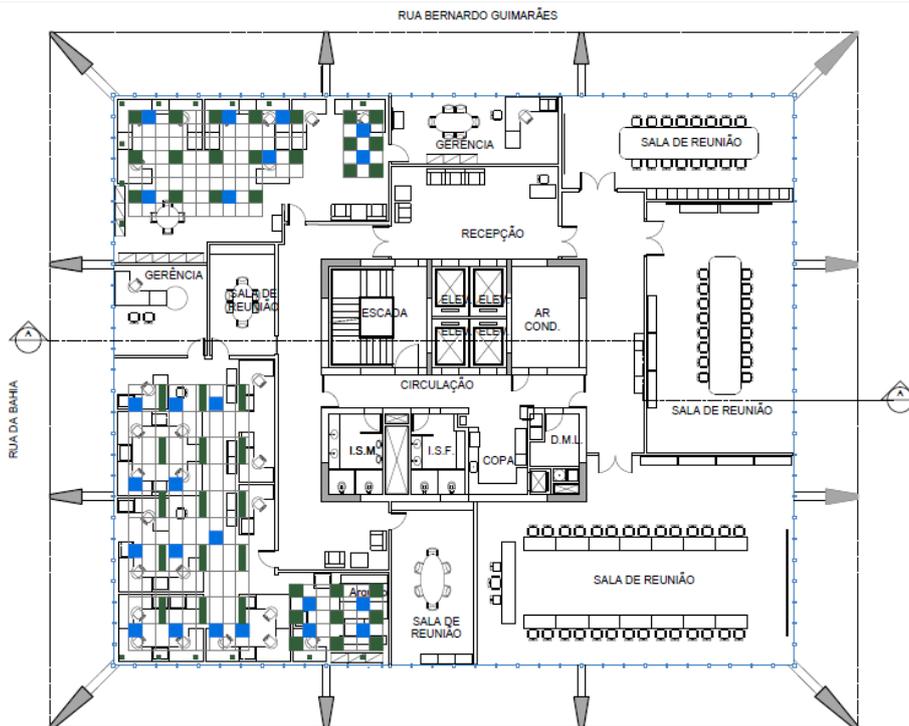
Fonte: Desenho elaborado pela autora com base na planta cedida pelo BDMG, 2018

Figura 78: Planta do pavimento-tipo do edifício sede



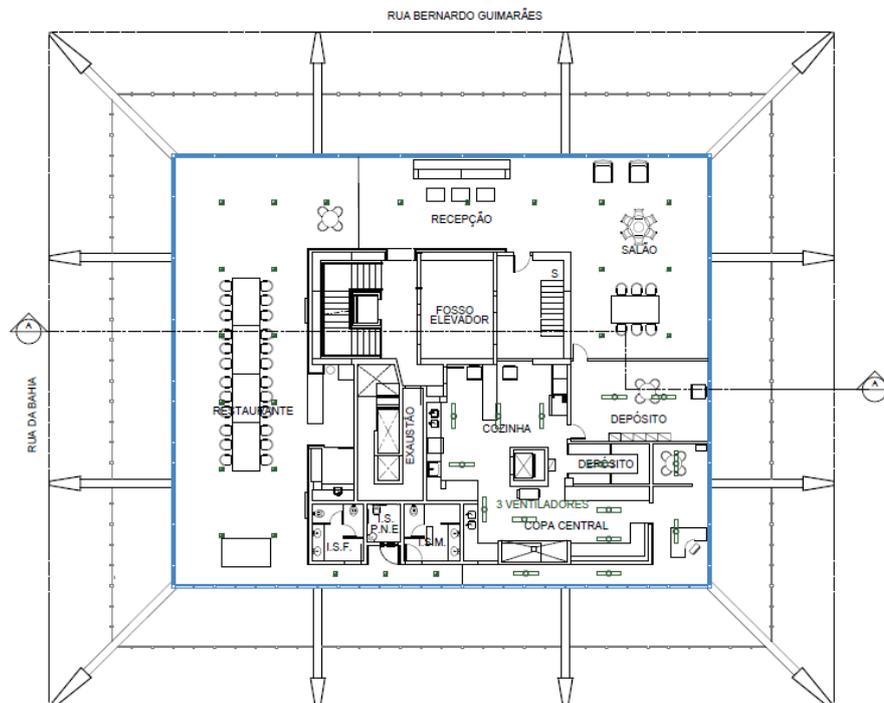
Fonte: Desenho elaborado pela autora com base na planta cedida pelo BDMG, 2018

Figura 79: Planta do 2º pavimento do edifício sede



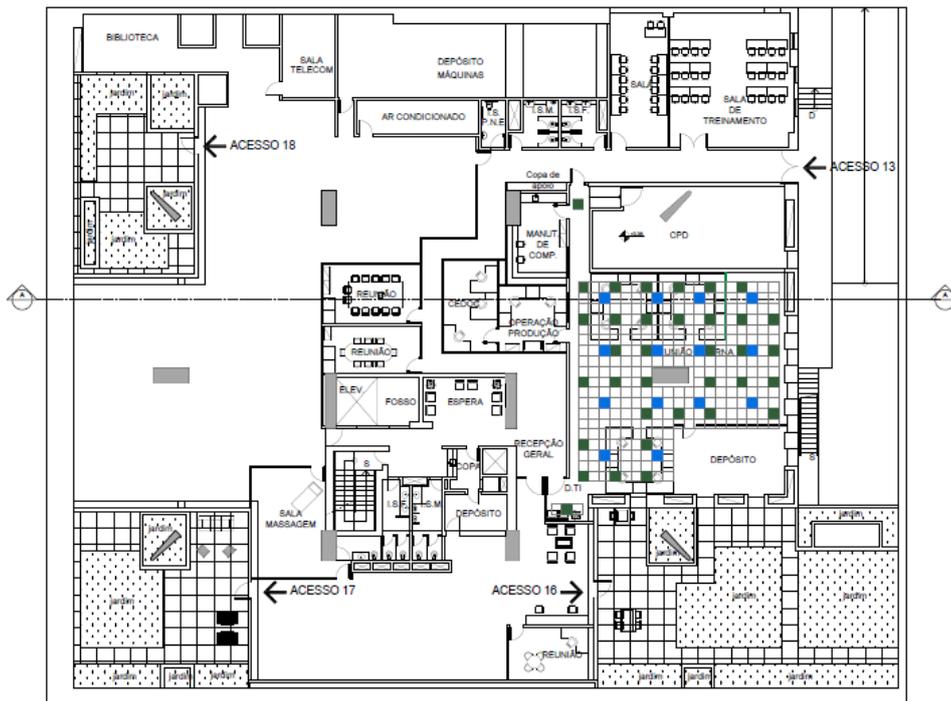
Fonte: Desenho elaborado pela autora com base na planta cedida pelo BDMG, 2018

Figura 80: Planta do 11º pavimento do edifício sede



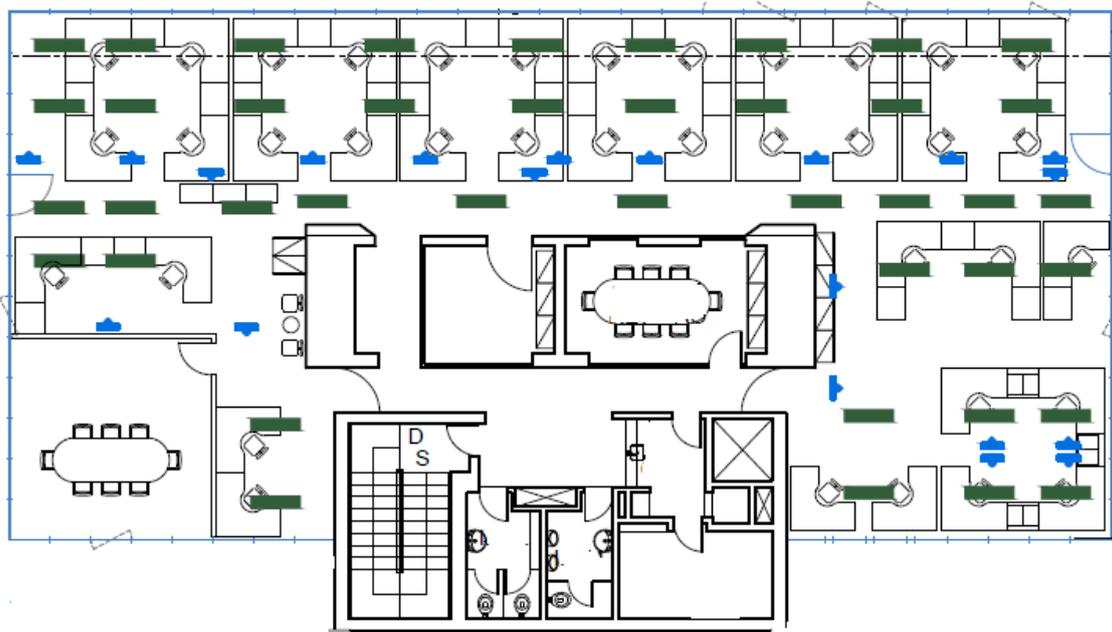
Fonte: Desenho elaborado pela autora com base na planta cedida pelo BDMG, 2018

Figura 81: Planta do 1º subsolo do edifício anexo



Fonte: Desenho elaborado pela autora com base na planta cedida pelo BDMG, 2018

Figura 82: Planta do 1º pavimento do edifício anexo



Fonte: Desenho elaborado pela autora com base na planta cedida pelo BDMG, 2018

ANEXO 1

SELO BH SUSTENTÁVEL – PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE

Os requisitos do Selo BH Sustentável (2017): mecanismos, metodologia de cálculo e tabela de pontuação, para obtenção da certificação nas dimensões “Água”, “Energia” e “Resíduos Sólidos” são explanados a seguir, para o entendimento do processo certificatório.

Dimensão “Água”

Para obtenção do selo na dimensão “Água”, o empreendimento deve alcançar uma redução no consumo de água acima de 30% ou 100 pontos, conforme visto anteriormente. As faixas estabelecidas para os índices de redução no consumo de água e para as pontuações correspondem aos seguintes resultados:

- Acima de 30% ou mínimo de 100 pontos: apto à certificação.
- De 20% a 30% ou de 67 a 99 pontos: certificado de boas práticas ambientais.
- Abaixo de 20% ou de 67 pontos: não atingiu o índice de certificação.

Mecanismos avaliados

Os mecanismos que são avaliados para a pontuação na dimensão “Água” possuem requisitos específicos que devem ser atendidos. Os mecanismos desta dimensão são descritos a seguir.

a) Práticas Ambientais:

- Práticas de educação ambiental: campanhas de sensibilização dos usuários, ações com o envolvimento da comunidade, eventos comemorativos, produção de materiais educativos, treinamento de funcionários ou outras atividades de educação ambiental. São computadas pontuações diferenciadas para ações permanentes, semestrais e anuais.

- Gestão de águas pluviais: utilização de dispositivos que promovam a retenção de água, tais como pisos permeáveis, retenção de água em bacia ou trincheira, ou telhado verde.

- Controle de vazamentos: utilização de sistemas de detecção de vazamentos ou sistemas de medição individualizada para o caso de empreendimentos residenciais multifamiliares.

- Fontes alternativas: utilização de mecanismos de captação de água de chuva que contribua para a redução da vazão afluyente ao sistema de drenagem e da redução do consumo de água potável.

b) Tecnologias economizadoras: as tecnologias economizadoras abrangem os sistemas de chuveiros, descargas, mictórios, torneiras e outros usos. Devem ser descritas as tecnologias economizadoras e/ou convencionais existentes, quantidade de cada uma delas, e tempo de uso (horas/mês). A pontuação, neste caso, é obtida através da relação entre a porcentagem de economia de água pelas tecnologias que foram implantadas e o índice de economia de água estipulada em 0,3 que corresponde à meta de 30%.

c) Recirculação ou reuso: utilização de mecanismos de reuso de água que possibilitem reduzir a captação e minimizar a geração de efluentes líquidos. Para a comprovação, o volume de água recirculada deve ser registrado com base na média mensal dos últimos 12 meses. A pontuação, neste caso, é obtida através da relação entre a porcentagem de economia de água feita pelo processo de recirculação que foi implantado e o índice de economia de água estipulada em 0,3 que corresponde à meta de 30%.

Metodologia de cálculo

O cálculo do percentual de economia no consumo de água é a relação entre volume de água economizada e o volume total de água demandada.

% Economia de água = $\text{Volume de água economizada} \times 100 / \text{Volume de água demandada}$

- Cálculo do volume de água demandada

O volume total de água demandada é o somatório do consumo médio de água dos últimos 12 meses (concessionária), volume de água consumido com origem da retirada de poço artesiano, volume de água economizado por tecnologias economizadoras e o volume de água utilizado para recirculação/reuso.

$VD = V_C + V_{EC}$, onde:

VD – Volume demandado;

V_C – Volume consumido, dado pela soma $V_C = V_{CO} + V_{PA}$, onde:

V_{CO} – Volume de água consumido com origem na concessionária (COPASA);

V_{PA} – Volume de água consumido com origem na retirada de poço artesiano.

V_{EC} – Volume economizado, dado pela soma $V_{EC} = V_{TE} + V_{RR}$, onde:

V_{TE} – Volume de água economizado por tecnologias economizadoras;

V_{RR} – Volume de água utilizado para Recirculação/Reuso.

- Cálculo da eficiência

O cálculo da eficiência total é o somatório da eficiência da economia obtida pelas tecnologias economizadoras e a eficiência da economia obtida pela recirculação/reuso.

$EF_T = EF_{TE} + EF_{FR}$, onde:

$$EF_{TE} = V_{TE} \times 100 / VD$$

$$EF_{FR} = V_{RR} \times 100 / VD$$

Tabela para pontuação

O cálculo da pontuação final corresponde à soma das pontuações de cada um dos mecanismos que foram avaliados, acrescido de uma tolerância de 5%. O número de pontos é diferenciado para cada mecanismo.

A pontuação total na dimensão será dada pela somatória das pontuações obtidas por cada um dos mecanismos que foram adotados no processo. A pontuação máxima de cada mecanismo está demonstrada na tabela 26.

Tabela 26: Pontuação na dimensão “Água”

MECANISMO	SUBMECANISMO	PONTUAÇÃO	FREQUÊNCIA	OBSERVAÇÃO
Práticas ambientais	Educação Ambiental	1	Anual	A bonificação é calculada de acordo com a frequência das atividades das tecnologias existentes até o máximo de 5 pontos, independente do número de atividades realizadas.
		1	Semestral	
		3	Permanente	
	Gestão	5	-	São concedidos 5 pontos para cada mecanismo adotado, até o máximo de 10 pontos.
	Águas Pluviais			
	Controle de Vazamentos	5	-	Bonificação concedida caso exista um dos sistemas ou ambos.
Medição individualizada (somente para prédios residenciais)				
Fontes Alternativas	6	-	Bonificação concedida caso exista.	
Tecnologias economizadoras		$EF_{TE} / 0,3$	-	Nesse caso, a constante (0,3) corresponde à meta estabelecidas para a dimensão Água, que é de 30%
Recirculação/Reuso		$EF_{TE} / 0,3$	-	

Fonte: BELO HORIZONTE, 2017

Dimensão “Energia”

Para obtenção do selo na dimensão “Energia”, o empreendimento deve alcançar uma economia de energia acima de 25% ou 100 pontos, conforme visto anteriormente. As faixas estabelecidas para os índices de redução no consumo de energia e para as pontuações correspondem aos seguintes resultados:

- Acima de 25% ou mínimo de 100 pontos: apto à certificação.
- De 20% a 25% ou de 80 a 99 pontos: certificado de boas práticas ambientais.
- Abaixo de 20% ou de 79 pontos: não atingiu o índice de certificação.

Mecanismos avaliados

Os mecanismos que são avaliados para a pontuação na dimensão “Energia” possuem requisitos específicos que devem ser atendidos. Os mecanismos desta dimensão são descritos a seguir.

a) Práticas de educação ambiental: campanhas de sensibilização dos usuários, ações com o envolvimento da comunidade, eventos comemorativos, produção de materiais educativos, treinamento de funcionários ou outras atividades de educação ambiental. São computadas pontuações diferenciadas para ações permanentes, semestrais e anuais.

b) Arquitetura Bioclimática: concepção arquitetônica do empreendimento que contemple elementos da arquitetura bioclimática, ou seja concepção que propicie a redução no consumo de energia.

c) Tecnologias economizadoras: mecanismos / equipamentos / dispositivos relacionados à climatização, equipamentos elétricos e iluminação. Para a aferição da economia energética são utilizados os parâmetros de classificação pelo PROCEL (Nível C), consumo energético, quantidade, modelo e o tempo de uso dos equipamentos. O cálculo é feito pela média mensal no período de 12 (doze) meses e o consumo energético. Os pontos, neste caso, são resultantes da relação entre o cálculo da eficiência proveniente da economia obtida pelas tecnologias economizadoras e a constante de 0,25 que corresponde à meta de 25% para a dimensão.

d) Geração por fontes de energia renováveis: coletor solar, biomassa (gasosa, líquida ou sólida), origem eólica e através de painéis fotovoltaicos. A quantidade gerada de energia deve ser calculada pela média mensal no período de 12 meses por cada submecanismo / tecnologia. Os pontos, neste caso, são resultantes da relação entre o cálculo da eficiência proveniente da economia obtida por fontes renováveis e a constante de 0,25 que corresponde à meta de 25% para a dimensão.

e) Co-geração de energia: utilização de biomassa e/ou gás natural. A quantidade geral de kwh gerada deve ser calculada pela média mensal no período de 12 meses. Os pontos, neste caso, são resultantes da relação entre o cálculo da eficiência proveniente da economia obtida pela co-geração de energia e a constante de 0,25 que corresponde à meta de 25% para a dimensão.

Metodologia de cálculo

O cálculo do percentual de economia no consumo de energia é a relação entre energia economizada e energia demandada.

% Economia de energia = Energia economizada x 100 / Energia demandada

- Cálculo da energia demandada

A energia demandada é o somatório do consumo médio de energia dos últimos 12 meses (concessionária) e da energia economizada (tecnologias economizadoras, fontes renováveis e co-geração).

ED = E_c + E_{EC}, onde:

ED – Energia demandada;

E_c – Energia consumida (energia adquirida da concessionária);

E_{EC} – Energia economizada, dada pela soma $E_{EC} = E_{TE} + E_{FR} + E_{CG}$, onde:

E_{TE} – Energia economizada por tecnologias economizadoras;

E_{FR} – Energia economizada por fontes renováveis;

E_{CG} – Energia economizada por co-geração.

- Cálculo da eficiência

O cálculo da eficiência total é o somatório da eficiência da economia obtida pelas tecnologias economizadoras, fontes renováveis e co-geração.

EF = EF_{TE} + EF_{CG} + EF_{FR}, onde:

$EF_{TE} = E_{TE} \times 100 / ED$

$EF_{CG} = E_{CG} \times 100 / ED$

$EF_{FR} = E_{FR} \times 100 / ED$

Tabela para pontuação

O cálculo da pontuação final corresponde à soma das pontuações de cada um dos mecanismos que foram avaliados, acrescido de uma tolerância de 5%. O número de pontos é diferenciado para cada mecanismo.

A pontuação total na dimensão será dada pela somatória das pontuações obtidas por cada um dos mecanismos que foram adotados no processo. A pontuação máxima de cada mecanismo está demonstrada na tabela 27.

Tabela 27: Pontuação na dimensão “Energia”

MECANISMO	PONTUAÇÃO	FREQUÊNCIA	OBSERVAÇÃO
Práticas ambientais	1	Anual	A bonificação é calculada de acordo com a frequência das atividades das tecnologias existentes até o máximo de 5 pontos, independente do número de mecanismos adotados. (Cada ponto corresponderá a 0,25% de sustentabilidade até o máximo de 1,25%)
	3	Semestral	
	5	Permanente	
Arquitetura bioclimática	5	-	Bonificação concedida pela existência das características.
Tecnologias economizadoras	$EF_{TE} / 0,25$	-	Nesse caso, a constante (0,25) corresponde à meta estabelecida para a dimensão Energia, que é de 25%.
Geração por Fontes Renováveis	$EF_{FR} / 0,25$	-	
Co-Geração	$EF_{CG} / 0,25$	-	

Fonte: BELO HORIZONTE, 2017

Dimensão “Resíduos Sólidos”

Para obtenção do selo na dimensão “Resíduos Sólidos”, o empreendimento deve alcançar no mínimo 100 pontos, conforme visto anteriormente. As faixas estabelecidas para as pontuações correspondem aos seguintes resultados:

- Mínimo de 100 pontos: apto à certificação.
- De 70 a 99 pontos: certificado de boas práticas ambientais.
- Abaixo de 69 pontos: não atingiu o índice de certificação.

Mecanismos avaliados

Os mecanismos que são avaliados para a pontuação na dimensão “Resíduos Sólidos” possuem requisitos específicos que devem ser atendidos. Os mecanismos desta dimensão são descritos a seguir.

a) Redução: a redução pode ser efetivada através de Mobilização e Educação Ambiental e/ou Otimização de Processos.

- Mobilização e Educação Ambiental: campanhas de sensibilização

dos usuários, ações com o envolvimento da comunidade, eventos comemorativos, produção de materiais educativos, treinamento de funcionários ou outras atividades de educação ambiental. São computadas pontuações diferenciadas para ações permanentes, semestrais e anuais.

- Otimização de Processos: melhoria na qualidade dos insumos e melhoria operacional.

b) Reutilização: percentual de resíduos sólidos urbanos destinados à reutilização que é exercida internamente à atividade, em relação ao percentual total de resíduos gerados.

c) Coleta Seletiva

- Inorgânicos (resíduos secos): percentual de resíduos sólidos urbanos secos (madeira, metal, plástico, vidro, papel e papelão) que são passíveis de reciclagem em relação ao percentual total; percentual de resíduos sólidos urbanos secos destinados adequadamente à reciclagem em relação ao percentual total de resíduos gerados.

- Orgânicos (resíduos úmidos): percentual de resíduos úmidos que são passíveis de compostagem em relação ao percentual total; percentual de resíduos sólidos urbanos úmidos destinados adequadamente à compostagem em relação ao percentual total de resíduos gerados.

- Ação de destinação adequada ao óleo de cozinha.

Metodologia de cálculo

O cálculo do percentual de redução na geração de resíduos sólidos urbanos é a relação entre o percentual de geração de resíduos reduzido por meio de reutilização / reciclagem e o percentual total de resíduos sólidos gerados.

% Redução na geração de resíduos sólidos urbanos = Massa total de resíduos reduzida por meio de reutilização e reciclagem / Massa total de resíduos sólidos gerados.

- Cálculo da massa total de resíduos sólidos gerados

A massa total de resíduos sólidos gerados no período de 12 meses (kg) é o somatório das massas de resíduos destinadas à reutilização, reciclagem e coleta pública ou privada de forma não seletiva.

$M_{\text{Total gerada}} = M_{\text{Reutilizada}} + M_{\text{Reciclada}} + M_{\text{Última}}$, onde:

$M_{\text{Total gerada}}$ – Massa total de resíduos gerada;

$M_{\text{Reutilizada}}$ – Massa de resíduos destinada adequadamente à reutilização;

$M_{\text{Reciclada}}$ – Massa de resíduos destinada adequadamente à reciclagem;

$M_{\text{Última}}$ – Massa de resíduos destinada à coleta pública/privada de forma não seletiva.

- Cálculo da eficiência

O cálculo da eficiência de redução da geração de resíduos sólidos é a relação entre a soma das massas reutilizadas e recicladas com a massa total gerada.

$$\%RS_{\text{reduzido}} = (M_{\text{Reutilizada}} + M_{\text{Reciclada}}) \times 100 / M_{\text{Total gerada}}$$

Tabela para pontuação

O cálculo da pontuação final corresponde à soma das pontuações de cada um dos mecanismos que foram avaliados, acrescido de uma tolerância de 5%. O número de pontos é diferenciado para cada mecanismo.

A pontuação total na dimensão será dada pela somatória das pontuações obtidas por cada um dos mecanismos adotados no processo. A pontuação máxima de cada mecanismo está apresentada na tabela 28.

Tabela 28: Pontuação na dimensão “Resíduos Sólidos”

MECANISMO	PONTUAÇÃO	FREQUÊNCIA	OBSERVAÇÃO
Redução (Mobilização e educação ambiental)	1	Ações anuais	A bonificação é calculada de acordo com a frequência das atividades das tecnologias existentes até o máximo de 10 pontos, independente do número de mecanismos adotados. (Cada ponto corresponderá a 1,0% de sustentabilidade até o máximo de 5,0%).
	1	Ações semestrais	
	3	Ação permanente	
Redução (Otimização de processos)	5	Se praticado	
Reutilização	20	-	A prática de reutilização de 30% do total de resíduos sólidos equivale à pontuação máxima (20 pontos). De 20 a 29%, considerar-se-á pontuação proporcional.
Coleta seletiva (inorgânicos)	90	-	A prática de reutilização de 70% do total de resíduos sólidos passíveis de reciclagem equivale à pontuação máxima de (90 pontos). De 40 a 69%, considerar-se-á pontuação proporcional.
Coleta seletiva (orgânicos)	90	-	A prática de reutilização de 70% do total de resíduos sólidos passíveis de compostagem equivale à pontuação máxima de (90 pontos). De 40 a 69%, considerar-se-á pontuação proporcional.
Coleta óleo de cozinha	20	Se praticado	Bonificação concedida pela existência da tecnologia.

Fonte: BELO HORIZONTE, 2017

ANEXO 2

PLANO DE GESTÃO DA SUSTENTABILIDADE

Serão apresentados os diagnósticos, ações, resultados, cálculos, e pontuações nas dimensões “Água”, “Energia”, e “Resíduos Sólidos” da Proposta Selo BH Sustentável (2017), que foi o resultado do trabalho realizado pela empresa Create Consultoria e Projetos, com o apoio da Comissão de Sustentabilidade e equipe técnica do banco.

As ações foram divididas em duas etapas, sendo que a “Etapa 1” se refere às ações implementadas por equipe própria do banco anteriormente ao processo de certificação e a “Etapa 2” se refere às ações implementadas a partir do processo de certificação.

Dimensão “Água”

Diagnóstico

Os dados de consumo médio mensal e anual de água foram feitos com base em registros e contas da COPASA no período de abril/14 a março/15.

- Consumo médio mensal de água = 900.000 litros (900 m³)
- Consumo médio anual de água = 10.800.000 litros (10.800 m³)

O consumo médio mensal de água foi calculado por dispositivos, com base em dados de ocupação, uso, consumo médio por pessoa e parâmetros de vazão, conforme apresentado na tabela 29.

Tabela 29: Consumo médio mensal de água calculado por dispositivos no período de abril/14 a março/15

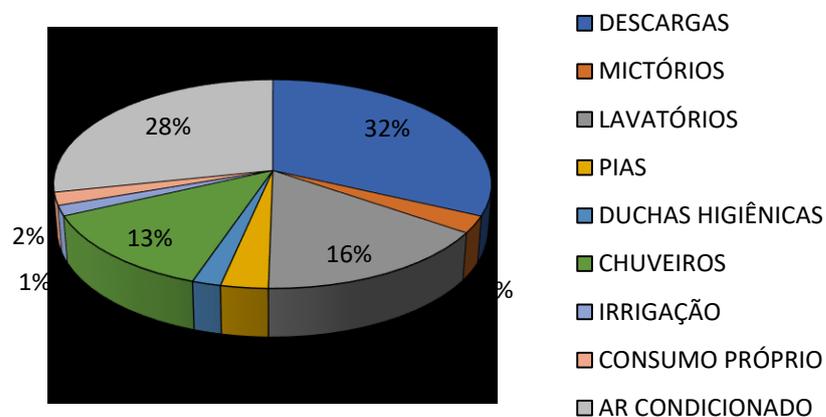
DISPOSITIVO	CONSUMO MENSAL (m³)
Descargas	272,64
Mictórios	22,41
Lavatórios	134,69
Pias	26,40
Duchas higiênicas	32,07
Chuveiros	110,00
Irrigação	13,50
Consumo próprio	17,00
Ar condicionado	242,00
TOTAL	870,71

Fonte: CREATO CONSULTORIA E PROJETOS, 2017

Observou-se que o total geral do consumo médio mensal de água que foi calculado por dispositivo equipara-se aproximadamente ao valor do consumo médio mensal de água referente às contas da Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA (período de abril/14 a março/15).

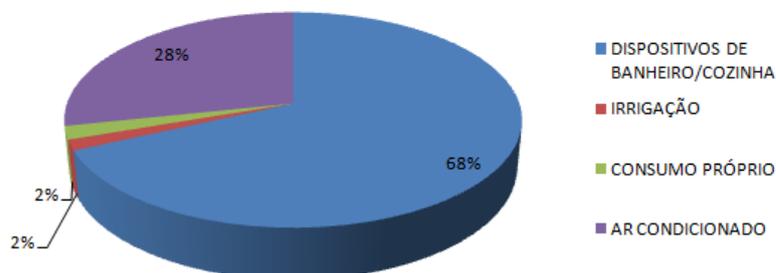
Assim sendo, foi possível inferir os dados de consumo de água por sistemas, conforme apresentado nos gráficos 22 e 23.

Gráfico 22: Percentuais de consumo de água por dispositivos



Fonte: CREATO CONSULTORIA E PROJETOS, 2017

Gráfico 23: Percentuais de consumo de água por dispositivos de banheiro/cozinha; ar condicionado; irrigação; consumo próprio



Fonte: CREATO CONSULTORIA E PROJETOS, 2017

Verificou-se que os sistemas de banheiros, com destaque para o dispositivo “descargas”, e de ar condicionado eram os maiores consumidores de água do edifício. O ar condicionado representava 28% do consumo de água.

Ações

As ações que foram implementadas são práticas ambientais, captação de água pluvial para reutilização e uso de dispositivos economizadores. Ou seja, segundo os mecanismos que são avaliados para a pontuação na dimensão, as ações enquadram-se em “Práticas de Educação Ambiental”, “Gestão das Águas Pluviais”, “Fontes Alternativas” e “Tecnologias Economizadoras”.

Etapa 1: Modernização de louças e metais, instalação de válvulas com temporizadores nos mictórios; instalação de torneiras com arejadores em 87% das unidades e torneiras com fechamento automático em 13% das unidades; instalação de redutores de vazões de água nos chuveiros; captação de água pluvial para irrigação dos jardins, lavagens de veículos e lavagem dos pisos da área externa, com a utilização do reservatório inferior com capacidade de 450 m³.

Etapa 2: Troca das válvulas de descargas convencionais por modelo dual flush e substituição das torneiras por modelos com fechamento automático. Práticas ambientais: campanhas, eventos e divulgação de materiais educativos.

Resultados

O cálculo da redução no consumo de água através da utilização de sistemas economizadores foi feito com base em parâmetros de eficiência média por tecnologia, e os resultados estão apresentados na tabela 30.

Tabela 30: Consumo mensal e volume de água economizado com a implementação das ações

Sistema	Consumo mensal sem o uso de dispositivos economizadores (m ³)	Consumo mensal com o uso de dispositivos economizadores (m ³)	Volume economizado com o uso dos dispositivos (m ³)
Descargas	272,64	109,06	163,58
Mictórios	22,41	11,2	11,21
Lavatórios	134,69	67,35	67,34
Chuveiros	110,00	66,00	44,00
Irrigação	13,50	0	13,50
TOTAL			299,63

Fonte: CREATO CONSULTORIA E PROJETOS, 2017

- Redução no consumo mensal de água = 299.630 litros (299,63 m³)
- Redução no consumo anual de água = 3.595.560 litros (3.595,56 m³)

Cálculo para pontuação

a) Cálculo da redução no consumo de água

% Economia de água = $\text{Volume de água economizada} \times 100 / \text{Volume de água demandada}$

VD = V_C + V_{EC}, onde:

VD – Volume demandado;

V_C – Volume consumido, dado pela soma $V_C = V_{CO} + V_{PA}$, onde:

V_{CO} – Volume de água consumido com origem na concessionária (COPASA);

V_{PA} – Volume de água consumido com origem na retirada de poço artesiano.

V_{EC} – Volume economizado, dado pela soma $V_{EC} = V_{TE} + V_{RR}$, onde:

V_{TE} – Volume de água economizado por tecnologias economizadoras;

V_{RR} – Volume de água utilizado para Recirculação/Reuso.

$V_C = V_{CO}$, pois $V_{PA} = 0$ (não existe poço artesiano)

$V_C = 900 \text{ m}^3$

$V_{EC} = V_{TE}$, pois $V_{RR} = 0$ (não há recirculação ou reuso)

$V_{EC} = 299,63 \text{ m}^3$

$VD = 900 + 299,63 = 1.199,63 \text{ m}^3$

Desta forma, o percentual de redução foi dado por:

% Redução no consumo de água = $299,63 \times 100 / 1.199,63 = 24,98\%$

b) Cálculo da eficiência

$EF_{TE} = V_{TE} \times 100 / VD$

$EF_{FR} = V_{RR} \times 100 / VD$, sendo $V_{RR} = 0$

$EF_{TE} = 299,63 \times 100 / 1.199,63 = 24,98\%$

Pontuação

A pontuação total foi dada pela somatória das pontuações obtidas por cada um dos mecanismos que foram adotados em ações durante o processo. A pontuação final na dimensão “Água” foi de 104,23 (acima de 100) e, portanto, foi considerado apto à certificação, conforme apresentado na tabela 31.

Tabela 31: Pontuação na dimensão “Água”

PONTUAÇÃO FINAL					
Mecanismo	Submecanismo	Submecanismo	Pontuação	Frequência	Total de pontos
		Campanha de Sensibilização dos Usuários	3	Permanente	
		Envolvimento da Comunidade	1	Anual	
Práticas Ambientais	Educação Ambiental	Eventos Comemorativos	1	Anual	5 (máximo)
		Produção de Material Educativo	1	Semestral	
		Treinamento de Funcionários	0	-	
	Gestão das Águas Pluviais	Reservatório de Retenção	5	-	5
	Controle de Vazamentos	Sistema de Detecção de Vazamentos	0	-	0
		Sistema de Medição Individualizada	0	-	0
	Fontes Alternativas	Captação de Água de Chuvas	6	-	6
Tecnologias Economizadoras			EF _{TE} / 0,3		83,26
Pontuação total					99,26
Cálculo de conformidade (5%)					104,23
APTO À CERTIFICAÇÃO					

Fonte: CREATO CONSULTORIA E PROJETOS, 2017

Dimensão “Energia”

Vale ressaltar que as ações implementadas na “Etapa 1”, que serão descritas posteriormente, foram anteriores a julho/14, ou seja, o diagnóstico abaixo discriminado já incorpora os resultados advindos das ações implementadas na “Etapa 1”, quais sejam a modernização dos equipamentos dos elevadores e as trocas de algumas lâmpadas fluorescentes por LED’s.

Diagnóstico

Os dados de consumo médio mensal e anual de energia elétrica foram feitos com base em registros e contas da Companhia Energética de Minas Gerais - CEMIG no período de julho/14 a junho/15 e contemplam o total dos edifícios sede e anexo.

- Consumo médio mensal de energia = 153.443 kWh
- Consumo médio anual de energia = 1.841.320 kWh

Foram identificados os principais consumidores de energia no edifício: sistemas de iluminação, elevadores, ar condicionado, sistemas de ventilação e exaustão, e equipamentos de uso pessoal.

O cálculo do consumo médio de energia por sistema foi feito com base em dados de consumo médio, potência, capacidade, tempo de utilização (hora/dia) e dias de utilização. Para o sistema de ar condicionado central foi possível a leitura direta no quadro da subestação. Os dados de consumo de energia elétrica por sistema estão apresentados na tabela 32.

Tabela 32: Consumo de energia elétrica por sistema no período julho/14 a junho/15

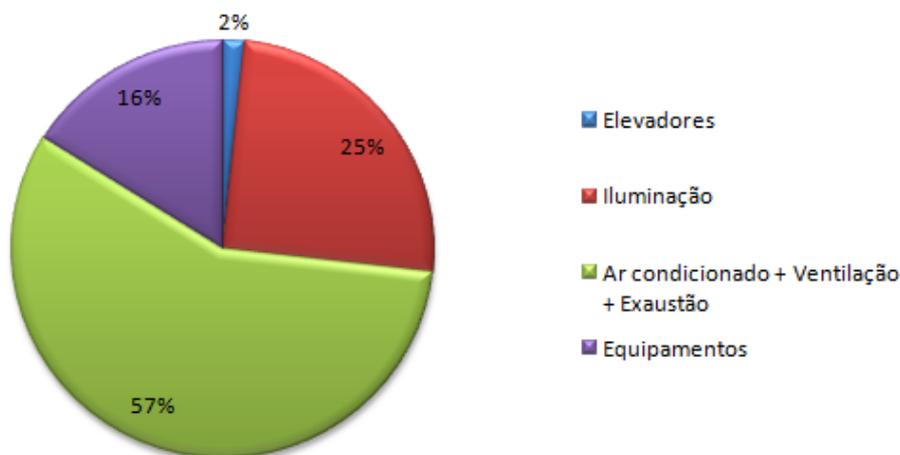
SISTEMA	CONSUMO ATUAL (kWh/mês)	%
Elevadores	2.209,90	1,66%
Iluminação	33.516,23	25,13%
Ar Condicionado + Ventilação + Exaustão	76.221,00	57,14%
Equipamentos	21.436,31	16,07%
TOTAL	133.383,44	100,00%

Fonte: CREATO CONSULTORIA E PROJETOS, 2017

O total geral do consumo mensal de energia elétrica estimado por dispositivo foi abaixo do valor do consumo médio mensal real disposto nas contas de energia elétrica da Companhia Energética de Minas Gerais - CEMIG (período de julho/14 a junho/15). Segundo a empresa responsável pelo diagnóstico, isso ocorreu provavelmente devido a um consumo atípico não identificado. Verificou-se que o sistema que consome mais energia elétrica é o

do ar condicionado, que somado ao sistema de exaustão, resulta em 57% do total. O gráfico 24 apresenta os percentuais de energia elétrica por sistema.

Gráfico 24: Percentuais de energia elétrica por sistema



Fonte: CREATO CONSULTORIA E PROJETOS, 2017

Ações

As ações que resultaram em redução no consumo de energia foram aquelas implementadas na “Etapa 1”, anterior a julho 2014, quanto à modernização dos elevadores, trocas de lâmpadas fluorescentes por LED’s. Na “Etapa 2”, não houve impacto no consumo de energia. Ou seja, segundo os mecanismos que são avaliados para a pontuação do selo, as ações enquadram-se em “Tecnologias Economizadoras”.

Etapa 1: Modernização dos equipamentos dos elevadores, trocas de lâmpadas fluorescentes por LED’s. No entanto, o cronograma de trocas tem previsão até 2018, pois o Plano de Gestão da Sustentabilidade prevê que a troca seja feita somente quando as lâmpadas fluorescentes chegarem ao final da vida útil.

Etapa 2: Planejamento da troca por equipamentos com maior eficiência, tais como monitores e projetores de vídeo com LED’s, geladeiras. No entanto, essas ações ainda não foram implementadas e devem ser feitas a médio prazo, tendo em vista o alto investimento e o retorno relativamente baixo em redução no consumo de energia.

Resultados

Para calcular a economia gerada com as ações implementadas na Etapa 1 foi realizado um cálculo do consumo de energia anterior a julho de 2014, como se todas as lâmpadas fossem incandescentes e não tivessem sido substituídas por fluorescentes ou LED's, com a utilização de dados de potências equivalentes de energia de lâmpadas incandescentes. Com esse cálculo, o consumo mensal de energia elétrica com o uso de lâmpadas incandescentes no sistema iluminação seria de 122.476,84 kWh. Já no caso da modernização dos elevadores, de acordo com os dados dos fabricantes, o consumo de energia antes da instalação dos novos sistemas e equipamentos economizadores era de 5.943,40 kWh/mês. Portanto, o consumo mensal e a redução de energia dos sistemas foram verificados conforme tabela abaixo. A tabela 33 apresenta o consumo mensal e a redução de energia que foram alcançados com a implementação das ações.

Tabela 33: Consumo mensal e redução de energia com a implementação das ações

SISTEMA	CONSUMO ATUAL (kWh/mês)	CONSUMO ANTERIOR (kWh/mês)	DIFERENÇA (kWh/mês)	REDUÇÃO (kWh/mês)
Elevadores	2.209,90	5.943,40	3.733,50	3.733,50
Iluminação	33.516,23	122.476,84	88.960,61	44.480,30*
Ar Condicionado + Ventilação + Exaustão	76.221,00	76.221,00	0,00	0
Equipamentos	21.436,31	21.436,31	0,00	0
TOTAL	133.383,44	226.077,55	92.694,11	48.213,80

Fonte: CREATO CONSULTORIA E PROJETOS, 2017

*Para o caso específico da iluminação, o cálculo considerou a potência dos dispositivos em lugar da eficiência. A fórmula, então, assumiu a seguinte forma:

$E_{TE} = 0,5 \times (P_T eq - P_T) \times T$, onde:

P_T (Potência da tecnologia) – potência da tecnologia.

P_{τ} eq (Potência equivalente) – potência equivalente de uma lâmpada incandescente.

T - tempo de utilização da tecnologia em horas, pela média mensal dos 12 últimos meses.

Portanto, $E_{TE} = 0,50 (P_{\tau} \text{ eq} - P_{\tau}) = 0,50 (122.476,84 - 33.516,23) = 0,50 \times 88.960,61 = 44.480,30$

- Redução no consumo de energia mensal = 48.213,80 kWh
- Redução no consumo de energia anual = 578.565,60 kWh

Cálculo para pontuação

a) Cálculo da redução no consumo de energia

Economia de energia = Energia economizada x 100 / Energia demandada

ED = $E_c + E_{EC}$, onde:

ED – Energia demandada;

E_c – Energia consumida (energia adquirida da concessionária);

E_{EC} – Energia economizada, dada pela soma **$E_{EC} = E_{TE} + E_{FR} + E_{CG}$** , onde:

E_{TE} – Energia economizada por tecnologias economizadoras;

E_{FR} – Energia economizada por fontes renováveis;

E_{CG} – Energia economizada por co-geração.

$E_c = 153.000$ kWh/mês

$E_{EC} = E_{TE} = 48.213,80$ kWh/mês, pois $E_{FR} = 0$ e $E_{CG} = 0$ (não houve energia economizada por fontes renováveis ou co-geração).

$ED = 153.000 + 48.213,80 = 201.213,80$ kWh/mês

Desta forma, o percentual de redução foi dado por:

% Redução no consumo de energia = $48.213,80 \times 100 / 201.213,80 = 23,96\%$

b) Cálculo da eficiência

EF = $EF_{TE} + EF_{CG} + EF_{FR}$, onde:

$EF_{TE} = E_{TE} \times 100 / ED$

$EF_{CG} = E_{CG} \times 100 / ED$

$EF_{FR} = E_{FR} \times 100 / ED$

EF = $EF_{TE} = 23,96\%$

Pontuação

A pontuação total foi dada pela somatória das pontuações obtidas por cada um dos mecanismos que foram adotados em ações durante o processo. A pontuação final na dimensão “Energia” foi de 100,64 (acima de 100), e portanto, foi considerado apto à certificação, conforme apresentado na tabela 34.

Tabela 34: Pontuação na dimensão “Energia”

PONTUAÇÃO				
Mecanismo	Submecanismo	Frequência	Pontuação	Total de pontos
Práticas ambientais	Campanha de Sensibilização dos Usuários	—	0	0
	Produção de Material Educativo	—	0	
	Treinamento de Funcionários	—	0	
Arquitetura bioclimática	Arquitetura bioclimática	—	0	0
Tecnologias economizadoras	$EF_{te} / 0,25$	—	95,84	95,84
Geração por fontes renováveis	$EF_{re} / 0,25$	—	0	0
Co-geração	$EF_{cg} / 0,25$	—	0	0
Pontuação total			95,84	
Cálculo de conformidade (5%)			100,63	
APTO À CERTIFICAÇÃO				

Fonte: CREATO CONSULTORIA E PROJETOS, 2017

Dimensão “Resíduos”

Diagnóstico

O levantamento das características e quantidade média mensal e anual de resíduos foi feito por meio da técnica de amostragem em abril/2016.

- Quantidade média mensal de geração de resíduos = 2.403,50 kg
- Quantidade média anual de geração de resíduos = 28.842 kg

A tabela 35 apresenta o levantamento das características e quantidade dos resíduos por amostragem.

Tabela 35: Levantamento das características e quantidade dos resíduos por amostragem, 2016

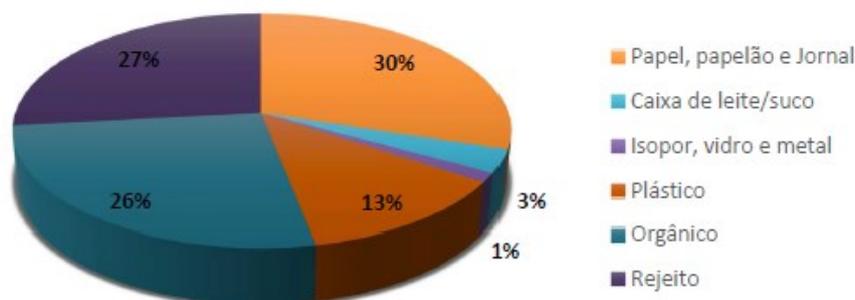
TIPOS DE RESÍDUOS	GERAÇÃO MÉDIA (kg)		
	DIÁRIA	SEMANAL (5 dias úteis)	MENSAL (22 dias úteis)
Papel, papelão e jornal	35,25	176,25	775,5
Caixa de leite/suco	3,75	18,75	82,5
Isopor	1	5	22
Plástico	14,75	73,75	324,5
Vidro	0,25	1,25	5,5
Metal	0,25	1,25	5,5
Orgânico*	22,5	112,5	495+186*=681
Rejeito	31,5	157,5	693
TOTAL	109,25	546,25	2.589,5

*186kg de material orgânico proveniente da limpeza dos jardins.

Fonte: CREATO CONSULTORIA E PROJETOS, 2017

Observou-se que a geração de resíduos mais significativa é de papéis, rejeitos, orgânicos e plásticos, conforme apresentado no gráfico 25.

Gráfico 25: Percentuais de Resíduos Gerados



Fonte: CREATO CONSULTORIA E PROJETOS, 2017

Ações

Nenhuma ação anteriormente havia sido implementada. A quantidade de resíduos gerados era destinada à coleta pública e não havia destinação para reutilização ou reciclagem.

As ações implementadas enquadram-se em “Redução” e “Coleta Seletiva”, quais sejam: a coleta seletiva foi feita através do envio dos materiais que constam da tabela 35, com exceção dos orgânicos, isopor e rejeitos, para uma associação de catadores; implantação da unidade de compostagem de orgânicos; redução de 50% na quantidade de impressoras e impressões frente e verso; eliminação do uso de copos descartáveis de plástico; eliminação de mexedores de plástico de café; disponibilização e incentivo à utilização de garrafas e canecas pelos funcionários; confecção de blocos de rascunhos com a reutilização de papéis; disponibilização de recipientes para o descarte de papéis a serem reutilizados para a confecção de blocos. Além disso, houve a implementação de práticas ambientais: campanhas, eventos e divulgação de materiais educativos.

Resultados

O resultado da massa total gerada final, após a implementação das ações, foi de 2.099,05 kg/mês.

- Massa média de resíduos destinadas à reutilização: foi considerada nula, tendo em vista que os papéis reutilizados em forma de blocos de

rascunhos, passa a ser resíduos após o uso e são encaminhados para a reciclagem.

- Massa média de resíduos destinadas à reciclagem: soma da geração de papel, papelão, jornal, caixa de leite e suco, plástico, vidro e metal = 1.193,50 kg.
- Massa média de resíduos destinadas à coleta pública / privada não seletiva: soma da geração de rejeitos, isopor e orgânicos não enviados para a compostagem (146 kg) = 1.250 kg.
- Massa média de resíduos que não é mais gerada: soma das massas de copos de água, copos de café, mexedores de café e folhas de papel = 344,45 kg.
- Redução mensal na geração de resíduos = 490,05 kg
- Redução anual na geração de resíduos = 5.885,40 kg

Cálculo para pontuação

a) Cálculo da redução na geração de resíduos sólidos urbanos

$M_{\text{Total gerada}} = M_{\text{Reutilizada}} + M_{\text{Reciclada}} + M_{\text{Última}}$, onde:

$M_{\text{Total gerada}}$ – Massa total de resíduos gerada;

$M_{\text{Reutilizada}}$ – Massa de resíduos destinada adequadamente à reutilização;

$M_{\text{Reciclada}}$ – Massa de resíduos destinada adequadamente à reciclagem;

$M_{\text{Última}}$ – Massa de resíduos destinada à coleta pública/privada de forma não seletiva.

$M_{\text{Reutilizada}} = 0$

$M_{\text{Reciclada}} = 1.193,50 \text{ kg}$

$M_{\text{Última}} = 1.250 \text{ kg}$

$M_{\text{Total gerada}} = (0 + 1.193,50 + 1.250) - 344,45 = 2.099,05 \text{ kg}$

b) Cálculo da eficiência

% Redução na geração de resíduos sólidos urbanos = Massa total de resíduos reduzida por meio de reutilização e reciclagem / Massa total de resíduos sólidos gerados.

% Redução na geração de resíduos sólidos urbanos = $1.193,50 / 2.099,05 = 56,86\%$.

Pontuação

A pontuação total foi dada pela somatória das pontuações obtidas por cada um dos mecanismos que foram adotados em ações durante o processo. A pontuação final na dimensão “Resíduos Sólidos” foi de 105 (acima de 100) e, portanto, foi considerado apto à certificação, conforme apresentado na tabela 36.

Tabela 36: Pontuação na Dimensão Resíduos Sólidos

PONTUAÇÃO FINAL				
Mecanismo	Submecanismo	Frequência	Pontuação	Total de pontos
Redução (Mobilização e educação ambiental)	Campanha de sensibilização dos Usuários	Permanente	3	10 (Máx)
	Envolvimento da Comunidade	Semestral	1	
	Eventos Comemorativos	Anual	1	
	Produção de Material Educativo	Semestral	1	
	Treinamento de Funcionários	-	0	
Redução (Otimização de processos)	Melhoria na qualidade dos insumos		5	
	Melhoria operacional (impressão frente e verso padrão)			
Reutilização (Reutilização >30% do total de resíduos sólidos)	MRE = 0		0	0
Coleta seletiva (Inorgânicos) – Reciclagem (40% < x >70% do total de resíduos sólidos passíveis de reciclagem)	MRC > 70%		90	90
Coleta seletiva (Orgânicos - compostagem)	MRC < 40%		0	0
Coleta de óleo de cozinha	-		0	0

Pontuação total	100
Cálculo de conformidade (5%)	105
APTO À CERTIFICAÇÃO	

Fonte: CREATO CONSULTORIA E PROJETOS, 2017

Resultado final

O resultado das ações implementadas durante o Plano de Gestão da Sustentabilidade do BDMG obteve redução no consumo de água, energia e na geração de resíduos sólidos urbanos, com os seguintes índices:

- Na dimensão *Água*, houve uma redução de 24,98% no consumo.
- Na dimensão *Energia*, não houve redução no consumo. No entanto, o laudo técnico inclui nos cálculos as ações que foram implementadas anteriormente ao plano, o que resulta em uma redução de 23,96% no consumo.
- Na dimensão *Resíduos*, houve uma redução de 56,86% na geração.

A Proposta Selo BH Sustentável (2017) demonstrou que a situação é favorável nas dimensões “Água”, “Energia” e “Resíduos” para a certificação “Selo BH Sustentável” da edificação do BDMG na classificação Ouro, conforme pontuação final apresentada na tabela 37.

Tabela 37: Pontuação final

DIMENSÃO	PONTUAÇÃO	MÍNIMO	SITUAÇÃO
Água	104,23	100	APTO
Energia	100,64	100	APTO
Resíduos	105	100	APTO

Fonte: CREATO CONSULTORIA E PROJETOS, 2017

ANEXO 3

BENCHMARKING

A abordagem das metodologias de levantamento de dados e de classificação desenvolvidas constam da tese “Avaliação do Consumo de Energia Elétrica de Edificações de Escritório e sua Correlação com as Decisões de Projeto” de Veloso (2017).

Levantamento de dados

Na tese de Veloso (2017), foram feitos levantamentos para definição de uma amostra de 101 edifícios com base nos dados de consumo de energia elétrica, características construtivas e tipos de sistemas de condicionamento.

Para o desenvolvimento do levantamento foram utilizadas as informações e dados da Prefeitura Municipal, IPTU – Imposto sobre a Propriedade Predial e Territorial Urbana, projetos arquitetônicos, Companhia Energética de Minas Gerais, internet e visitas *in loco*.

Através da análise dos projetos arquitetônicos, foram obtidos os dados de área total da edificação, área da torre e das garagens, dentre outros.

Para o cálculo do consumo de energia elétrica exclusivo das torres de escritórios foram subtraídos os consumos das garagens e das áreas comuns. Para tanto, foi feito um levantamento das características do sistema de iluminação instalado e do número de elevadores das edificações da amostra. Para obtenção do consumo de energia elétrica das garagens e dos elevadores foi utilizado o cálculo da potência instalada multiplicada pelo número de horas de uso.

O indicador de desempenho escolhido para a análise de dados da amostra foi o de “Intensidade no Uso de Energia”, que é definido como o consumo de energia medido por área útil, ou seja, kWh/m²/ano.

Metodologia de classificação

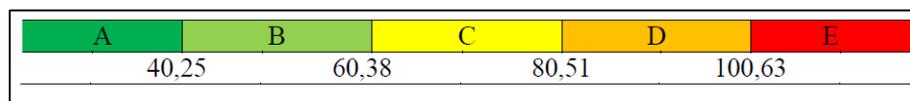
Veloso (2017) propôs uma classificação das torres de escritórios feita com base nos dados de consumo de energia pela área correspondente, com base na metodologia proposta pela EN 15217. Para a utilização da metodologia da EN

15217, foram propostas na tese algumas alterações⁷, já que a norma utiliza parâmetros que ainda não estão definidos no Brasil

A EN 15217:2017 - *Energy performance of buildings - Methods for expressing energy performance and for energy certification of buildings* - é uma norma da União Europeia que define indicadores de desempenho energético e valores de referência, com base em *benchmarking*, para certificação de eficiência energética.

Para calcular a classificação, foi estabelecido o valor de EUIs como sendo o valor da média de consumo de energia elétrica de todas as edificações da amostra (EUIs= 80,82 kWh/m²/ano). A decisão de utilizar a média no valor do EUIs foi a que obteve a melhor distribuição da classificação das torres da amostra, devido à grande variação no consumo anual de energia elétrica por área das torres. Os valores obtidos dos limites de consumo de energia elétrica por área de todas as edificações da amostra estão apresentados na figura 83 e a distribuição em percentuais da classificação pode ser vista no gráfico 26.

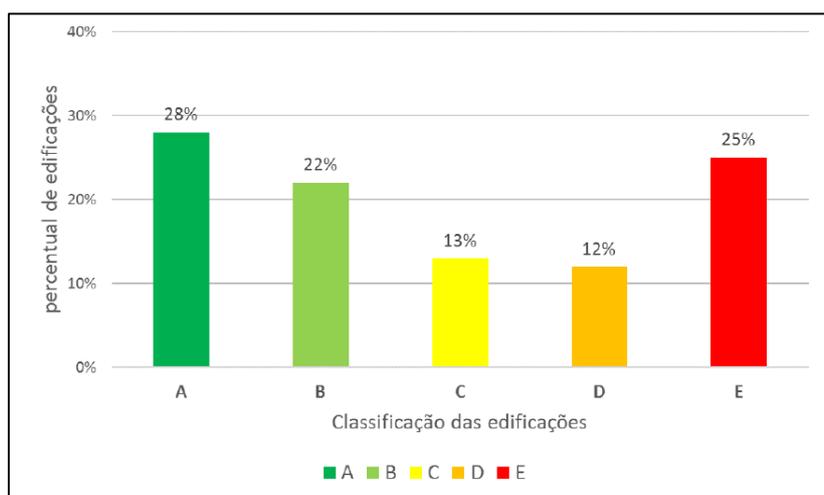
Figura 83: Limites do consumo de energia elétrica por área de todas as edificações da amostra (kWh/m²/ano)



Fonte: VELOSO, 2017

⁷ Alterações propostas na tese de Veloso (2017): a) O “valor de consumo de energia típico das edificações - EUIR”, foi definido em 0,50, em referência ao potencial de redução no consumo de eletricidade de aproximadamente 50%, cuja meta foi estabelecida pelo Plano Nacional de Eficiência Energética (Brasil, 2007). b) Os níveis de eficiência foram estabelecidos conforme o Regulamento Técnico da Qualidade para Edifícios Comerciais de Serviços e Públicos (BRASIL,2010), que variam de A a E. c) O “valor de referência do parque imobiliário - EUIs”, no caso dos limites estabelecidos para Belo Horizonte - MG, adotou-se uma escala de A a E, para que esta estivesse de acordo com o sistema de classificação do Programa Brasileiro de Etiquetagem. Neste caso, o valor de referência do parque imobiliário passou a ter seu valor limite estabelecido entre as classificações C e D, sem os limites extremos de A e E.

Gráfico 26: Porcentagem de todas as edificações por classificação

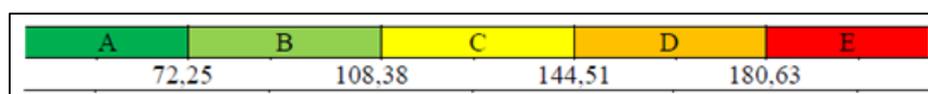


Fonte: VELOSO, 2017

Outra análise foi feita para verificar as variações no consumo anual de energia elétrica por área das torres em relação ao modo de condicionamento de ar da edificação. Assim, foi apresentada outra proposta para classificação por tipologia das edificações: TC (edifícios totalmente condicionados), MM (edifícios com condicionamento de modo misto) e NC (edifícios não condicionados - naturalmente ventilados).

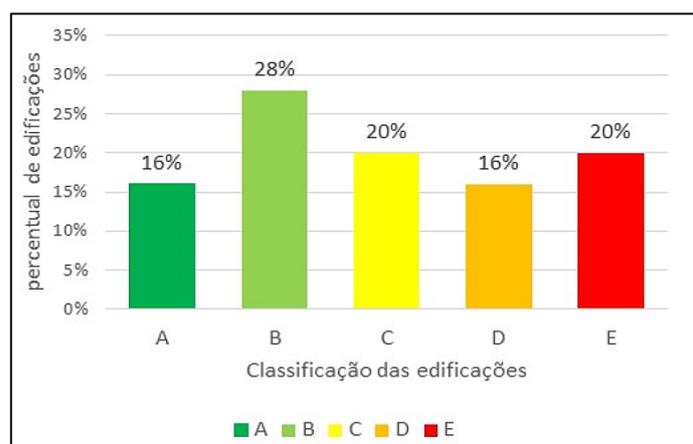
a) Totalmente condicionadas (TC): o consumo anual de energia elétrica por área das torres variou de 21,98 a 444,53 kWh/m²/ano. A média desta amostra é de 144,51 kWh/m²/ano. Os valores obtidos dos limites de consumo de energia elétrica por área de edificações totalmente condicionadas (TC) da amostra estão apresentados na figura 84 e a distribuição em percentuais da classificação pode ser vista no gráfico 27.

Figura 84: Limites do consumo de energia elétrica por área de edificações totalmente condicionadas (kWh/m²/ano)



Fonte: VELOSO, 2017

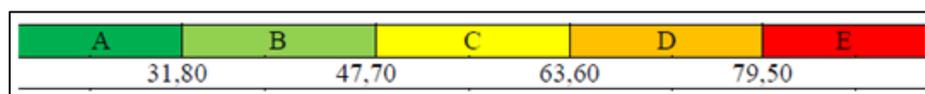
Gráfico 27: Porcentagem de edificações totalmente condicionadas



Fonte: VELOSO, 2017

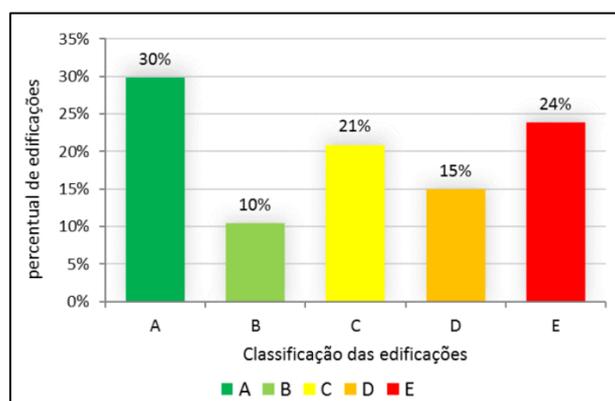
b) Modo misto de condicionamento de ar (MM): o consumo anual de energia elétrica por área das torres variou de 2,57 a 216,21 kWh/m²/ano. A média desta amostra foi de 61,93 kWh/m²/ano. Os valores obtidos dos limites de consumo de energia elétrica por área de edificações com modo misto de condicionamento de ar (MM) da amostra estão apresentados na figura 85 e a distribuição em percentuais da classificação pode ser vista no gráfico 28.

Figura 85: Limites do consumo de energia elétrica por área de edificações com modo misto de condicionamento de ar (kWh/m²/ano)



Fonte: VELOSO, 2017

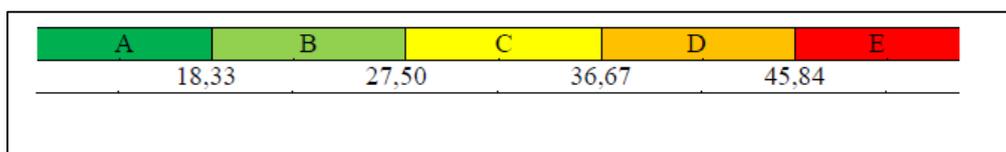
Gráfico 28: Porcentagem de edificações com modo misto de condicionamento de ar



Fonte: VELOSO, 2017

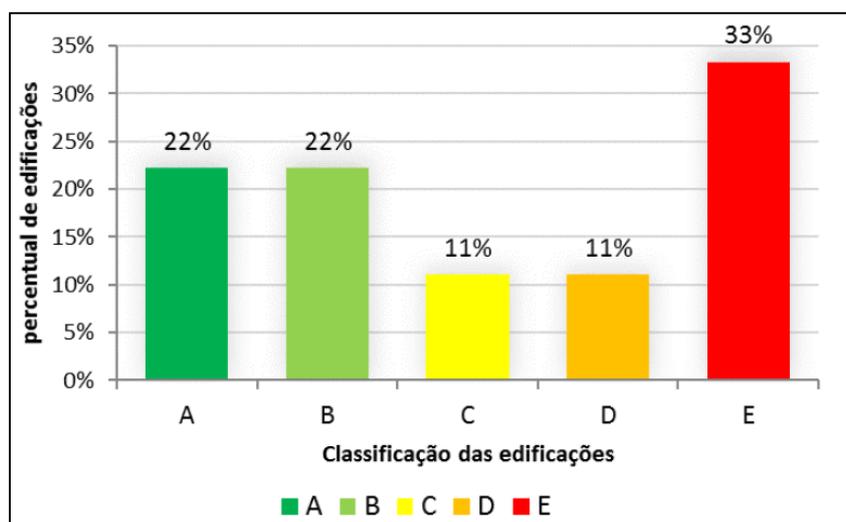
c) Não condicionados (NC): o consumo anual de energia elétrica por área das torres destas variou de 10,09 a 75,84 kWh/m²/ano. A figura 86 e o gráfico 29 apresentam, respectivamente, os valores obtidos dos limites de consumo de energia elétrica por área de edificações não condicionadas (NC) e a distribuição em percentuais da classificação.

Figura 86: Limites do consumo de energia elétrica por área de edificações sem condicionamento de ar (kWh/m²/ano)



Fonte: VELOSO, 2017

Gráfico 29: Porcentagem e edificações sem condicionamento de ar



Fonte: VELOSO, 2017