

<b>Tipologia</b>	<b>Hotel Vertical de Médio e Grande Porte</b>	
<b>Caracterização da tipologia</b>	Hotel vertical de médio e grande porte, em edifício independente, com múltiplos andares, cuja função principal seja de hotelaria, possuindo mais de 40 quartos e mais de 1.500 m <sup>2</sup> de área construída.	
<b>Equações de benchmark</b>	<b>Cidades com GHR acima de 54.000</b>	
	$\text{CONSUMO FINAL [kWh/m}^2\text{/ano]} = (((-396,8 + 93,95 \log\text{GHR} + 10,292 \text{AVAC} + 2,1325 \text{ILUM} + 4,433 \text{ENTO} + 3,892 \text{ASOL} + 8,983 \text{RENO}) * n^{\circ} \text{ de quartos} * \text{área média dos quartos} * \text{taxa de ocupação}) + ((-138,09 + 31,86 * \log\text{GHR} + 3,0480 * \text{AVAC} + 6,3322 * \text{ILUM} + 4,728 * \text{RENO} + 5,601 * \text{CIRC}) * \text{DEMAIS ÁREAS})) / (\text{ÁREA DOS QUARTOS} + \text{DEMAIS ÁREAS}) + (494,1 * n^{\circ} \text{ de quartos} * \text{taxa de ocupação} * \text{SAQ}) / (\text{ÁREA DOS QUARTOS} + \text{DEMAIS ÁREAS})$	
<b>Equações de benchmark</b>	<b>Cidades com GHR abaixo de 54.000</b>	
	$\text{CONSUMO FINAL [kWh/m}^2\text{/ano]} = (((24,42 + 7,268 \log\text{GHR} - 3,626 \log\text{GDA} + 7,661 \text{AVAC} + 1,9096 \text{ILUM} + 2,851 \text{ENTO}) * n^{\circ} \text{ de quartos} * \text{área média dos quartos} * \text{taxa de ocupação}) + ((-0,42 + 3,843 * \log\text{GHR} - 1,691 * \log\text{GDA} + 3,3214 * \text{AVAC} + 6,2306 * \text{ILUM}) * \text{DEMAIS ÁREAS})) / (\text{ÁREA DOS QUARTOS} + \text{DEMAIS ÁREAS}) + (494,1 * n^{\circ} \text{ de quartos} * \text{taxa de ocupação} * \text{SAQ}) / (\text{ÁREA DOS QUARTOS} + \text{DEMAIS ÁREAS})$	
<b>Escala de Consumo</b>	<p>A faixa de consumo típico tem como limite inferior o consumo mínimo acrescido de um coeficiente “i” e o limite superior o consumo mínimo acrescido de três vezes o fator “i”.</p> <p>Para o cálculo do consumo mínimo, tomam-se como parâmetros fixos para a edificação geral as variáveis GHR, GDA, RENO, CIRC e SAQ da equação e, como parâmetros variáveis [limite mínimo / limite máximo], as variáveis ILUM [8,34 / 12,72], AVAC [1 - VRF / 3 – Chiller a ar], ASOL [0,3 / 0,7] e ENTO [0 – com sombreamento do entorno/ 1 – sem sombreamento pelo entorno].</p> $i = \frac{\text{consumo máximo da edificação} - \text{consumo mínimo da edificação}}{5}$ <div style="display: flex; justify-content: center; align-items: center; gap: 20px;"> <div style="text-align: center;"> <div style="background-color: #008000; width: 30px; height: 15px; margin: 0 auto;"></div> <p><b>Eficiente</b></p> <p>Consumo mínimo + i</p> </div> <div style="text-align: center;"> <div style="background-color: #cccccc; width: 30px; height: 15px; margin: 0 auto;"></div> <p><b>Típico</b></p> <p>Consumo mínimo + 3i</p> </div> <div style="text-align: center;"> <div style="background-color: #ff8c00; width: 30px; height: 15px; margin: 0 auto;"></div> <p><b>Ineficiente</b></p> </div> </div>	
<b>Dados de entrada das Equações</b>	<b>GHR</b>	Graus-hora de resfriamento da cidade onde se localiza a edificação [valor do GHR da cidade]
	<b>GDA</b>	Graus-dia de aquecimento da cidade onde se localiza a edificação [valor do GDA da cidade]
	<b>ILUM</b>	Densidade de potência de iluminação instalada [valor em W/m <sup>2</sup> ]
	<b>AVAC</b>	Tipo de sistema de condicionamento de ar [número adimensional: 1- Central VRF, 2 - Split Individual, 3 – Chiller a ar]
	<b>ASOL</b>	Absortância da envoltória [valores entre 0,3 e 0,7, sendo α: 0,3 – cor clara, α: 0,7 – cor escura]
	<b>RENO</b>	Renovação de ar [número adimensional: 0 – sem renovação, 1 – com renovação de acordo com nível 2 da NBR 16401-3]. Embora a renovação de ar em ambientes condicionados artificialmente no Brasil seja obrigatória por lei e norma técnica, ainda é comum encontrar edificações que não possuem um sistema de renovação de ar.
	<b>ENTO</b>	Condição de entorno [número adimensional: 0 – com sombreamento por edifícios de mesma altura, 1 – sem sombreamento pelo entorno]
	<b>CIRC</b>	Condicionamento de ar das circulações [número adimensional: 0 – sem condicionamento, 1 – com condicionamento]
	<b>SAQ</b>	Tipo de sistema de aquecimento de água para banho [número adimensional: 0 – gás, solar, outro; 1 – chuveiro elétrico]
	<b>Número de quartos</b>	[valor em unidades]
	<b>Área média dos quartos</b>	[valor de área em m <sup>2</sup> ]
	<b>Taxa de ocupação</b>	Taxa média de ocupação anual dos quartos [valor em %]
	<b>Demais áreas</b>	Somatória de todas as áreas internas do hotel, exceto as áreas de quartos [valor de área em m <sup>2</sup> ]
<b>Área dos quartos</b>	Somatória de todas as áreas de quartos [valor de área em m <sup>2</sup> ]	

**Amostra utilizada para o desenvolvimento das equações**

Banco de dados de consumo: 92 edifícios (amostra bruta), sendo 90 edifícios (amostra tratada com dados completos, cobrindo 21 Estados brasileiros).  
Dados de auditorias: 04 auditorias realizadas a partir de visitas *in loco*.

**Arquétipo simulado**

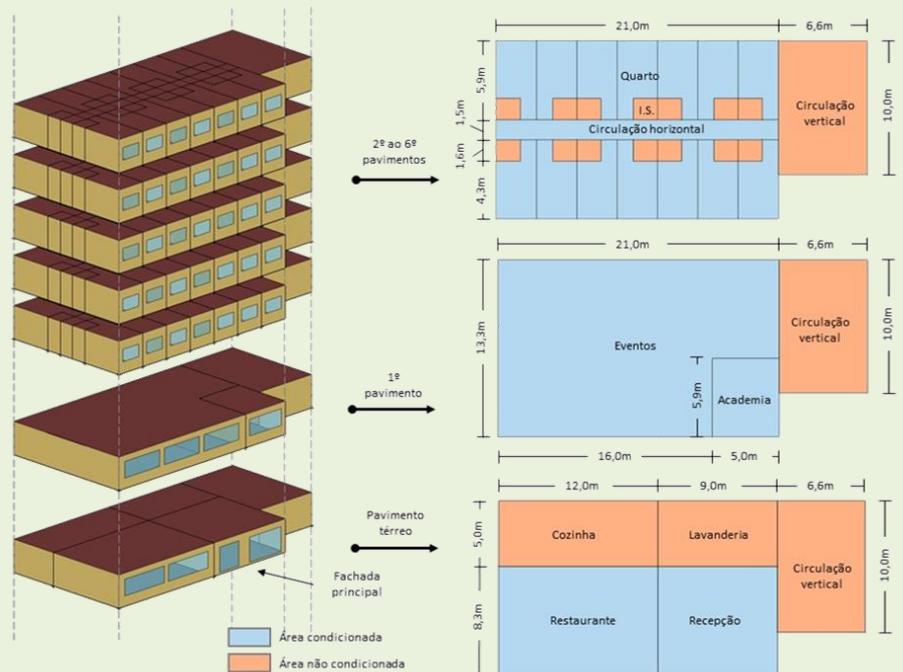


Figura 1. Planta dos pavimentos – área total de 2.417 m<sup>2</sup>

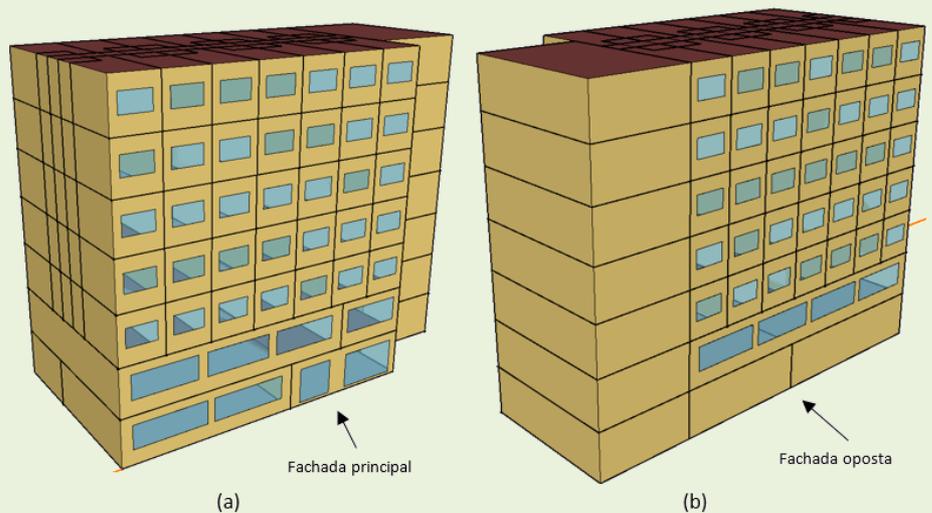


Figura 2. Perspectiva da volumetria

**Simulação Realizada**

Simulações Energéticas: 3.072 simulações.

Para representar a variedade de condições climáticas e o seu impacto no consumo energético das edificações, especialmente nos sistemas de condicionamento de ar, utilizou-se uma análise do graus-hora de resfriamento (GHR) para um grupo de 413 cidades. O GHR é um indicador de desempenho térmico que representa a somatória total anual da diferença entre a temperatura operativa horária e uma temperatura de base (RTQ, 2017). Foi adotada a temperatura de base de 15°C para cálculo do GHR. A partir da análise do GHR para as 413 cidades, foram determinadas oito faixas de GHR que variam de 10.000 em 10.000 graus-hora. Então, uma cidade populosa, e com arquivo climático disponível, foi selecionada como representativa de cada faixa.

**Parâmetros da simulação**

**Fixos**

Envoltória: transmitância térmica da cobertura  $U_{cobertura} = 1,00 \text{ W/m}^2\text{K}$  e vidro com um nível de controle solar baixo, porém melhor que o vidro comum transparente (fator solar de 0,68).

Zonas térmicas condicionadas para 70 quartos, Recepção, Área de eventos, Restaurante e Academia.

	<p>Duração e densidade de ocupação para os diferentes ambientes: Os quartos são ocupados das 19 horas às 07 horas do dia seguinte (uma pessoa por quarto, na densidade de 17,7 m<sup>2</sup> por pessoa). A Academia das 7:00 às 9:00 e das 18:00 às 24:00. A área de eventos é ocupada das 9:00 às 18:00 um dia por semana. O restaurante é ocupado das 6:00 às 10:00, das 11:30 às 14:00 e das 18:00 às 21:00. A recepção funciona 24 horas por dia todos os dias do ano.</p> <p>Cargas de tomada fixas de acordo com a utilização de cada ambiente, exceto para equipamentos específicos do restaurante, cozinha, lavanderia, spas, academias de ginástica e piscina aquecida.</p> <p>Na consideração de uso de chuveiros elétricos, foi adotado 5.400 W potência instalada por quarto e realização de dois banhos de cinco minutos cada banho por quarto.</p> <p><b>Variáveis</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Iluminação:</b> Cenário mais eficiente com DPI média de 8,34 W/m<sup>2</sup> e cenário menos eficiente com DPI média de 12,72 W/m<sup>2</sup>; correspondendo, respectivamente, às classes A e classe D do PBE.</li> <li>• <b>AVAC:</b> Três cenários, sendo um com equipamentos tipo split (EER = 3,24W/W), outro cenário com VRF (EER = 4,41, 4,53 e 5,23 W/W) e outro cenário com Chiller a ar (EER = 3,22 W/W);</li> <li>• <b>Condicionamento de ar nas circulações:</b> Dois cenários, um com circulações condicionadas e outro com circulações ventiladas naturalmente.</li> <li>• <b>Entorno:</b> Dois cenários, sendo um com a edificação sombreada pelo seu entorno igual à altura do edifício e outro cenário sem sombreamento pelo entorno.</li> <li>• <b>Orientação solar:</b> Dois cenários, um com fachada principal voltada a Leste/Oeste e outro com a fachada principal voltada a Norte/Sul.</li> <li>• <b>Envoltória:</b> Cenário mais eficiente com transmitâncias <math>U_{parede} = 0,53 \text{ W/m}^2\text{K}</math> e cenário menos eficiente com <math>U_{parede} = 2,5 \text{ W/m}^2\text{K}</math>.</li> <li>- <b>Absortância solar:</b> Cenário mais eficiente com fachadas em cores mais claras (absortância 0,3) e cenário menos eficiente com fachadas em cores mais escuras (absortância 0,7).</li> <li>- <b>Renovação de ar:</b> Dois cenários, um sem renovação de ar e outro com renovação de ar com a vazão apropriada de acordo com o tipo de ambiente, conforme Nível 2 da norma ABNT NBR 16401-3.</li> </ul>
<b>Limitações da equação de benchmark</b>	<p>A equação não considera as cargas de tomada de equipamentos específicos do restaurante, cozinha, lavanderia, spas, saunas, academias de ginástica e piscinas.</p> <p>A equação não considera outro sistema elétrico de aquecimento de água, além dos chuveiros elétricos para banho. Sistemas de aquecimento de água de piscina também não estão considerados.</p> <p>Para todas estas cargas e sistemas não consideradas na equação, caso tenham seus consumos conhecidos, deve-se subtrair este consumo do consumo total medido que está sendo comparado com o consumo calculado pela equação de <i>benchmark</i>. E, para a estimativa do consumo do restaurante e cozinha do Hotel, podem ser utilizadas as equações da tipologia Restaurante e Preparo de Alimentos.</p>
<b>Data de publicação</b>	01/07/2021
<b>Futuros trabalhos</b>	<p>Aprofundar o estudo da tipologia, incluindo a realização de auditorias energéticas com a finalidade de identificar padrões nacionais para os tipos de equipamento e sistemas consumidores de energia elétrica presentes em hotéis verticais de médio e grande porte, porém, ao invés de classificá-los por porte (número de quartos e área construída), considerar padrões de tarifa, por exemplo, categoria econômica / normal / luxo ou negócios / lazer.</p> <p>Também incluir nas auditorias energéticas a identificação de padrões nacionais de tipos de sistemas de aquecimento de água de banho e piscinas e seus consumos.</p>
<b>Referências</b>	RT2A.03: Relatório de Auditorias Energéticas – Tipologia de Hotel Vertical de Médio e Grande Porte e RT2B.03: Desenvolvimento de arquétipo, modelo de simulação, análise de sensibilidade e equações de <i>benchmark</i> para a tipologia de Hotel Vertical de Médio e Grande Porte.
<b>Equipe Técnica CBCS (2018 – 2021)</b>	Coordenador Técnico: Roberto Lamberts; Pesquisadores: Ana Carolina Veloso, Ana Paula Melo, Anderson Letti, Arthur Cursino, Camila Suizu, Daniel Amaral, Eduardo Kanashiro, Matheus Geraldi e Kleber Moura; Coordenador CBCS: Clarice Degani.
<b>Coordenação Eletrobras/Procel</b>	Elisete Cunha
<b>Realização</b>	CBCS Conselho Brasileiro de Construção Sustentável Eletrobras / PROCEL

Plataforma de cálculo: [plataformadeo.cbcs.org.br](http://plataformadeo.cbcs.org.br)  
Contato: [energia.benchmarking@cbcs.org.br](mailto:energia.benchmarking@cbcs.org.br)