

DEO

DESEMPENHO
ENERGÉTICO
OPERACIONAL
EM EDIFICAÇÕES

Relatório executivo geral consolidado

Assessoria DEO e PCU

2020



RELATÓRIO CONSOLIDADO DE ASSESSORIA

Elaborado por:

mitsidi
PROJETOS

Autores: Eduardo Sabino
Rosane Fukuoka
Marcelo Favilla
Bruno Marcos
Pedro Paulo Fernandes
Alexandre Schinazi

Para: Procel/Eletrobras

Projeto: DEO – Eficiência Energética em Edificações – ECE-DAS-3925/2018

Coordenação: Alexandre Schinazi

Setembro/2020



SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	3
1.1 Processo e escopo.....	3
1.2 Avaliação do consumo específico	4
1.3 <i>Breakdown</i> do Consumo de Energia Elétrica.....	6
1.4 Medidas de eficiência e gestão energética identificadas	9
1.5 Economias em custo e consumo	11
CONSIDERAÇÕES FINAIS	20

1. INTRODUÇÃO

O relatório consolidado de assessorias se insere dentro de um contexto mais amplo, como parte do Projeto de Desempenho Energético Operacional (DEO), cujo objetivo é disseminar a importância da realização de diagnósticos energéticos e de conforto em edificações comerciais no Brasil, bem como transmitir conhecimento e ferramentas para que empresas de gestão predial possam realizar os diagnósticos em seus edifícios, ajudando a difundir essa prática essencial para a redução do consumo de energia no país.

A atual etapa deste projeto envolve a fase de Assessoria técnica para as 2 empresas de *Facilities* beneficiárias do projeto: Grupo Orion e Auxiliadora Predial. O objetivo da assessoria é orientar a equipe técnica da empresa de *facilities* predial para conduzir adequadamente todas as fases de diagnóstico de energia e avaliação da percepção de conforto do usuário.

Este relatório é parte integrante do item 3.2 do edital (Relatório geral consolidado apresentando os DEOs assessorados, destacando a efficientização prevista), produto 15 da planilha de preços (Relatório executivo geral consolidado Assessoria DEO e avaliação da percepção de conforto do usuário).

1.1 PROCESSO E ESCOPO

Como parte do processo de assessoria foram selecionados 2 edifícios de cada empresa. Do Grupo Orion foi escolhido o edifício da Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (CAESB) e o Conselho Nacional do Ministério Público (CNMP) e da Auxiliadora Predial foram escolhidas as torres Corporate do Trend City Ipiranga e Trend Nova Carlos Gomes.

O Grupo Orion fez as assessorias em 2019 e conseguiu analisar o edifício inteiro, já a Auxiliadora Predial teve que fazer as análises apenas das áreas comuns das torres comerciais, devido à época de pandemia (julho de 2020) e dificuldade de autorizações dos locatários. A tabela a seguir, resume as características dos edifícios analisados:

Tabela 1. Dados dos edifícios assessorados.

	CNMP	CAESB	Trend City Ipiranga	Trend Nova Carlos Gomes
Período realizado	Abril de 2019	Setembro de 2019	Julho 2020 (durante covid 19)	Julho 2020 (durante covid 19)
Localização	Brasília - DF	Brasília - DF	Porto Alegre - RS	Porto Alegre - RS
Área total	5.082 m ²	12.326 m ²	14.087 m ²	20.471 m ²

	CNMP	CAESB	Trend City Ipiranga	Trend Nova Carlos Gomes
Ano de construção	2012	2005	2015	2016
Tipo de uso	Escritório	Escritório	Escritório	Escritório
Tipo de Usuários	Público, monousuário	Público, monousuário	Privado, multilocatário	Privado, multilocatário
Equipe envolvida	Mitsidi: Arq. Rosane e Eng. Bruno Marcos. Orion: Eng ^a Mariana Esteves, João Castro, Eng. Raphael Silva, Eng. Marcelo Costa e Eng. Guilherme Santos.	Mitsidi: Eng. Bruno Marcos e Rosane Fukuoka. Orion: Luma Costa e Eng. Victor Souza.	Mitsidi: Eng. Pedro Fernandes e Rosane Fukuoka. Auxiliadora: Arq. André Peralta Eng ^a Juliana Conceição	Mitsidi: Eng. Pedro Fernandes e Rosane Fukuoka. Auxiliadora: Arq. André Peralta Eng ^a Juliana Conceição
Áreas analisadas	Edifício inteiro	Edifício inteiro	Apenas áreas comuns	Apenas áreas comuns
Quantidade de respostas da pesquisa de conforto	133 respostas da pesquisa em papel (76% da amostra de 175 pessoas)	79 respostas online (12% da amostra de 679 pessoas)	4 respostas online (5% da amostra de 88 pessoas)	8 respostas online (15% da amostra de 56 pessoas)

Por essa tabela, percebe-se que as assessorias realizadas pelo Grupo Orion foram mais completas e tiveram mais pessoas envolvidas no processo. Já no caso da Auxiliadora predial, houve pouca equipe para a realização dos trabalhos, mas foi analisada uma área consideravelmente menor (somente as áreas comuns). Em termos de pesquisa de conforto, a taxa de respostas teve variação de 5% a 15% nos edifícios da Auxiliadora Predial e 12% a 76% nos edifícios do Grupo Orion.

1.2 AVALIAÇÃO DO CONSUMO ESPECÍFICO

O consumo específico é um importante indicador do grau de eficiência energética de uma edificação. Antes de se realizar o diagnóstico energético das edificações, o grau de eficiência dos edifícios, no caso dos diagnósticos realizados pela Auxiliadora predial, foi avaliado através da ferramenta de *Benchmarking* de energia desenvolvida pelo CBCS para edifícios públicos e corporativos, que utiliza o indicador *Energy Use Intensity* (EUI), mensurado em kWh/m²/ano. Já no caso dos diagnósticos realizados pela Orion, os dados foram inseridos em uma planilha que simula o *benchmarking* de

edifícios, devido ao fato de que na época da execução do relatório a página de *benchmarking* de edifícios públicos estava fora do ar, o que não acarretou perdas consideráveis para a comparação.

A plataforma de *benchmarking* permite avaliar o comportamento do consumo energético de edifícios em diferentes condições e situações, de forma que seja possível entender os impactos de fatores externos e fatores de ocupação no seu desempenho.

No caso dos edifícios administrados pela Auxiliadora predial, por se tratarem de edificações com múltiplos locatários, a análise de eficiência energética foi feita sobre as áreas condominiais, áreas técnicas e estacionamento.

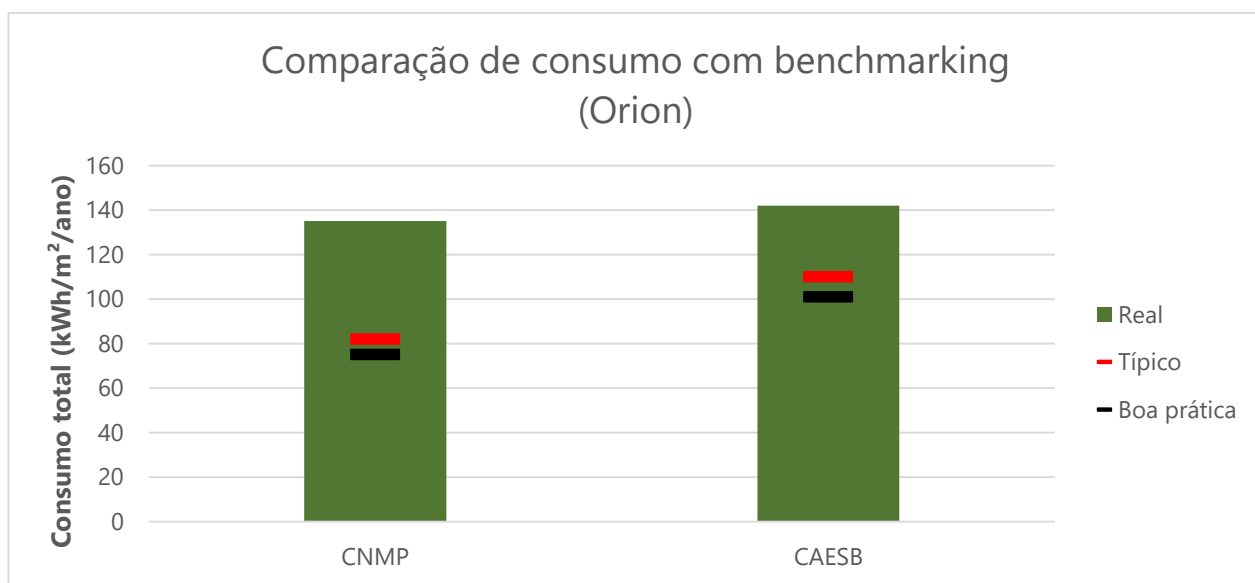


Figura 1. Comparação de EUI dos 2 edifícios administrados pela Orion.

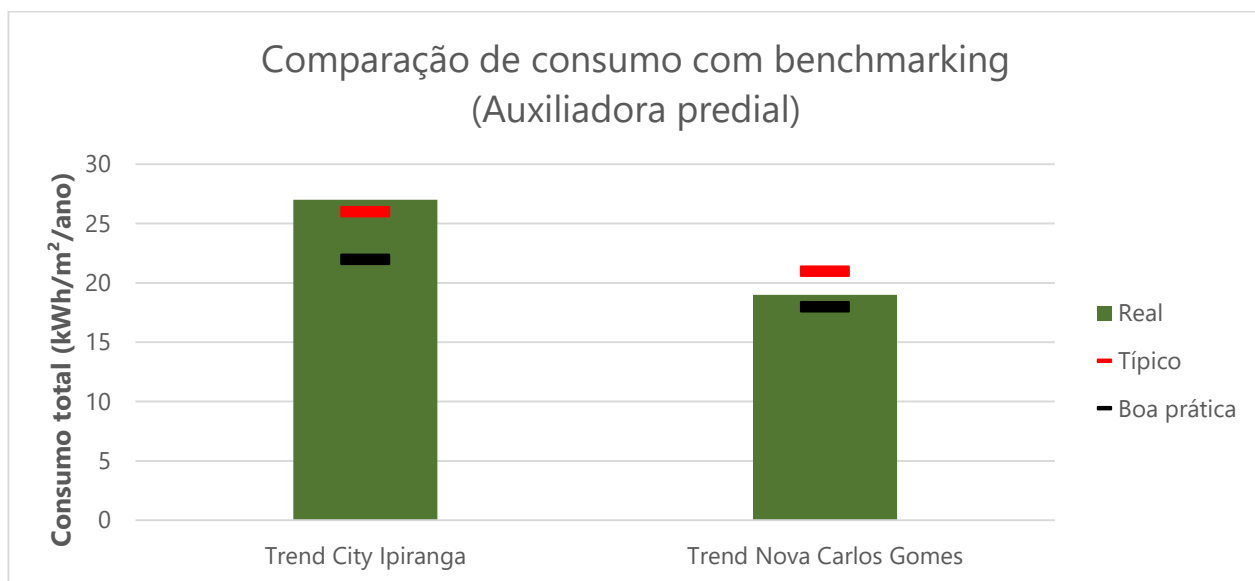


Figura 2. Comparação de EUI dos 2 edifícios administrados pela Auxiliadora predial.

Tabela 2. Resultados de consumo específico por edifício com o ano de construção.

Empresa		Orion		Auxiliadora predial	
Edificações		CNMP	CAESB	Trend City Ipiranga	Trend Nova Carlos Gomes
Ano de construção		2012	2005	2015	2016
Consumo específico de energia (kWh/m ² /ano)	Real	135	142	27	19
	Típico	82	110	26	21
	Boa prática	75	101	22	18

A partir do gráfico é possível perceber que cada edificação possui o seu nível típico e de boas práticas de consumo na ferramenta de *benchmarking*. Todos os edifícios avaliados possuem grande potencial de eficiência energética e 3 deles foram classificados como “Ineficientes” (CNMP, CAESB e Trend City Ipiranga) se comparados ao nível típico de consumo de outras edificações de mesma categoria, em nível nacional. Os edifícios mais próximos do nível “típico” e “boas práticas” foram os edifícios administrados pela Auxiliadora predial.

Os edifícios classificados como mais ineficientes foram os edifícios geridos pela Orion. Esses edifícios possuem grande potencial de redução do consumo através de ações no sistema de ar condicionado, tanto em termos de projeto, como operação. No caso do CNMP, a refrigeração (*chillers*, compressores, etc) representa 31% do consumo por uso final, já no CAESB, o sistema de ar condicionado é responsável por 36% do consumo por uso final.

É interessante observar que a idade da edificação teve correlação direta com o nível de eficiência energética alcançada pelo edifício, como podemos notar, através da análise do edifício Trend Nova Carlos Gomes, o mais novo da amostra, que está abaixo nível típico de consumo. É também importante ressaltar a existência de outros fatores como operação, manutenção e *retrofit*, que também influenciam no desempenho das edificações.

1.3 BREAKDOWN DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA

O consumo total de energia elétrica por uso final é apresentado nas Figuras 3 e 4, sendo que o uso classificado de “outros” inclui usos menos relevantes como: exaustão de ar, elevadores, bombeamento de água, cargas de cozinha e cargas do sistema ininterrupto de energia (baterias, *no-breaks*, etc.).

O edifício CAESB apresenta o maior consumo de energia entre as edificações sendo o sistema de ar condicionado e ventilação o uso final mais representativo com 47% de todo consumo de energia, seguido pelas cargas de tomada, com 30% do total. Em todos os outros edifícios, o sistema de

climatização, representado pela refrigeração, rejeição de calor e ventilação, também apresenta o maior consumo entre os usos finais.

Os edifícios com menor consumo são os edifícios Trend City Ipiranga e Trend Nova Carlos Gomes, ambos com representação do sistema de condicionamento acima de 40 %.

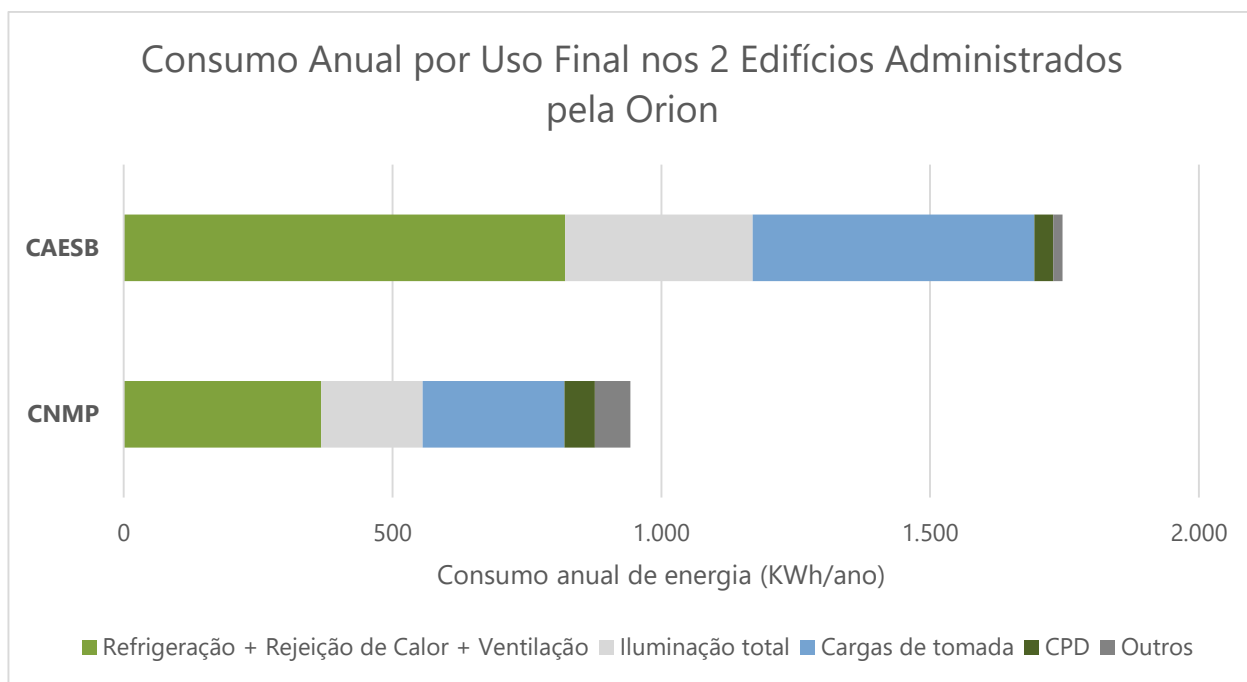


Figura 3. Consumo anual total dos tipos de uso final nos 2 edifícios administrados pela Orion.

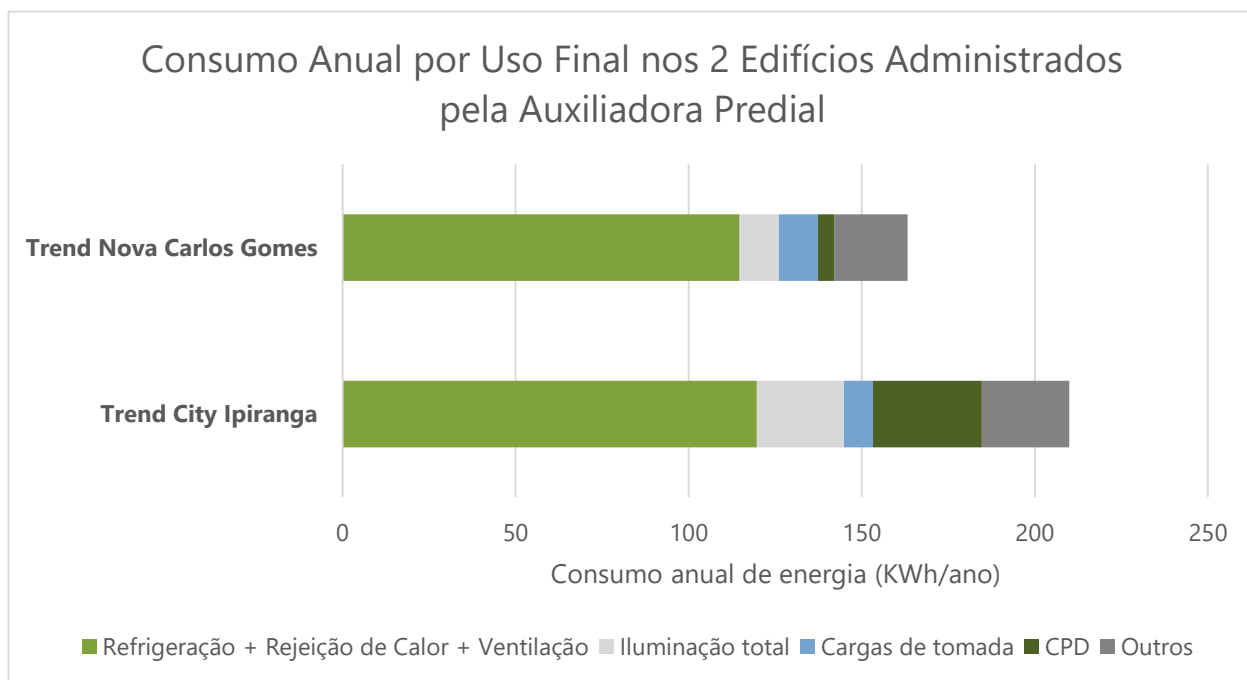


Figura 4. Consumo anual total dos tipos de uso final nos 2 edifícios administrados pela Auxiliadora predial.

Normalizando os dados das Figuras 3 e 4 de acordo com a área útil total dos edifícios, ou seja, dividindo o consumo de energia de cada edifício por sua área útil, têm-se as Figuras 5 e 6. Percebe-se que o edifício CNMP ultrapassa o edifício CAESB, caracterizando-se como o edifício com maior consumo por m², o segundo edifício que mais consome passa a ser o edifício CAESB.

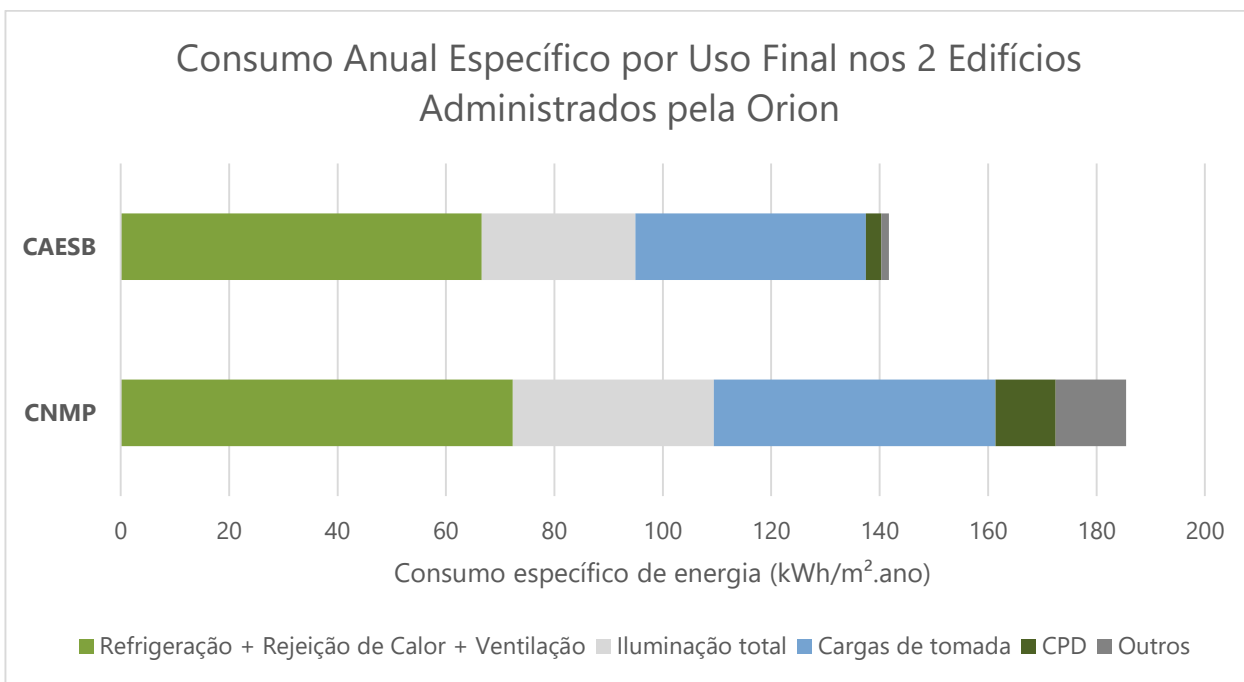


Figura 5. Consumo específico total dos tipos de uso final pela área total dos 2 edifícios administrados pela Orion.

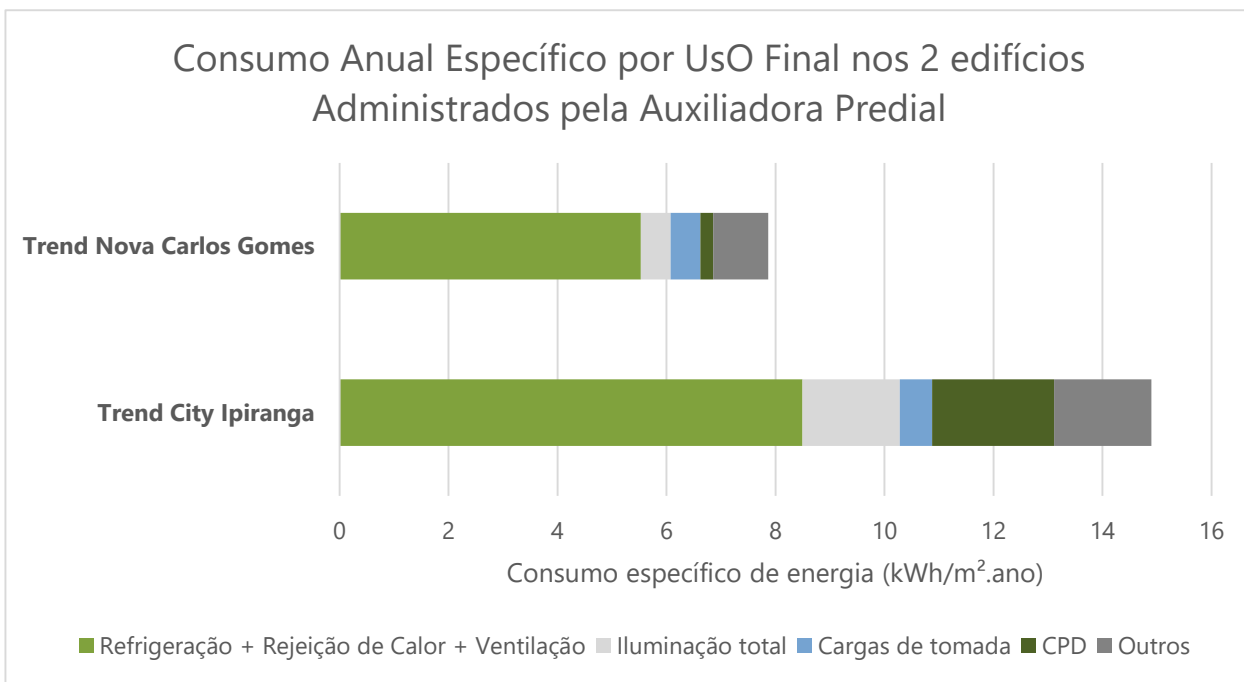


Figura 6. Consumo específico total dos tipos de uso final pela área total dos 2 edifícios administrados pela Orion.

Sintetizando os consumos anuais, obtêm-se a Figura 7. Verifica-se que nesses edifícios o sistema de climatização corresponde a 53% do consumo total, seguido por cargas de tomada, com 17% e iluminação total, com 15%.

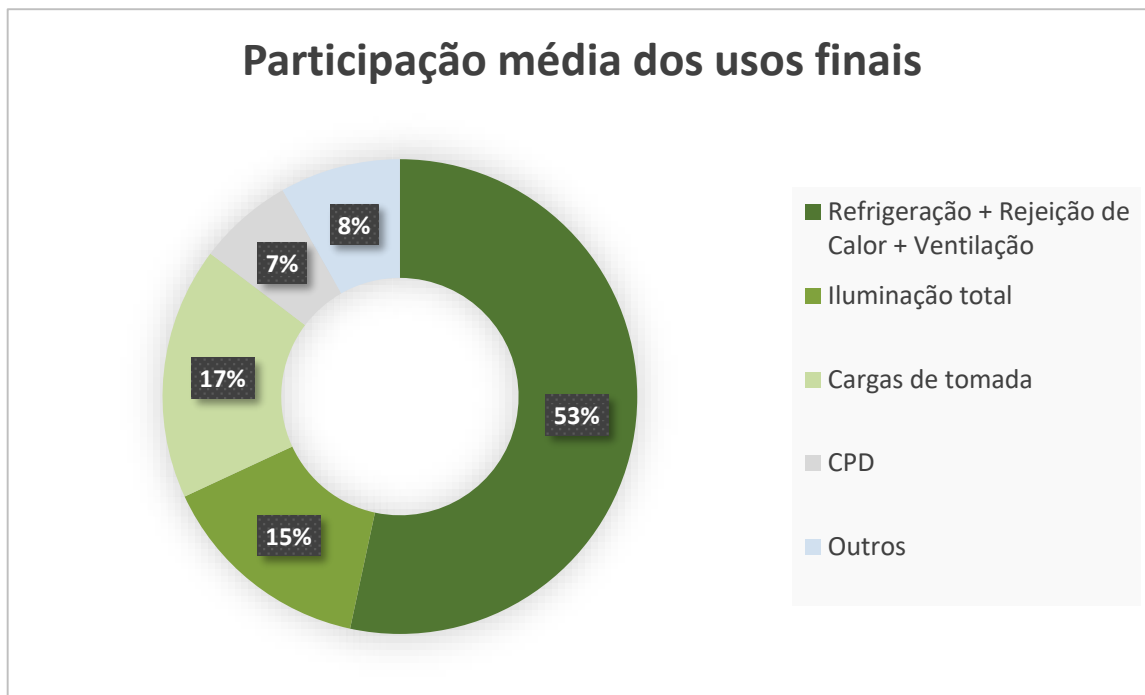


Figura 7. Participação dos usos finais.

1.4 MEDIDAS DE EFICIÊNCIA E GESTÃO ENERGÉTICA IDENTIFICADAS

Ao todo foram encontradas 31 medidas de energia nos 4 edifícios avaliados. Nos edifícios CNMP e CAESB, administrados pela Orion, foram identificadas 6 e 9 medidas, respectivamente. Já nos edifícios Trend City Ipiranga e Trend Nova Carlos Gomes, administrados pela Auxiliadora predial, foram identificadas 9 e 7 medidas, respectivamente.

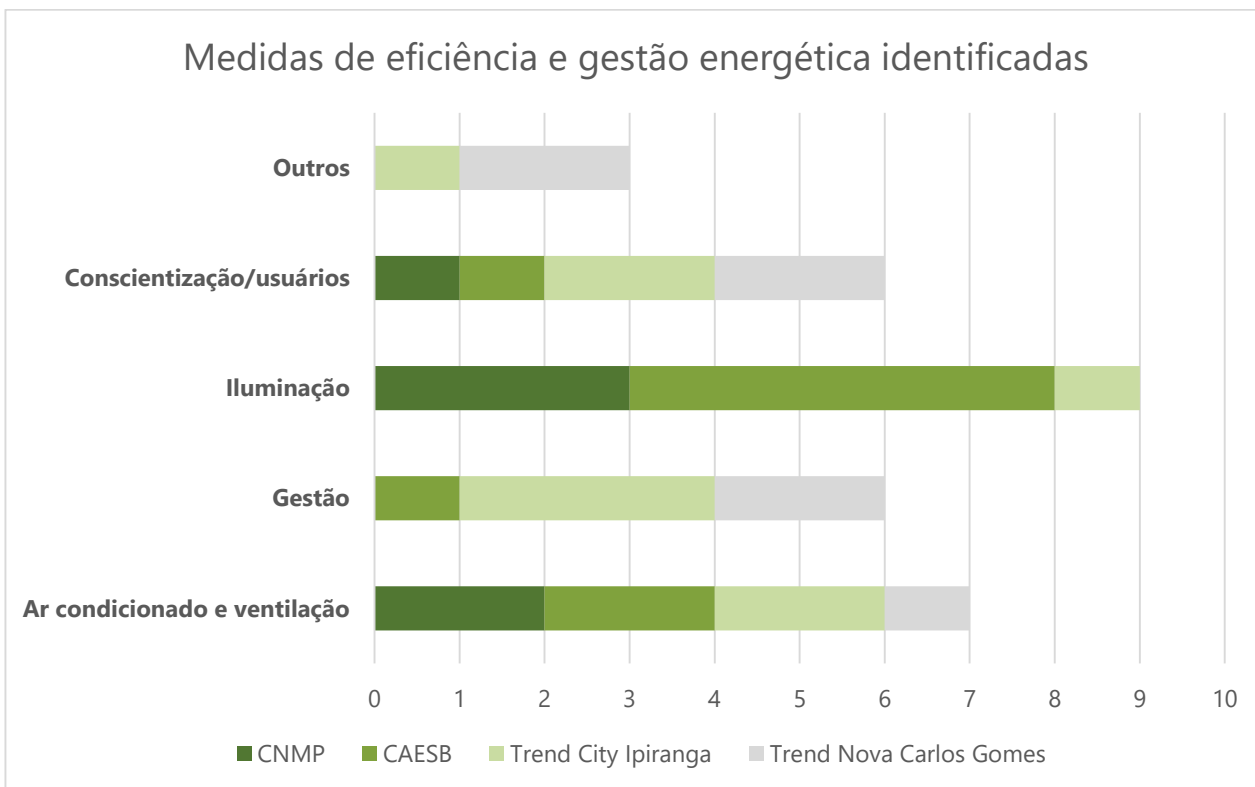


Figura 8. Quantidade de medidas encontradas nos 4 edifícios.

Os resultados do diagnóstico mostraram que a maior parte das medidas de eficiência e gestão energética (29%) foram relacionadas à Iluminação, cujas recomendações foram: instalação de sensores de presença, divisão dos circuitos de iluminação para aproveitamento da luz natural, substituir lâmpadas fluorescentes por LED e otimização do horário de ligação e desligamento da iluminação

A segunda medida mais encontrada (22,5%) foi relacionada a medidas no sistema de ar condicionado e ventilação. Medidas como a troca de *splits*, ajustes nos horários de operação do *chiller* e dos *fancoils*, parametrização do variador de frequência das bombas de água gelada secundárias e dos *fancoils* foram as mais utilizadas.

Já a terceira medida foi relacionada à conscientização de usuários, cujas recomendações foram: desligamentos corretos dos equipamentos de escritório e recomendações de boas práticas aos usuários.

Medidas relacionadas à gestão também foram frequentes nos edifícios, como a alteração da demanda contratada, política de compras e troca para equipamentos energeticamente eficientes e manter a gestão predial de energia e equipes de manutenção local no edifício. Outras medidas identificadas foram sobre estratégia operacional e geração de energia fotovoltaica.

Como conclusão desta etapa de trabalho, percebe-se que o maior desafio das edificações ainda continua sendo a operação do ar condicionado, principalmente em sistemas centrais e que ainda não há um gestor predial voltado às atividades de gestão de energia.

As medidas de eficiência energética e de gestão de energia foram distribuídas entre zero custo, caracterizadas por investimentos de zero a R\$ 1000 para a implantação, baixo custo, variando de R\$ 1001 a R\$ 10.000 e médio e alto custo, que são medidas que apresentam um custo de investimento acima de R\$ 10.000.

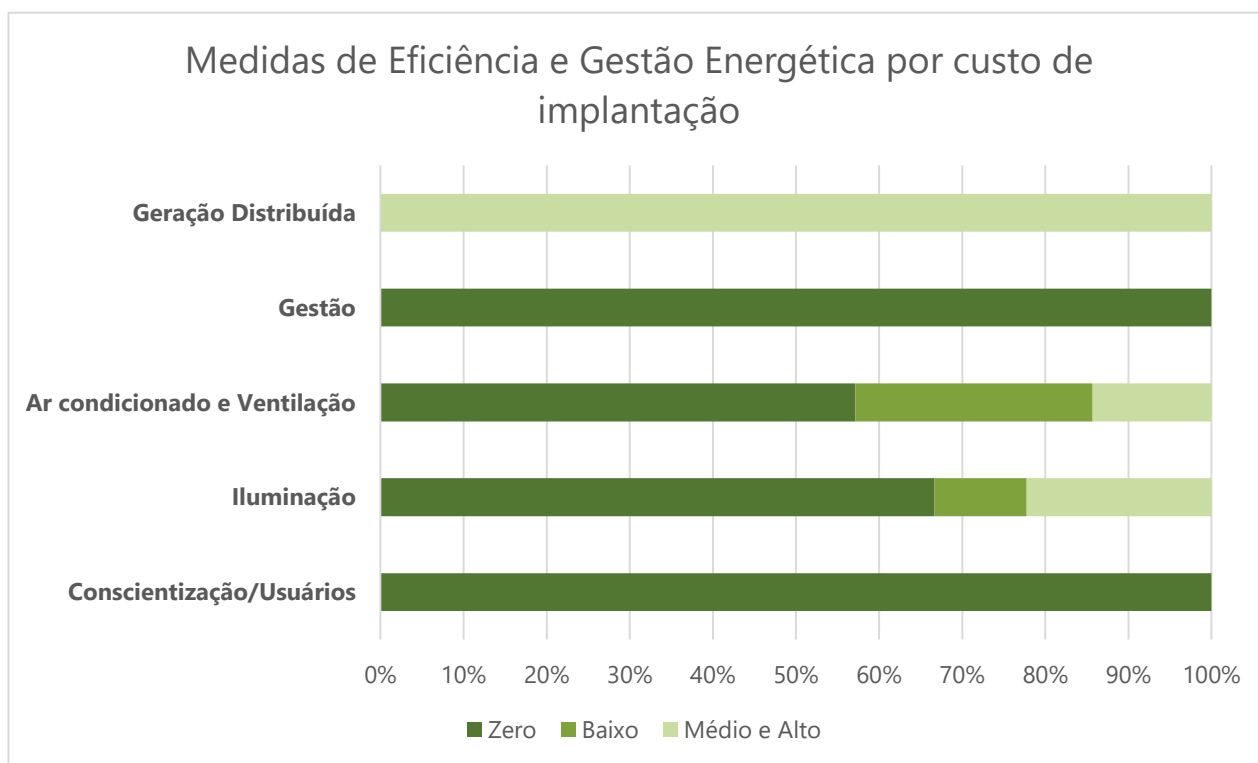


Figura 9. Distribuição das medidas de eficiência energética e gestão energética por custo de implantação.

1.5 ECONOMIAS EM CUSTO E CONSUMO

Em relação as economias em custo e em consumo, como podemos ver nas Figuras 10 e 11 abaixo, nos edifícios CNMP e CAESB, administrados pela Orion, foram identificados um potencial de economia de R\$ 73.166,56 e R\$ 177.963,90 e de 18.311,82 kWh/ano e 35.686,18 kWh/ano, respectivamente. No edifício CNMP, o sistema de ar-condicionado é responsável pelo maior potencial de economia (em custo - R\$ 60.429,80; em consumo – 75.636,99 kWh/ano), já no CAESB o sistema de iluminação tem maior potencial de economia (em custo - R\$ 85.102,04; em consumo – 94.667 kWh/ano).

Nos edifícios Trend City Ipiranga e Trend Nova Carlos Gomes, administrados pela Auxiliadora predial, foram identificados um potencial de economia de R\$ 148.163,46 e R\$ 130.611 e de 36.137 kWh/ano e

33.056,40 kWh/ano, respectivamente. No edifício Trend City Ipiranga, o sistema de ar-condicionado é responsável pelo maior potencial de economia (em custo - R\$ 60.429,80; em consumo – 75.636,99 kWh/ano), já no CAESB o sistema de iluminação tem maior potencial de economia (em custo - R\$ 85.102,04; em consumo – 94.667 kWh/ano).

O edifício com maior potencial de economia em custo e em consumo, não contabilizando as economias decorrentes da implantação de um sistema fotovoltaico, é o CAESB, com valores, aproximadamente, 2,5 vezes maiores se comparado a economia em custo do edifício CNMP e 2 vezes maior se comparado a economia em consumo.

É importante ressaltar que a geração fotovoltaica, medida proposta para os edifícios Trend City Ipiranga e Trend Nova Carlos Gomes, não pode ser caracterizada como uma medida de eficiência energética. Conclui-se que, analisadas somente as medidas de eficiência, os edifícios administrados pela Orion apresentam medidas mais significativas em economias.

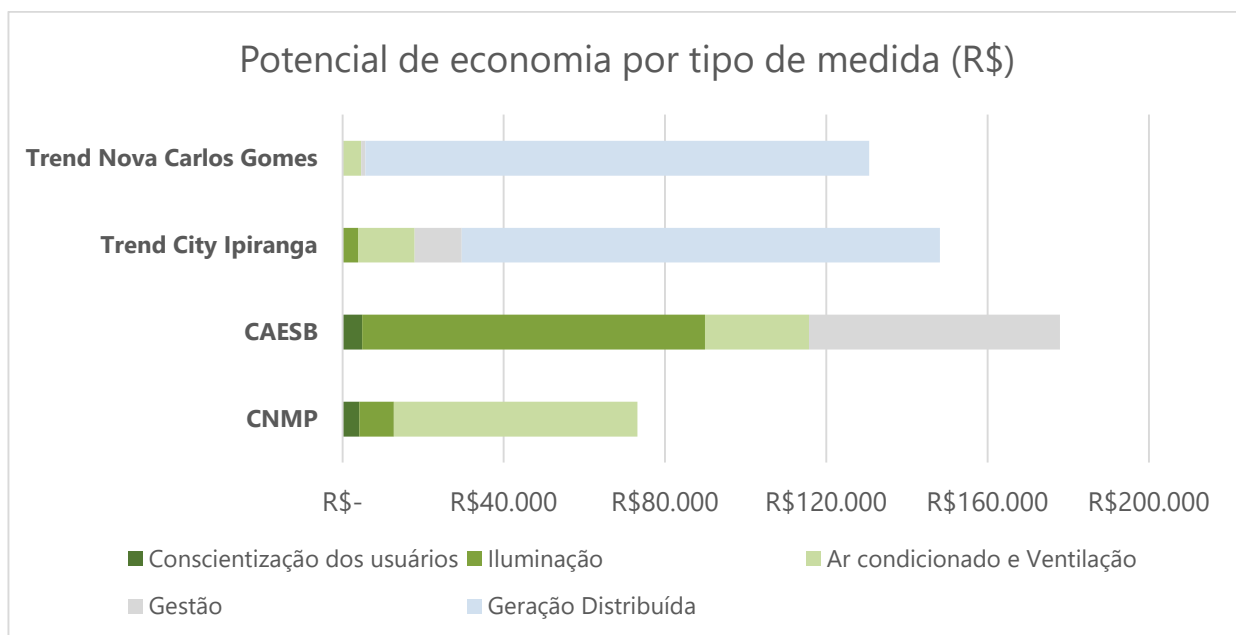


Figura 10. Potencial de economia por tipo de medida (R\$)

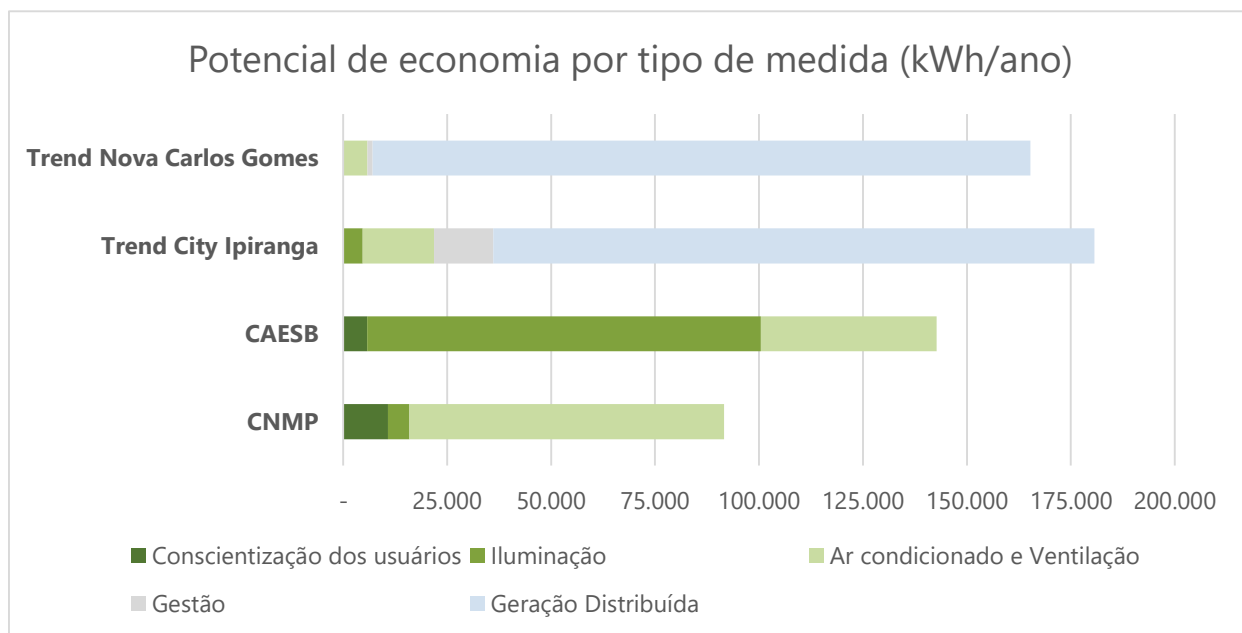


Figura 11. Potencial de economia por tipo de medida (kWh/ano)

1.6 CONFORTO DOS USUÁRIOS

A maior média obtida entre os edifícios em relação às condições do ar interno em períodos frios, em geral, foi do edifício Trend City Carlos Gomes, no qual 75% dos respondentes mostraram satisfação quanto à temperatura interna. As piores médias foram atribuídas aos edifícios CNMP e CAESB, com índice de insatisfação de 45% e 44% respectivamente, a avaliação de ambos mostrou que há uma percepção de que a temperatura interna tende a ser variável, e, predominantemente, fria ou muito fria.

Em relação às condições do ar interno em períodos quentes, em geral, as maiores médias obtidas foram dos edifícios administrados pela Auxiliadora predial, nos quais, para os respondentes, a temperatura interna é adequada, com tendência a quente. Cabe ainda ressaltar que nestes edifícios há elevados índices de insatisfação quanto à renovação de ar e a presença de odores. A menor média obtida foi do edifício CAESB, com índice de insatisfação de 51% quanto à temperatura interna. Para grande parte dos respondentes a temperatura é quente e também há elevados índices de insatisfação quanto à movimentação do ar interno e umidade do ar, visto isso, é recomendado verificar se existe algum problema no balanceamento do sistema AVAC e se a renovação do ar está funcionando adequadamente.

A maior média registrada em relação ao nível de barulho, de modo geral, foi do edifício Trend City Center com grande percentual de satisfação (100%), no qual o barulho de outros colegas foi apontado como a principal fonte de ruídos e insatisfação (75%). O edifício com a menor

média foi o CAESB, com índice de insatisfação de 49%, no qual o barulho do exterior foi apontado como a principal fonte de ruídos, além disso, grande parte dos respondentes (59%) disseram sofrer com interrupções indesejadas.

Já em relação à iluminação, em geral, o edifício com a melhor média foi o Trend City Carlos Gomes, com índice de 100% de satisfação. Cabe destacar que, quanto a iluminação artificial, 38% dos respondentes mostraram-se satisfeitos com a mesma, demonstrando que há uma percepção de que esta é insuficiente. O edifício com a menor média foi o CAESB, com 78% de satisfação, neste caso, ao contrário do que ocorre no Trend City Carlos Gomes, para a parte dos respondentes (44%) a iluminação artificial é exagerada, com presença significativa de ofuscamento (21% de insatisfação).

Quanto ao impacto do edifício sobre a saúde individual, o edifício com maior média é o Trend City Center, no qual, para a maior parte dos respondentes (75%), o edifício tem influência positiva sobre a sua saúde, o aspecto majoritariamente citado que influencia a saúde negativamente foi o barulho. O edifício com a menor média foi o CAESB, no qual, para a maior parte dos respondentes (51%), o edifício tem influência negativa sobre a sua saúde, a temperatura interna fria, a falta de limpeza dos filtros e placas de piso e a falta de conforto das cadeiras foram citados como fatores que geram insatisfação aos usuários.

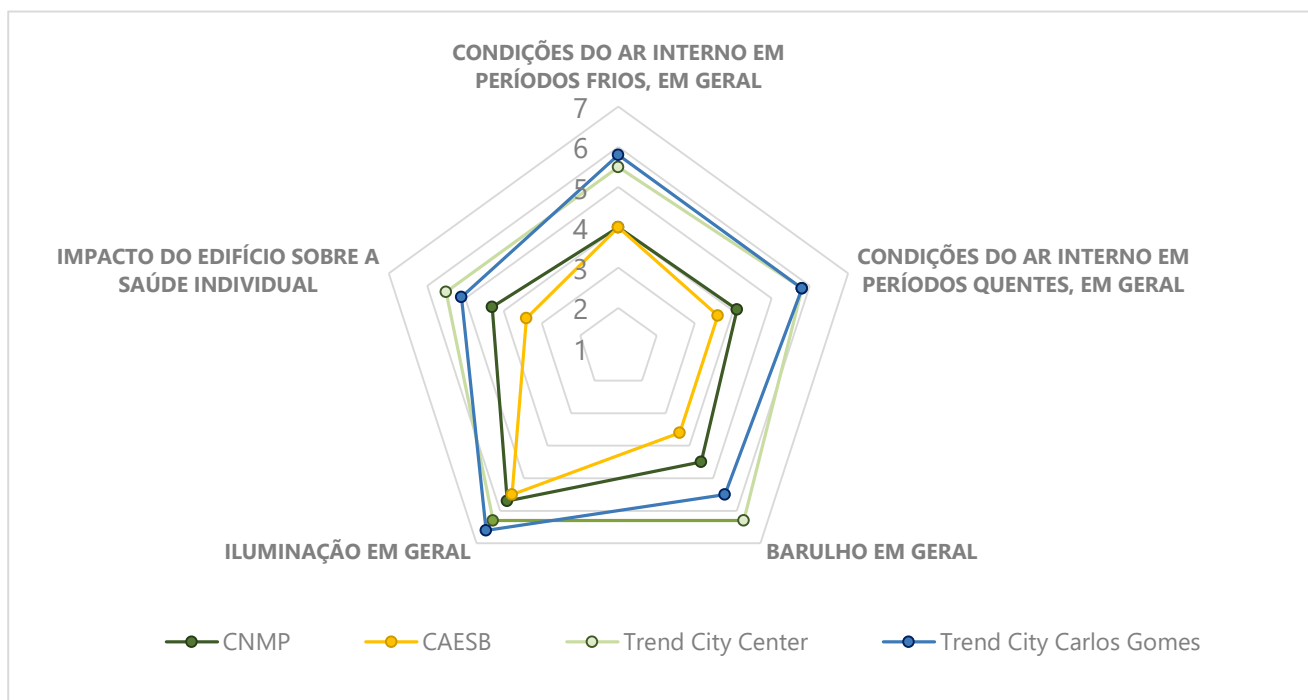


Tabela 3. Potencial de economia por tipo de medida (kWh/ano)

	CNMP	CAESB	Trend City Center	Trend Nova Carlos Gomes
CONDIÇÕES DO AR INTERNO EM PERÍODOS FRIOS, EM GERAL	4,0	4,0	5,5	5,8
CONDIÇÕES DO AR INTERNO EM PERÍODOS QUENTES, EM GERAL	4,1	3,6	5,8	5,8
BARULHO EM GERAL	4,5	3,6	6,3	5,5
ILUMINAÇÃO EM GERAL	5,7	5,5	6,3	6,6
IMPACTO DO EDIFÍCIO SOBRE A SAÚDE INDIVIDUAL	4,3	3,4	5,5	5,1

Tabela 3. Notas médias de conforto atribuídas pelos usuários.

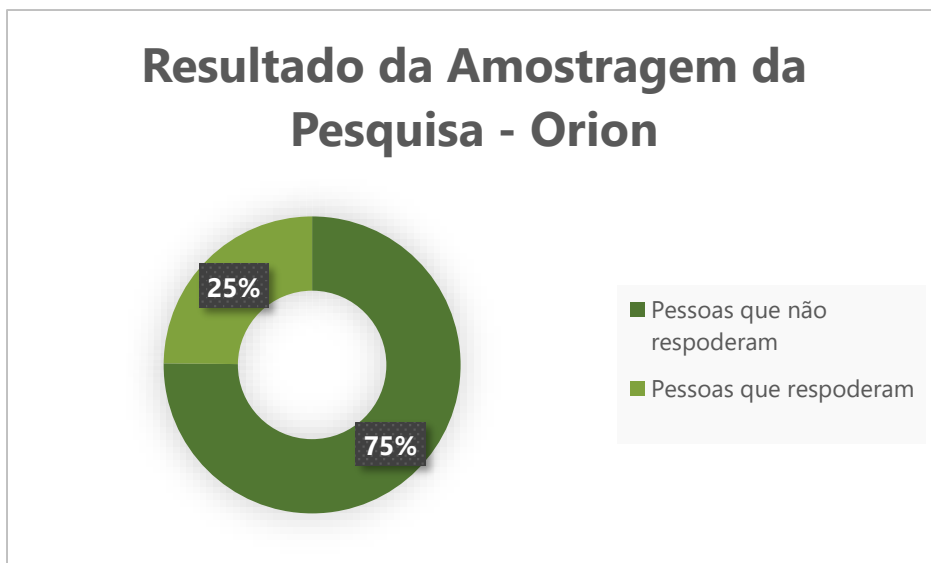


Figura 12. Resultado da amostragem da pesquisa (Orion).

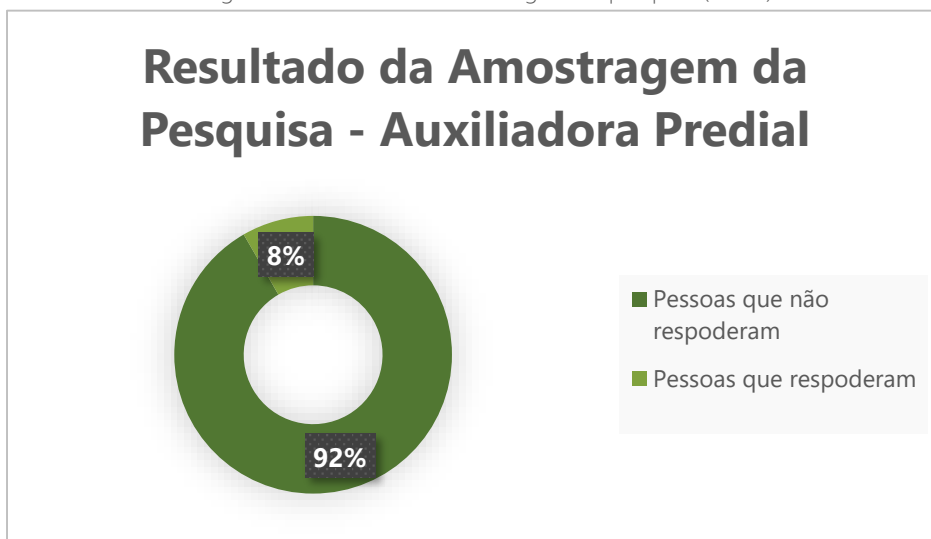


Figura 12. Resultado da amostragem da pesquisa (Auxiliadora predial).

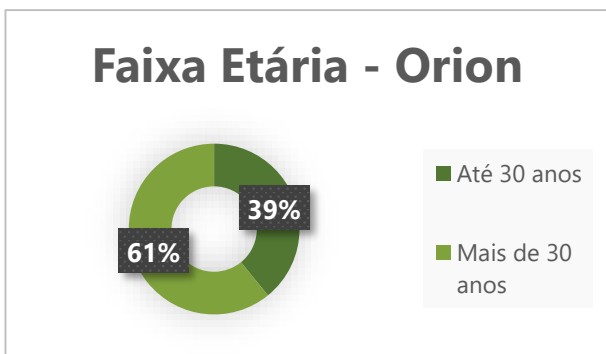


Figura 13. Resultado da amostragem da pesquisa.

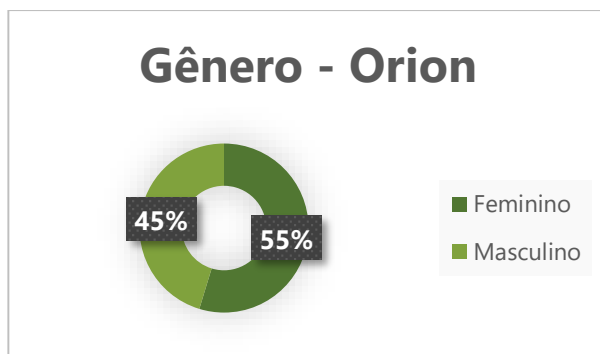


Figura 14. Resultado da amostragem da pesquisa.

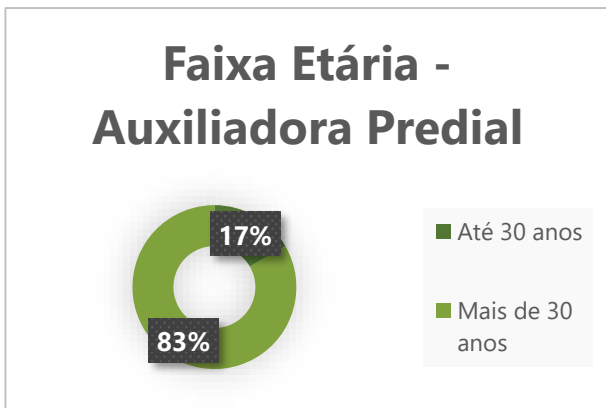


Figura 15. Resultado da amostragem da pesquisa.

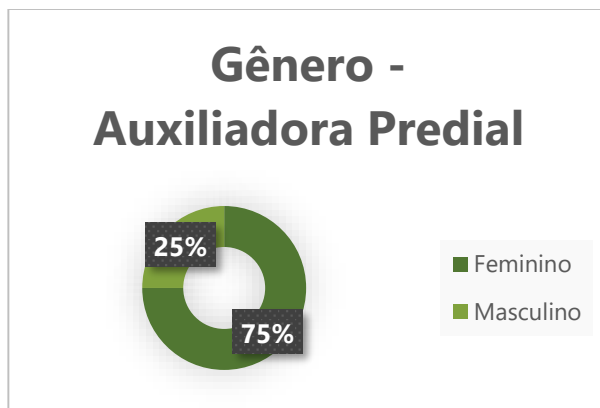


Figura 16. Resultado da amostragem da pesquisa

Ao todo foram encontradas 17 medidas de conforto nos 4 edifícios avaliados. Nos edifícios CNMP e CAESB, administrados pela Orion, foram identificadas 6 e 4 medidas, respectivamente. Já nos edifícios Trend City Ipiranga e Trend Nova Carlos Gomes, administrados pela Auxiliadora predial, foram identificadas 3 e 4 medidas, respectivamente.

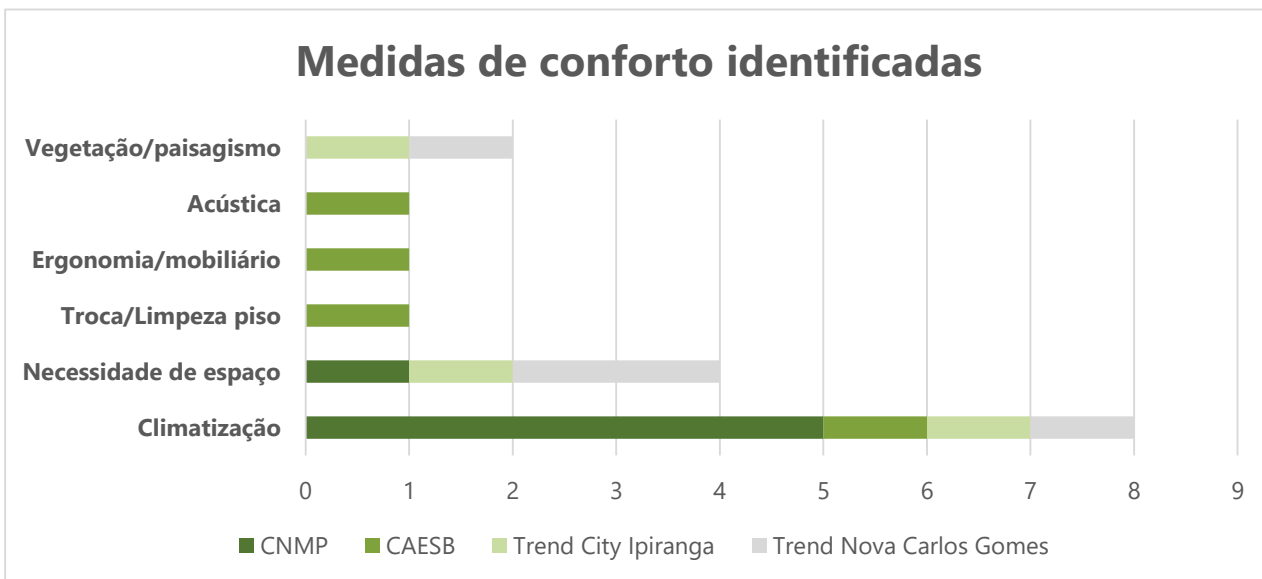


Figura 17. Medidas de conforto identificadas.

Os resultados do diagnóstico mostraram que a maior parte das medidas de conforto (47%) foram relacionadas à climatização, cujas recomendações foram: melhorar a operação do sistema de climatização, ampliação no sistema de renovação de ar, substituição de componentes do sistema de climatização avariados, adicionar grelhas de retorno para melhorar a ventilação e realizar o balanceamento da difusão de ar para ajustar ao layout, ajustando os difusores.

A segunda medida mais encontrada (23,5%) foi relacionada a necessidade de espaço. Medidas como a definição de locais para descanso e convivência, criação de ambiente de espera na recepção e locação de espaço comercial para restaurante foram utilizadas.

Já a terceira medida foi relacionada ao paisagismo, cujas recomendações foram: uso de vegetação nas áreas comuns, como *hall* e recepção, o que tende a tornar os espaços mais agradáveis aos usuários.

Medidas relacionadas à acústica, ergonomia e limpeza também foram frequentes nos edifícios, como o tratamento de ruídos, troca de cadeiras que não oferecem conforto aos usuários e melhorar a limpeza das placas do piso.

Como conclusão desta etapa de trabalho, percebe-se que o maior desafio das edificações ainda continua sendo a climatização dos ambientes.

1.7 ENERGIA X CONFORTO

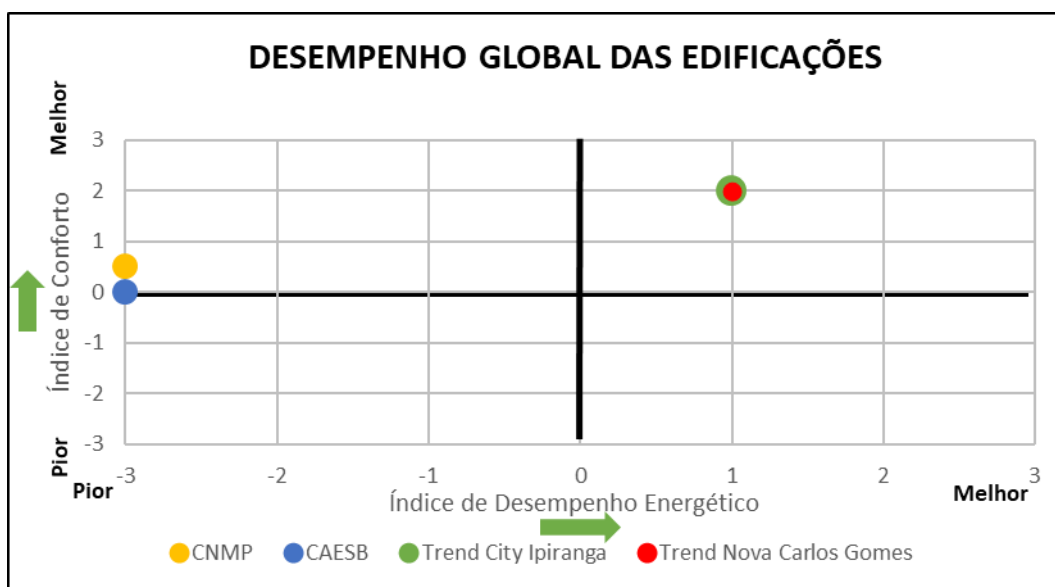


Figura 18. Desempenho global das edificações

O edifício CAESB apresentou o pior desempenho global entre as edificações, no índice de conforto, o edifício obteve a nota 0,5 e está dentro da faixa positiva de conforto, já no índice de desempenho energético, o edifício ficou com desempenho negativo, obtendo a nota de -3, ou seja, está com o consumo acima do esperado para um edifício típico, como mostra o *Benchmarking* de energia. O edifício CAESB é o mais antigo da amostra (2005), porém apresenta o mesmo desempenho energético do CNMP, um edifício mais moderno e com maior índice de conforto, devido, principalmente a problemas com o sistema de ar condicionado.

Os edifícios com melhores desempenhos globais foram os administrados pela Auxiliadora Predial, ambos obtiveram notas 2 e 1 para os índices de conforto e de desempenho energético, respectivamente. O edifício Trend Nova Carlos Gomes é o mais novo da amostra (2016), e apresentou melhor desempenho energético se comparado ao Trend City Ipiranga.

A partir da análise do desempenho global das edificações é possível identificar a diferença aparente dos índices de conforto e desempenho energético entre os edifícios públicos (Orion) e privados (Auxiliadora predial). Cabe aqui ressaltar que nos edifícios administrados pela Auxiliadora predial a análise foi realizada apenas nas áreas comuns das torres comerciais, devido à época de pandemia (julho de 2020) e dificuldade de autorizações dos locatários, além disso, as pesquisas de satisfação dos usuários, em ambos os casos, tiveram menos respondentes quando comparadas aos edifícios geridos pela Orion, fatos que geram maior imprecisão no resultado final.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

De forma geral, uma das principais dificuldades para a implementação da fase de assessoria foi a equipe disponível de cada empresa de *facilities*. Como foi visto, o primeiro diagnóstico da Orion no CNMP conseguiu obter mais apoio da equipe para a realização do diagnóstico e da pesquisa de conforto, mas o mesmo não aconteceu nas demais edificações.

Embora em ambas as empresas tenha sido realizado um treinamento em eficiência energética em edificações, a equipe e os coordenadores das empresas mudaram bastante durante o decorrer do projeto (alta rotatividade), ou seja, na prática, poucas pessoas que receberam o treinamento presencial no início de 2019 conseguiram participar da fase de assessoria. Dessa forma, a fase de assessoria, contou com mais apoio da equipe da Mitsidi projetos do que o esperado, para explicação de conceitos, uso de ferramentas, procedimentos, entre outros.

O tempo de realização do projeto também influenciou nos resultados, os projetos realizados em 2019 pelo Grupo Orion, ambos monousuários, foram mais completos e conseguiram avaliar a edificação inteira, sendo considerado de melhor qualidade das medidas propostas também. Já os edifícios da Auxiliadora Predial, por serem multilocatário e ainda ter sido realizado em época de covid-19, foram menos completos, com diagnósticos mais simplificados, por não conseguirem a autorização necessária para análise do edifício inteiro.

Apesar dos entraves e desafios mencionados, todas as empresas que receberam assessorias conseguiram aplicar os conceitos de diagnóstico energético e conforto, obtendo resultados relevantes de economia de custo, consumo e aumento de conforto nas edificações avaliadas. Portanto, considera-se que o objetivo da fase de assessoria foi alcançado e as equipes de ambas as empresas estão capacitadas para a replicação das práticas em outras edificações.

DEO

DESEMPENHO
ENERGÉTICO
OPERACIONAL
EM EDIFICAÇÕES

Execução:

mitsidi
PROJETOS

Realização:



PROCEL
PROGRAMA NACIONAL
DE CONSERVAÇÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA



Eletrobras

