Banco Interamericano de Desenvolvimento

Edifícios verdes para o setor de saúde

Identificação de medidas com melhor custo – benefício para o projeto sustentável

Eric Fischel
Wilhelm Dalaison
Esperanza González-Mahecha
Ignacio Astorga
Michelle Carvalho Hallack
Virginia Snyder

Setor de Infraestrutura e Energia

Setor Social

Divisão de Mudança Climática

NOTAS TÉCNICAS Nº
IDB-TN-02001

Setembro 2020

Edifícios verdes para o setor de saúde

Identificação de medidas com melhor custo – benefício para o projeto sustentável

Eric Fischel
Wilhelm Dalaison
Esperanza González-Mahecha
Ignacio Astorga
Michelle Carvalho Hallack
Virginia Snyder

Setembro 2020

BID
Banco Interamericano de Desenvolvimento

Catalogação na fonte fornecida pela
Biblioteca Felipe Herrera do Banco Interamericano de Desenvolvimento

Edifícios verdes para o setor de saúde: identificação de medidas com melhor custo–benefício para o projeto sustentável / Eric Fischel, Wilhelm Dalaison, Esperanza González-Mahecha, Ignacio Astorga, Michelle Hallack, Virginia Snyder.
p. cm. — (Nota técnica do BID ; 2001)
Inclui referências bibliográficas.
1. Health facilities-Design and construction-Cost effectiveness. 2. Health facilities-Environmental aspects-Cost effectiveness. 3. Sustainable buildings-Design and construction-Cost effectiveness. 4. Infrastructure (Economics)-Environmental aspects-Cost effectiveness. I. Fischel, Eric. II. Dalaison, Wilhelm. III. González-Mahecha, Esperanza. IV. Astorga, Ignacio. V. Hallack, Michelle, 1983- VI. Snyder, Virginia. VII. Banco Interamericano de Desenvolvimento. Setor de Infraestrutura e Energia. VIII. Banco Interamericano de Desenvolvimento. Setor Social. IX. Banco Interamericano de Desenvolvimento. Divisão de Mudança Climática. X. Série.
IDB-TN-2001

Códigos JEL: 018, Q41, Q42, Q55
Palavras-chave: infraestrutura social, infraestrutura de saúde, sustentabilidade, eficiência energética, mudança climática, edifícios sustentáveis

http://www.iadb.org

Copyright © 2020 Banco Interamericano de Desenvolvimento. Esta obra está licenciada sob uma licença Creative Commons IGO 3.0 Atribuição-NãoComercial-SemDerivações (CC BY-NC-ND 3.0 IGO) (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode) e pode ser reproduzida com atribuição ao BID e para qualquer finalidade não comercial. Nenhum trabalho derivado é permitido.

Qualquer controvérsia relativa à utilização de obras do BID que não possa ser resolvida amigavelmente será submetida à arbitragem em conformidade com as regras da UNCITRAL. O uso do nome do BID para qualquer outra finalidade que não a atribuição, bem como a utilização do logotipo do BID serão objetos de um contrato por escrito de licença separado entre o BID e o usuário e não está autorizado como parte desta licença CC-IGO.

Note-se que o link fornecido acima inclui termos e condições adicionais da licença.

As opiniões expressas nesta publicação são de responsabilidade dos autores e não refletem necessariamente a posição do Banco Interamericano de Desenvolvimento, de sua Diretoria Executiva, ou dos países que eles representam.

Wilhelm Dalaison, wilhelmd@iadb.org; Esperanza Gozález-Mahecha, rosago@iadb.org

Infraestrutura Social

EDIFÍCIOS VERDES

PARA O SETOR DE SAÚDE

Identificação de medidas com melhor custo-benefício para o projeto sustentável

Eric Fischel – Wilhelm Dalaison – Esperanza González-Mahecha
Ignacio Astorga - Michelle Carvalho Hallack - Virginia Snyder

BID

Índice

Abreviaturas 5
Resumo executivo 6
1. Antecedentes 9
2. Introdução 10
3. Mudanças climáticas e o setor de saúde 12
4. Metodologia de análise 13
5. Identificação das cidades e suas condições climáticas 14
6. Estudos de caso e tipologias de edifícios de saúde 16
7. Simulações: design passivo e design ativo 17
8. Resultados das simulações: economia 21
9. Análise financeira dos estudos de caso 32
10. Hospital existente 37
11. Resultados das simulações do hospital existente: economia 48
12. Análise financeira do hospital existente 49
13. Achados e recomendações 51
14. Limitações e considerações finais 55
15. Bibliografia 56
Anexos 57
Anexo 1. Descrição detalhada das cidades consideradas 58
Anexo 2. Descrição detalhada das construções consideradas 62
Anexo 3. Códigos utilizados no estudo 65
Anexo 4. Resumo de medidas simuladas 66
Anexo 5. Descrição detalhada do hospital existente 69
Anexo 6. Resumo de simulações para o hospital existente 70
Anexo 7. Tarifas de serviço públicos segundo preços de mercado 71

Índice de figuras

Figura 1. Localização geográfica das cidades. 14
Figura 2. Clínica Ambulatorial 1 – Economia de energia segundo a cidade. 22
Figura 3. Clínica Ambulatorial 2 - Economia de energia segundo a cidade. 22
Figura 4. Centro de Diagnóstico - Economia de energia segundo a cidade. 22
Figura 5. Hospital de Múltiplas Especialidades - Economia de energia segundo a cidade. 23
Figura 6. Hospital Universitário - Economia de energia segundo a cidade. 23
Figura 7. Lar de Idosos - Economia de energia segundo a cidade. 24
Figura 8. Consumo de Energia/ m²/ano. CCR-CD-Simulação 1 e 2. 25
Figura 9. Consumo de Energia/m²/ano. CCR-HU-Simulação 1 e 2. 25
Figura 10. Consumo de energia médio por m² por cidade. 26
Figura 11. Consumo de energia anual (m²/ano).LPB-HEM-Simulação 1 e 2 26
Figura 12. Média diária de consumo de água (m³/paciente) Simulação 1 e 2. 27
Figura 13. Consumo diário de água por paciente. CCR-CD-Simulação 1 e 2. 28
Figura 14. Consumo diário de água por paciente. CCR-HU-Simulação 1 e 2. 28
Figura 15. Média de energia incorporada nos materiais. Simulação 1 e 2. 29
Figura 16. Energia incorporada nos materiais/m². CCR-CD-Simulação 1 e 2. 29
Figura 17. Energia incorporada nos materiais/m². CCR-HU-Simulação 1 e 2 29
Figura 18. Economia anual de energia por m² para diferentes cidades. 30
Figura 19. Economia anual de água por m² para diferentes cidades. 30
Figura 20. Economia em energia incorporada nos materiais por m² para diferentes cidades. 30
Figura 21. Economia em emissões por m² para diferentes cidades. 30
Figura 22. Tarifas elétricas e de água por país segundo EDGE. 33
Figura 23. Custo incremental por m² e economia em diferentes cidades por ano. 33
Figura 24. Indicadores financeiros das cidades. 34
Figura 25. Tarifas elétricas e de água por cidade/país segundo preços de mercado. 34
Figura 26. Custo incremental por m² e economia por cidade com tarifas de preços de mercado. 35
Figura 27. Indicadores financeiros de diferentes cidades com tarifas pesquisadas. 35
Figura 28.Resumo de resultados caso BAA-HP-Simulação a. 38
Figura 29. Resumo de resultados caso BAA-HP-Simulação b. 39
Figura 30. Resumo de resultados caso BAA-HP-Simulação c. 40
Figura 31. Resumo de resultados caso BAA-HP-Simulação d. 41
Figura 32. Resumo de resultados caso BAA-HP-Simulação e. 42
Figura 33. Resumo de resultados caso BAA-HP-Simulação f. 43
Figura 34. Resumo de resultados caso BAA-HP-Simulação g. 44
Figura 35. Resumo de resultados caso BAA-HP-Simulação h. 45
Figura 36. Resumo de resultados caso BAA-HP-Simulação i. 46
Figura 37. Economia de energia simulações HP. 48
Figura 38. Economia de água simulações HP. 48
Figura 39. Custo incremental e economias anuais em HP. 49
Figura 40. Indicadores financeiros de diferentes cenários HP. 50
Figura 41. Economia anual de energia por m² HP. 50
Figura 42. Economia anual de água por m² HP. 50
Figura 43. Condições atmosféricas e geográficas de Hermosillo/México. 58
Figura 44. Condições atmosféricas e geográficas de Cartago/Costa Rica. 58
Figura 45. Condições atmosféricas e geográficas de San Salvador/El Salvador. 59
Figura 46. Condições atmosféricas e geográficas de Quito/Equador. 59
Figura 47. Condições atmosféricas e geográficas de Santa Marta/Colômbia. 60
Figura 48. Condições atmosféricas e geográficas de La Paz/Bolívia. 60
Figura 49. Condições atmosféricas e geográficas de Manaus/Brasil. 61
Figura 50. Condições atmosféricas e geográficas de Puerto Santa Cruz/Argentina. 61
Figura 51. Condições atmosféricas e geográficas de Buenos Aires/Argentina. 69

Índice de tabelas

Tabela 1. Período de retorno do investimento segundo tarifas a preços de mercado. 8
Tabela 2. Principais características das cidades analisadas. 14
Tabela 3. Classificação Köppen-Geiger – Primeira e segunda letra. 15
Tabela 4. Classificação Köppen-Geiger – Terceira letra. 15
Tabela 5. Principais características dos 6 edifícios analisados. 16
Tabela 6. Medidas de economia de energia na EDGE. 17
Tabela 7. Principais diferenças entre as simulações de energia. 18
Tabela 8. Medidas de economia de água EDGE[6]. 18
Tabela 9. Principais diferenças entre as simulações de água. 18
Tabela 10. Medidas de eficiência nos materiais EDGE selecionados. 19
Tabela 11. Consumo de energia segundo tipo de edifício. 24
Tabela 12. Resumo comparativo de tarifas. 36
Tabela 13. Parâmetros e informação de Clínica Ambulatorial (300 m^2). 62
Tabela 14. Parâmetros e informação de Clínica Ambulatorial (1500 m^2). 62
Tabela 15. Parâmetros e informação de Centro de diagnóstico. 63
Tabela 16. Parâmetros e informação de Hospital de Múltiplas Especialidades. 63
Tabela 17. Parâmetros e informação de Hospital Universitário. 64
Tabela 18.. Parâmetros e informação de Lar de Idosos. 64
Tabela 19. Cidades. 65
Tabela 20. Tipologias de edifício. 65
Tabela 21. Medidas de economia de energia. 65
Tabela 22. Medidas de economia de água. 65
Tabela 23. Medidas de eficiência nos materiais. 65
Tabela 24. Resumo de medidas em Clínica Ambulatorial1 (CPA1). 66
Tabela 25. Resumo de medidas em Clínica Ambulatorial2 (CPA2). 66
Tabela 26. Resumo de medidas em Centro de Diagnóstico (CD). 67
Tabela 27. Resumo de medidas em Hospital de Múltiplas Especialidades (HEM). 67
Tabela 28. Resumo de medidas em Hospital Universitário (HU). 68
Tabela 29. Resumo de medidas em Lar de Idosos (RA). 68
Tabela 30. Parâmetros e informação do hospital existente. 69
Tabela 31. Quadro-resumo de estratégias implementadas por simulação. 70
Tabela 32. Tarifas elétricas segundo preços de mercado (Out-2019). 71
Tabela 33. Tarifas de água segundo preços de mercado (Out-2019). 71

Abreviaturas

CD: Centro de Diagnóstico; edifício de 5.000 m^2 com dois pavimentos e 400 m^2 de irrigação; não conta com leitos para pacientes ou serviço de lavanderia.

CPA1: Clínica Ambulatorial de 300 m^2 com somente um pavimento; possui 150 m^2 de áreas de paisagismo.

CPA2: Clínica Ambulatorial de 1.500 m^2 com somente um pavimento; possui 300 m^2 de áreas de paisagismo.

COP: 'Coefficient of Performance' (por sua definição em inglês). É um coeficiente adimensional utilizado para expressar a quantidade de calor ou unidades de energia que podem ser removidas por um equipamento para cada unidade de energia elétrica. É calculado pela divisão do calor transformado com a unidade de energia elétrica.

EDGE: 'Excellence in Design For Greater Efficiencies' (por sua definição em inglês). EDGE é uma plataforma on-line, um padrão de construção ecológica e um sistema de certificação usado em mais de 150 países. O aplicativo EDGE ajuda a determinar as opções com melhor custo-benefício para projetar um edifício verde[1]. Essa plataforma é utilizada para inserir informações do projeto a fim de verificar a eficiência do design e obter os custos incrementais de investimento e a economia em serviços públicos de acordo com as medidas de eficiência selecionadas.

HEM: Hospital de Múltiplas Especialidades; é um tipo de projeto hospitalar de 12.000 m^2 em três pavimentos, com 1.200 m^2 de área de paisagismo, incluindo serviços de lavanderia, cozinha e leitos para atendimento a pacientes.

HP: Hospital Público; é um tipo de projeto hospitalar de 40.000 m^2 em dez pavimentos, com 2.000 m^2 de área de paisagismo; incluindo serviços de lavanderia, cozinha e leitos para atendimento a pacientes.

HU: 'Hospital Universitário; é um tipo de projeto hospitalar de 20.000 m^2 com seis pavimentos; possui 1.500 m^2 de área de paisagismo, incluindo serviço de lavanderia, cozinha e leitos para atendimento a pacientes.

IFC: 'International Finance Corporation' (por sua definição em inglês). É uma organização membro do Grupo Banco Mundial; é a maior instituição financeira global focada no setor privado dos países em desenvolvimento.

kWh: É uma unidade de consumo de energia. Outra forma de entendê-la seria que cada quilowatt-hora representa o consumo de uma potência de 1.000 Watt por uma hora inteira. É uma unidade do sistema métrico, equivalente a 3.600 quilojoules, que é uma potência de 1 Watt por 3.600 segundos ou por uma hora.

RA: Lar de Idosos; é um tipo de projeto de 3.000 m^2 em dois pavimentos, com 300 m^2 de área de paisagismo.

PRI: Período de Recuperação do Investimento: o período de recuperação do investimento é uma variável utilizada para determinar a quantidade de anos necessária para que um investimento de capital se recupere com a economia ou lucro líquido que poderiam ser gerados caso sejam implementados. A maneira mais simples de calculá-lo é dividindo o investimento de capital pela economia média anual ao longo da vida útil do projeto.

TIR: A Taxa Interna de Retorno de um projeto de investimento de capital quantifica, em termos percentuais, o que este gera quando comparado ao investimento inicial; é a taxa de juros na qual o valor presente líquido se torna zero. É calculado com o investimento inicial e os fluxos líquidos futuros do projeto por um período estabelecido.

VAN: O Valor Presente Líquido representa a quantia hoje se todos os fluxos de caixa líquidos futuros de um projeto forem trazidos a valores presentes, a uma taxa de desconto estabelecida, e o investimento inicial de capital for subtraído. Em geral, considera-se que se um VAN positivo for obtido, o projeto é viável.

VRF: 'Variable Refrigerant Flow' (por sua definição em inglês). Refere-se a sistemas de ar condicionado que variam o volume de refrigerante com um compressor de velocidade variável com a tecnologia 'Inverter' para modular cargas parciais. A maioria dos sistemas VRF possui eficiências equivalentes muito altas, uma vez que os sistemas geralmente são projetados para cargas de pico e operam realmente nessa condição em menos de 2% do tempo[2]; portanto, equipamentos com alta eficiência em cargas parciais pode ser superiores.

WWR: 'Window to Wall Ratio' (pela definição em inglês). Refere-se à relação que existe em uma fachada entre a parede ou muro sólido e a janela. O EDGE calcula o caso base para a tipologia de Hospitais com uma WWR de 30% e estabelece um caso de WWR- aprimorado de 20%; no entanto, as modificações necessárias podem ser feitas nas 8 fachadas do projeto, de 0% a 100%, dependendo do projeto arquitetônico.

1 EDGE é uma marca registrada do IFC.

2 ANSI/AHRI STANDARD 340/360

Resumo executivo

Em 2018, a nível global, os edifícios e o setor de construção foram responsáveis por 36% do consumo final de energia e 39% das emissões de CO_2, dos quais 11% correspondem ao processo de fabricação de materiais de construção como aço, cimento e vidro.

Os projetos de infraestrutura e, em particular, os do setor de saúde, oferecem uma oportunidade de projetar, construir, administrar e investir em sistemas e instalações que utilizem eficientemente os recursos energéticos e hídricos, reduzindo as emissões de gases de efeito estufa desse setor, ao mesmo tempo em que cumprem a razão da existência dessas infraestruturas: atender às pessoas. A implementação de medidas combinadas de design e eficiência energética resulta não apenas em uma economia de recursos, mas também na redução dos custos operacionais do edifício e, portanto, em sua sustentabilidade a longo prazo.

Essa análise foi realizada para identificar as medidas com melhor custo-benefício, que permitem gerar economia no consumo de energia e água em projetos de infraestrutura no setor de saúde. Para isso, optamos por usar uma ferramenta criada pela *International Finance Corporation* (IFC) que permite identificar rapidamente as maneiras mais eficientes de reduzir energia, água e energia incorporada nos materiais de construção. A ferramenta é chamada *"Excellence in Design For Greater Efficiencies" (EDGE).*

A EDGE é composta por uma plataforma online, um padrão a ser alcançado e um sistema de certificação. A plataforma online ou o aplicativo permitem inserir parâmetros do edifício, localização, tipologia, entre outros, e escolher as diferentes opções em uma lista de medidas de design passivas e/ou ativas e avaliar o impacto que cada uma delas tem no desempenho do edifício. A certificação do edifício é outorgada por um organismo independente (Certificador) quando fica demonstrado que o edifício atende o padrão definido pela EDGE.

A EDGE foi utilizada neste trabalho principalmente por duas razões: a) é um sistema simples e disponível gratuitamente, que permite uma aproximação às medidas com melhor custo-benefício; e b) fornece uma base ampla que abrange diferentes cidades e tipologias, e permite obter resultados comparáveis entre si.

Para o desenvolvimento dessa análise, trabalhamos em um conjunto de casos hipotéticos de infraestrutura de saúde em diferentes cidades da região, analisando diferentes alternativas de projeto em cada um dos casos.

Foram estabelecidas 8 cidades, localizadas em diferentes latitudes, que apresentam condições atmosféricas variadas (temperatura média anual, precipitação média anual, altitude, entre outras). Para cada uma das cidades, foram avaliados 6 casos hipotéticos de diferentes edifícios de saúde novos com características distintas. Essa primeira análise determinou um universo de 48 estudos de caso.

8 cidades:

» **Hermosillo – México**, com clima seco, quente e árido.

» **Cártago – Costa Rica**, com clima tropical chuvoso.

» **San Salvador – El Salvador**, San Salvador – El Salvador, com clima de savana tropical e inverno seco.

» **Quito – Ecuador**, com clima temperado úmido suave com verão cálido. cálido.

» **Santa Marta – Colombia**, com clima de savana tropical com verão seco.

» **La Paz – Bolivia**, La Paz – Bolívia, com clima temperado ameno, com inverno seco e verão quente.

» **Manaos – Brasil**, com clima tropical de monções.

» **Puerto Santa Cruz – Argentina**, com clima de estepe semiárido e frio árido.

6 tipologias de edifícios de saúde:

» **Clínica Ambulatorial** de 300 m².

» **Clínica Ambulatorial** de 1500 m².

» **Centro de Diagnóstico** de 5000 m².

» **Hospital de Múltiplas Especialidades** de 12 034 m².

» **Hospital Universitário** de 20 017 m²

» **Lar de Idosos** de 3000 m².

Para cada um desses estudos de caso, dois tipos de simulações foram realizados com base nas opções propostas pela EDGE, uma utilizando estratégias de design passivo (S1) e outra que reflete medidas ativas de design, tais como melhorar a eficiência dos equipamentos de ar condicionado ou o uso de painéis fotovoltaicos, entre outras (S2). No total, foram realizadas 96 simulações.

Adicionalmente, outro caso hipotético foi definido, referente a um hospital público já existente na cidade de Buenos Aires, de 40.000 m² e construído no ano 2000, onde foram incorporadas medidas destinadas a reduzir o consumo de energia e água, sem modificações arquitetônicas. Para este caso adicional, foram realizadas um total de 9 simulações. O objetivo foi aprofundar a análise de medidas que podem ser utilizadas em edifícios existentes e que podem ou não envolver reformas.

Buenos Aires – Argentina, com clima subtropical úmido.

Hospital público existente de 40 000 m².

Após realizar 96 simulações de diferentes projetos em cidades com distintos tipos de clima e 9 simulações adicionais no caso do hospital existente, pode-se verificar que a EDGE permite obter informações valiosas para orientar os processos de design e melhorias em

projetos com maior eficiência energética, menor consumo de água e uso de materiais com menos energia incorporada durante seu ciclo de vida.

No total de simulações realizadas, buscou-se atingir os padrões de 20% de economia de energia, 20% de economia de água e 20% de economia de energia incorporada nos materiais, com a implementação de medidas passivas de design, medidas ativas ou com a combinação de ambas.

Para edifícios de saúde novos, foram obtidas economias médias anuais de **109 kWh, 0,9 m³ de água, 0,6 GJ** de energia incorporada nos materiais e **0,044 tCO_2 para cada metro quadrado de construção,** com um custo incremental médio que não excede **US$20/m².**

Para o edifício hospitalar existente, foi alcançada uma economia anual de **72 kWh e 0,86 m³ de água para cada metro quadrado de construção,** com um custo incremental de **US$ 13,25/m².**

Da mesma forma, foi possível identificar onde os maiores consumos de energia, água e energia incorporada nos materiais são produzidos nos projetos de infraestrutura de saúde, dependendo do clima e do tipo de projeto. Conjuntamente, foi possível obter algumas recomendações de design que têm melhor custo-benefício que outras, permitindo identificar as medidas a serem adotadas para buscar maior economia de consumo bem como de recursos.

Por exemplo, além dos sistemas de ar-condicionado, os maiores consumos de energia ocorrem nos serviços de cozinha e lavanderia, encontrados em edifícios com hospitalização. O maior consumo de água está diretamente relacionado ao tamanho do edifício, ou seja, com a quantidade de serviços sanitários disponíveis.

Para a análise financeira, além da plataforma EDGE, foi realizada uma análise utilizando as tarifas de mercado de serviços públicos nas cidades estudadas. Embora exista uma pequena diferença entre os valores reportados pela EDGE e as tarifas de mercado dos serviços públicos, em ambos os casos, e dependendo das medidas de economia implementadas, os resultados foram favoráveis em termos de período de retorno do investimento.

Por fim, é importante mencionar que, embora a EDGE seja uma ferramenta que facilite a escolha de medidas de design destinadas a obter economia, existem outras ferramentas, como simulações termo energéticas ou *softwares* específicos, que podem ser utilizados caso seja necessário maior precisão na análise e nas soluções.

Tabela 1. Período de retorno do investimento segundo tarifas a preços de mercado.

Cidade	Período de retorno do investimento (Anos)
Cártago – Costa Rica	0.5-2.7
Hermosillo – México	0-2
La Paz – Bolivia	0.2-3.5
Manaos – Brasil,	0-1.9
Quito – Ecuador	0.6-6.2
Puerto Santa Cruz – Argentina	0.2-5.3
San Salvador – El Salvador	0.1-3
Santa Marta – Colombia	0-2.4

1. Antecedentes

Em 2017, as gerências do Setor de Infraestrutura e Energia (INE/INE) e do Setor Social (SCL/SCL) do Banco acordaram a criação da Unidade de Infraestrutura Social para fornecer suporte técnico especializado nos programas e projetos financiados pelo SCL/SCL que possuem componentes de infraestrutura.

A Unidade de Infraestrutura Social trabalha em estreita colaboração com a Divisão de Mudanças Climáticas (CSD/CCS) na promoção e apoio aos países que incorporem medidas de mitigação e adaptação às mudanças climáticas em seus projetos de infraestrutura social. O apoio se dá em múltiplos momentos do ciclo de vida do projeto, como por exemplo na fase de preparação, onde o CSD/CCS contabiliza o percentual do valor da operação de empréstimo que pode ser considerado Financiamento Climático, de acordo com a metodologia acordada por todos os bancos multilaterais de desenvolvimento [1].

Em dezembro de 2018, a colaboração conjunta entre a Unidade de Infraestrutura Social e a CSD/CCS incluiu o lançamento do guia "Meta de 30% do financiamento climático: Como os edifícios podem contribuir?" [2]. Este guia explica como os edifícios, tanto de infraestrutura social quanto de outros setores, podem contribuir para o cumprimento da meta de 30% de financiamento climático do grupo BID para o ano de 2020.

Este trabalho, alinhado tanto ao guia lançado em 2018 quanto ao Marco de Infraestrutura Sustentável do BID [3], avança na análise de projetos de infraestrutura no setor de saúde. Esses projetos representam uma grande porcentagem do portfólio de projetos da Divisão de Saúde e Proteção Social (SCL/SPH).

A análise foi desenvolvida com base nos conteúdos e simulações preparados por Eric Fischel, com o apoio de Gastón Michaud e Mariana Herrera, sob a coordenação e edição geral de Wilhelm Dalaisón e Esperanza González-Mahecha e o apoio especializado de Ignacio Astorga, Michelle Carvalho Hallack e Virginia Snyder.

Da mesma forma, contou com a colaboração de vários colegas: Iciar Hidalgo Roca, Lívia Minoja, Carlos Henriquez, Beatriz Toribio, Juliana Salles Almeida, Rossemary Yurivilca, Marco Buttazzoni, que colaboraram na revisão e complementação do documento.

Os autores agradecem especialmente o apoio de Ana Milena Avendaño Páez, da *International Finance Corporation* (IFC), por suas valiosas contribuições para melhorar este documento.

O documento foi traduzido e revisado por Aline Piva.

2. Introdução

Existem duas estratégias para fazer frente às mudanças climáticas, as medidas de mitigação e as medidas de adaptação. As medidas de mitigação das mudanças climáticas visam reduzir os gases de efeito estufa e, no caso da infraestrutura predial, centram-se em estratégias voltadas para economia e eficiência energética, uso de energias renováveis e emprego de materiais com baixa energia incorporada durante todo o ciclo de vida. Essas medidas, além de reduzir o impacto das edificações na mudança climática, permitem economias substanciais, sendo importantes na sustentabilidade a longo prazo.

As medidas de adaptação, como o nome indica, concentram-se na adaptação da infraestrutura aos efeitos das mudanças climáticas, para que sejam mais resilientes a eventos como secas, ondas de calor, chuvas, aumento dos níveis do mar, entre outros que ocorrerão com maior frequência e intensidade.

Em nível global, durante o ano de 2018, as edificações e o setor de construção foram responsáveis por 36% do consumo final de energia e 39% das emissões de CO_2, dos quais 11% correspondem ao processo de fabricação de materiais de construção, tais como aço, cimento e vidro [4]. Em comparação com 2017, as emissões aumentaram 2%, enquanto o consumo de energia aumentou 1%. Nesse sentido, o setor de construção apresenta um desafio, mas, ao mesmo tempo, uma grande oportunidade para enfrentar as mudanças climáticas, na qual os formuladores de políticas, projetistas, construtores e outros atores da cadeia de valor da construção têm a possibilidade de trabalhar em descarbonizar esse setor.

As possibilidades de intervenção no projeto são maiores em edifícios novos se comparado aos edifícios já existentes. Para edifícios novos, é possível incidir, por exemplo, na orientação e geometria, considerando as condições climáticas locais e buscando aproveitar os recursos disponíveis (sol, vegetação, chuva, ventos). Projetar levando em conta esses elementos (conhecido como estratégias passivas de design) reduz os impactos ambientais e as demandas de energia para usos finais, como por exemplo o condicionamento térmico do espaço. A aplicação de medidas passivas de design reduz a necessidade e a dependência de equipamentos e tecnologia (conhecido como medidas ativas de design), que podem incluir, por exemplo, equipamentos e iluminação eficientes, ou coletores solares térmicos para atender o uso final de água quente. Adicionalmente, o uso de painéis solares fotovoltaicos reduz a demanda de eletricidade da rede e, portanto, impacta as emissões associadas ao consumo de eletricidade ou outras fontes de energia. É necessário que, para cada projeto, seja analisada a articulação de medidas passivas e ativas nos designs, tendo sempre em mente maior eficiência e menores custos ao longo do ciclo de vida do projeto.

Nos edifícios existentes, é mais difícil poder atuar sobre estratégias passivas ou na seleção de certos materiais de construção; portanto, os esforços geralmente se centram na incorporação de medidas ativas que tragam eficiência ao funcionamento.

Embora seja verdade que a incorporação dessas medidas nos projetos contribui para a redução de custos, é importante reconhecer que é sempre necessário combiná-las com programas que fomentem mudanças comportamentais nos usuários

e na forma como eles influenciam e colaboram com a redução do consumo de recursos como energia e água.

Para o desenvolvimento dessa análise, optou-se pelo emprego de uma ferramenta chamada "Excellence in Design For Greater Efficiencies" (EDGE), criada pela *International Finance Corporation* (IFC), que permite identificar rapidamente as formas com melhor custo-benefício para reduzir o consumo de energia, água e energia incorporada nos materiais de construção. Esta ferramenta é composta por uma plataforma online, um padrão a ser alcançado e um sistema de certificação. A plataforma online ou o aplicativo permitem inserir parâmetros do edifício, localização, tipologia, entre outros, e escolher as diferentes opções em uma lista de medidas de design passivas e/ou ativas e avaliar o impacto de cada uma delas no desempenho do edifício[3]. A certificação do edifício é outorgada por um organismo independente (Certificador) quando fique demonstrado que o edifício atende ao padrão EDGE.

A EDGE foi utilizada neste trabalho principalmente por duas razões: a) é um sistema simples e disponível gratuitamente, que permite uma aproximação às medidas de melhor custo-benefício; e b) fornece uma base ampla, que abrange diferentes cidades e tipologias, permitindo obter resultados comparáveis entre si. O sistema de certificação como tal não é considerado nesta análise.

A EDGE foi especificamente projetada para países emergentes, e é concebida como uma metodologia simples de aproximação para economia de energia, água e energia incorporada nos materiais. A EDGE consiste em um conjunto de algoritmos matemáticos baseados em variáveis de climatologia, transferência de calor e física de edifícios. O usuário digita os dados do projeto e a calculadora mostra o potencial de economia no edifício. O consumo de energia, em particular, é previsto usando um modelo quase estacionário caracterizado pela facilidade na coleta de dados, reprodutibilidade e eficácia no custo de coleta de entradas para o modelo.

A presente análise busca identificar as medidas de melhor custo-benefício que permitam gerar economia no consumo de energia e água em projetos do setor de saúde, com base nos resultados obtidos com a plataforma online da EDGE para alcançar o padrão mencionado.

Esta análise não pretende ser exaustiva, e os resultados dependem dos parâmetros e da lista de medidas estabelecidas por padrão na EDGE. No entanto, procura ajudar as equipes de projeto e tomadores de decisão a identificar medidas que não apenas permitam economia de consumo, mas também representem menores custos de investimento e períodos mais curtos de retorno dos investimentos.

Para esta análise, diferentes estudos de caso hipotéticos de projetos de infraestrutura em saúde foram modelados e os resultados verificados. Como se trata de um documento orientador, recomenda-se que, para cada projeto específico, seja feita uma análise mais minuciosa que avalie, em primeiro lugar, as medidas aqui identificadas como as mais econômicas e as tecnologias disponíveis localmente. Essa análise foi realizada em setembro de 2019, na Versão 2.1.5.

Por fim, é importante reiterar que a presente análise se baseia em casos hipotéticos, escolhidos em um universo quase infinito de possibilidades, com o objetivo de ter algumas conclusões gerais e diretrizes sobre quais medidas podem ser mais eficientes a um custo menor e com um menor tempo de retorno do investimento.

3 Em 2019, com vistas a reconhecer maiores economias, a EDGE inclui a possibilidade de obtenção de um certificado "EDGE Advanced" para aqueles edifícios que demonstrem uma redução de 40% no consumo de energia (os outros dois requisitos mínimos se mantêm inalterados) e um certificado "EDGE carbono zero" para aqueles edifícios que demonstrem uma redução de ao menos 40% no consumo de energia, sendo que o restante 60% deve ser alcançado mediante energias renováveis ou com compensações de carbono.

3. Mudanças climáticas e o setor de saúde

Quando se trata de mudanças climáticas e setor de saúde, há vários pontos em comum. Atualmente, as mudanças climáticas impactam a saúde humana de várias maneiras. Segundo o Grupo Intergovernamental de Especialistas sobre Mudanças Climáticas (IPCC, por sua sigla em inglês), as mudanças climáticas aumentam o risco de doenças transmitidas por vetores, tais como malária e dengue, em consequência do aumento na frequência e intensidade de chuvas e ondas de calor, entre outros [5]. Recentemente, também se reconheceu que as mudanças climáticas podem ser consideradas uma ameaça à saúde mental. As perdas e o trauma resultantes de desastres naturais, intensificados pelas mudanças climáticas, estão associados a doenças como transtorno por estresse pós-traumático (TEPT), ansiedade, depressão, raiva e violência.

Todos esses efeitos são acentuados nos países de renda média e baixa devido à sua condição de vulnerabilidade a eventos climáticos extremos, e por serem os que menos têm capacidade de resposta devido à precariedade dos sistemas de saúde e infraestrutura. Diante do enorme desafio das mudanças climáticas, os sistemas de saúde são chamados a atuar em diferentes frentes, sendo algumas delas: a) sistemas de alerta precoce e comunicação à população; b) monitoramento do estado de saúde física e mental da população, e c) infraestrutura adequada para fornecer serviços de saúde. É precisamente a esse último ponto que este documento se dedica.

Os países da região têm aumentado seus investimentos em sistemas de saúde; por esse motivo, com uma perspectiva de longo prazo, nos vemos frente a um potencial para implementar tecnologia e infraestrutura mais econômicas e menos intensivas em carbono. Conforme observado pelo Banco Mundial (2017), em seu relatório "Cuidado de saúde climaticamente inteligente" [6], a infraestrutura hospitalar oferece uma oportunidade para projetar, construir, administrar e investir em sistemas e instalações de saúde que gerem quantidades mínimas de gases de efeito estufa (GEE). Nesse sentido, os sistemas de saúde climaticamente inteligentes estariam alinhados tanto às metas de desenvolvimento da região quanto às metas globais de mudança climática.

Essa perspectiva implica uma economia de recursos financeiros em consequência da redução de custos de energia e de recursos hídricos e materiais, que, por exemplo, poderiam ser utilizados em programas de prevenção ou na ampliação da cobertura. Essa abordagem também apresenta benefícios adicionais, como a redução da poluição ambiental, incluindo GEE, além de sistemas de saúde mais eficientes. Em termos gerais, um cuidado de saúde com baixo teor de carbono inclui os seguintes elementos [6]: sistemas de saúde com fornecedores locais, projeto e construção de infraestrutura hospitalar focados em baixas emissões e eficiência energética, redução de resíduos e gerenciamento sustentável de resíduos sanitários, políticas sustentáveis de transporte e água, etc.

4. Metodologia de análise

Para o desenvolvimento dessa análise, trabalhamos em um conjunto de casos hipotéticos de infraestrutura de saúde em diferentes cidades da região, analisando diferentes alternativas de design em cada um dos casos.

Foram estabelecidas 8 cidades, localizadas em diferentes latitudes, e que apresentam condições atmosféricas variadas (temperatura média anual, precipitação média anual, altitude, entre outras). Para cada uma das cidades, foram avaliados 6 casos hipotéticos de diferentes edifícios de saúde com características distintas. Essa primeira análise determinou um universo de 48 estudos de caso.

Para cada um desses estudos de caso, foram realizados dois tipos de simulações: uma utilizando principalmente estratégias de design passivas (S1) e a outra incorporando medidas de design ativas, como melhorar a eficiência dos equipamentos de ar condicionado e geração de energia *in situ* mediante o uso de painéis fotovoltaicos, entre outros (S2). No total, foram realizadas 96 simulações.

Ademais, foi definido um caso adicional (também hipotético), referente a um hospital público já existente na cidade de Buenos Aires, onde foram incorporadas medidas destinadas a reduzir o consumo de energia e água, sem modificações arquitetônicas. Para este caso adicional, foi realizado um total de 9 simulações. O objetivo deste caso foi aprofundar a análise de medidas que podem ser empregadas em edifícios existentes e obter várias opções possíveis.

Para o desenvolvimento dessa análise, utilizou-se o aplicativo EDGE, buscando obter resultados que demonstrem a obtenção de uma redução mínima de 20% no consumo de energia, 20% de economia de água e 20% de energia incorporada nos materiais de cada um dos casos, em comparação com a prática usual (ou linha de base) de construção nas cidades determinadas.

Como mencionado, a EDGE permite inserir características de cada edifício para determinar seu comportamento no clima em que se está analisando. A variedade dessas características pode ser muito diversa e, por tratar-se de casos hipotéticos, optou-se por empregar e otimizar as medidas padrão fornecidas pela EDGE e utilizá-las da mesma maneira para todos os casos. Por exemplo, em relação à orientação do edifício, assumiu-se uma configuração proporcional nas fachadas norte, sul, leste, oeste, nordeste, noroeste, sudeste e sudoeste.

5. Identificação das cidades e suas condições climáticas

Para a análise, foram definidas 8 cidades do continente que apresentam características climáticas e geográficas variadas e representativas, variando desde climas áridos de deserto com pouca precipitação a climas frios de estepe. A Tabela 1 apresenta as principais características das cidades analisadas (temperatura, localização e classificação climática) de acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger. Para informações detalhadas sobre as cidades, consulte o Anexo 1.

Figura 1. Localização geográfica das cidades.

Tabela 2. Principais características das cidades analisadas.

	Cidade/ País	Temperatura média anual (°C)	Temperatura Anual máxima (°C)	Temperatura Anual mínima (°C)	Precipitação média anual (mm)	Latitide (Deg)	Classificação de Clima Köppen-Geiger	
	Hermosillo/México	20.67	28.0	13.0	26.70	29	Bwh	Seco, Árido quente
	Cartago/Costa Rica	19.37	20.5	17.6	1504.70	10	Af	Tropical chuvoso
	San Salvador/El Salvador	24.17	26.0	23.0	979.00	13.7	Aw	Savana tropical com inverno seco
	Quito/Ecuador	14.00	14.0	14.0	2743.00	0.13	Cfb	Temperado suave úmido com verão cálido
	Santa Marta/ Colombia	25.75	26.0	25.0	1777.00	11.3	As	Savana tropical com verão seco
	La Paz/Bolivia	7.17	9.0	4.0	561.00	16.5	Cwb	Temperado suave com inverno seco e verão quente
	Manaos/Brasil	27.25	28.0	26.0	1811.00	3.1	Am	Monção tropical
	Puerto Santa Cruz/ Argentina	15.42	24.0	8.0	135.00	50	Bsk	Estepe semiárido com frio árido

O QUE É A CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE KÖPPEN-GEIGER?

A classificação climática de Köppen-Geiger divide os climas em cinco grandes grupos e vários tipos e subtipos. Cada clima é representado por um número variável de letras, com o seguinte significado:

A primeira letra da classificação é uma letra maiúscula (“A”, “B”, “C”, “D”, “E”) que se refere ao **grupo climático da região:** tropical, seco, temperado, neve e polar.

A segunda letra é uma letra minúscula que se refere ao tipo de clima dentro do grupo climático em função da quantidade e distribuição das **precipitações.**

A terceira letra minúscula refere-se à **temperatura** média mensal do ar no mês mais quente e à temperatura média anual do ar.

Nos grupos “B” ou “E”, onde a segunda letra também é uma letra maiúscula, as precipitações e a temperatura são referenciadas como total anual.

Tabela 3. Classificação Köppen-Geiger – Primeira e segunda letra.

Primeira e segunda letra		
Tipo	**Descrição**	**Critério**
A	Climas tropicais	$T_{min} \geq +18$ °C
Af	Bosque tropical	$P_{min} \geq 60$ mm
Am	Monção tropical	$P_{ann} \geq 25(100 - P_{min})$ mm
As	Savana tropical com verão seco	$P_{min} < 60$ mm in summer
Aw	Savana tropical com inverno seco	$P_{min} < 60$ mm in winter
B	Climas secos	$P_{ann} < 10\ P_{th}$
BW	Deserto (árido)	$P_{ann} \leq 5\ P_{th}$
BS	Estepa (semiárida)	$P_{ann} > 5\ P_{th}$
C	Temperado suave	-3 °C $< T_{min} < +18$ °C
Cs	Temperado suave com verão seco	$P_{smin} < P_{wmin}$, $P_{wmax} > 3\ P_{smin}$, $P_{smin} < 40$ mm
Cw	Temperado suave com inverno seco	$P_{smax} > 10\ P_{wmin}$, $P_{wmin} < P_{smin}$
Cf	Temperado suave, totalmente úmido	Not Cs or Cw
D	Neve	$T_{min} \leq -3$ °C
Ds	Neve com verão seco	$P_{smin} < P_{wmin}$, $P_{wmax} > 3\ P_{smin}$, $P_{smin} < 40$ mm
Dw	Neve com inverno seco	$P_{smax} > 10\ P_{wmin}$, $P_{wmin} < P_{smin}$
Df	Neve, totalmente úmida	Not Ds or Dw
E	Polar	$T_{max} < +10$ °C
ET	Tundra	$T_{max} \geq 0$ °C
EF	Gelada	$T_{max} < 0$ °C

Tabela 4. Classificação Köppen-Geiger – Terceira letra.

Terceira letra		
Tipo	**Descrição**	**Critério**
h	Árido quente	$T_{ann} \geq +18$ °C
k	Frio árido	$T_{ann} < +18$ °C
a	Verão quente	$T_{max} \geq +22$ °C
b	Verão cálido	$T_{max} < +22$ °C, 4 $T_{mon} \geq +10$ °C
c	Verão fresco	$T_{max} < +22$ °C, 4 $T_{mon} < +10$ °C, $T_{min} > -38$ °C
d	Verão frio	$T_{max} < +22$ °C, 4 $T_{mon} < +10$ °C, $T_{min} \leq -38$ °C

Fonte: Chen, D. and H. W. Chen, 2013: Using the Köppen classification to quantify climate variation and change: An example for 1901–2010. Environmental Development, 6, 69-79, 10.1016/j.envdev.2013.03.007.

6. Estudos de caso e tipologias de edifícios de saúde

Foram selecionadas 6 tipologias de edifícios de saúde, de acordo com algumas das opções disponíveis na EDGE. Para cada uma das tipologias, foram definidas características mínimas, algumas das quais correspondem a informações que a EDGE estabelece por padrão. A tabela a seguir mostra um resumo com as principais características dos seis tipos de construção usados como modelo. Informações mais detalhadas sobre cada um deles podem ser encontradas no Anexo 2.

Tabela 5. Principais características dos 6 edifícios analisados.

Tipologia da construção	Área (m^2)	Pavimentos	Área de paisagismo	Taxa média de ocupação	Lavanderia e cozinha
Clínica Ambulatorial I (CPA1)	300	1	60	70%	No
Clínica Ambulatorial II (CPA2)	1500	1	300	70%	No
Centro de Diagnóstico (CD)	5000	2	400	70%	No
Hospital de Múltiplas Especialidades (HEM)	12 034	3	1200	70%	Si
Hospital Universitário (HU)	20 017	6	1500	70%	Si
Lar de Idosos (RA)	3000	2	300	70%	Si

7. Simulações: design passivo e design ativo

Definidos os 48 estudos de caso (8 cidades e 6 tipologias), foram realizadas duas simulações para cada caso. Foram incluídas em cada uma delas as medidas propostas pela EDGE para a medição da economia em energia, água e energia incorporada nos materiais.

É importante observar que, de forma predeterminada, a EDGE assume certas características de design; portanto, ao inserir as informações do projeto, essas informações devem ser ratificadas ou retificadas. Dessa forma, a EDGE estabelece uma linha de base que incorpora algumas medidas e práticas de construção já usuais nos países onde o projeto é realizado. Se o usuário não ajustar tais informações do projeto, a EDGE assumirá essas características tanto na linha de base estabelecida quanto na economia recomendada. Adicionalmente, a EDGE requere que, para algumas dessas medidas, sejam inseridas informações específicas de caráter obrigatório, que denominamos medidas mínimas e que são identificadas com um asterisco (*).

7.1 Energia

Na categoria energia, as medidas a serem utilizadas foram definidas a fim de alcançar o padrão definido pela EDGE, ou seja, uma economia mínima de 20% em relação ao caso base.

A tabela a seguir mostra as medidas disponíveis na plataforma.

Tabela 6. Medidas de economia de energia na EDGE[4].

*HSE01. Redução da proporção de vidro na fachada exterior
HSE02. Pintura refletiva/telhas para teto: refletividade solar (albedo) de 0.7
HSE03. Pintura refletiva para paredes externas: refletividade solar (albedo) de 0.7
HSE04. Controle solar externo - fator médio de sombreado natural (AASF) de 0.61
*HSE05. Isolamento do teto - Valor-U de 0.297
*HSE06. Isolamento térmico paredes externas - Valor-U: 0.289
HSE07. Vidro de baixa emissividade - Valor-U: 3 W/m^2.K e SHGC: 0.45
HSE08. Vidro de alto rendimento térmico - Valor-U: 1.95 W/m^2.K e SHGC: 0.28
HSE09. Ventilação natural - Corredores
HSE10. Ventilação natural - Vestíbulo e áreas de espera e consulta
HSE11. Ventilação natural - quartos de pacientes
*HSE13. Refrigerante de Velocidade Variável (VRF). COP de 3.5
*HSE14. Ar condicionado com resfriador a ar - COP de 3.3
*HSE15. Ar condicionado com resfriador a água - COP de 5.2
HSE20. Unidades de frequência variável nas unidades de tratamento de ar (AHU)
HSE21. Unidades de velocidade variável em bombas
HSE22. Recuperação de calor sensível do ar de saída. Eficiência 60%
HSE29. Bombillas ahorradoras de energía - Espacios internos (excepto salas de terapia ocupacional)
HSE30. Bombillas ahorradoras de energía - Espacios externos
HSE32. Controles de iluminación para pasillos
HSE33. Sensores de ocupación en los baños
HSE35. Colectores de agua caliente solar - 60% de la demanda de agua caliente
HSE36. Energía solar fotovoltaica - 10% de la demanda total de energía

4 Não são listadas todas as medidas oferecidas pela EDGE, somente as mais relevantes e as escolhidas para todos os estudos de caso. As medidas com * são as medidas mínimas solicitadas pela EDGE como informações de projeto obrigatórias.

Para a escolha das medidas de cada uma das simulações, definiu-se o seguinte critério[5]:

Tabela 7. Principais diferenças entre as simulações de energia.

ENERGIA	
Simulação 1	**Simulação 2**
Inclui tanto as medidas mínimas e a informação obrigatória definida pela EDGE, com seus valores predeterminados, como medidas correspondentes a estratégias passivas.	Ademais das medidas mínimas e informação obrigatória definida pela EDGE, com seus valores predeterminados, inclui-se somente estratégias ativas de design, excluindo medidas como controle solar externo e ventilação natural.
Entre elas, inclui-se o controle solar externo para evitar e/ou diminuir a incidência de radiação solar direta dentro do projeto e a ventilação natural de espaços como lobbies, corredores e quartos de pacientes, as quais ajudariam a reduzir as cargas de energia.	Entre elas, inclui-se sistemas de refrigeração de alta eficiência do tipo VRF, captadores de energia solar para água quente para 60% da demanda de água quente e energia solar fotovoltaica para 10% da demanda elétrica.
Adicionalmente, e ainda que não seja obrigatório, em todos os casos são incorporados iluminação eficiente, como lâmpadas de economia de energia do tipo LED ou fluorescente em espaços internos e externos, controles automáticos e sensores de ocupação.	

5 É importante levar em conta que a EDGE não considera as medidas de economia de energia vinculadas ao equipamento médico, de forma que esse fator não é considerado na presente análise. Quanto a EDGE se refere a equipamentos e sua economia de energia, faz menção a equipamentos eletromecânicos.

7.2 Água

Na categoria água, também foram definidas as medidas a serem utilizadas para alcançar o padrão definido pela EDGE, ou seja, uma economia mínima de 20% em relação ao caso base.

A tabela a seguir mostra as medidas disponíveis na plataforma.

Tabela 8. Medidas de economia de água EDGE[6].

*HSW01. Chuveiro de baixa vazão - 7 litros/min
*HSW02. Lavatórios de baixo consumo em todos os banheiros. 2litros/min.
*HSW03. Descarga dupla para os vasos sanitários. 6 litros na primeira descarga, 3 litros na segunda descarga
*HSW04. Mictórios com uso eficiente de água em todos os banheiros – 2 litros por descarga
*HSW07. Torneiras para cozinha com uso eficiente de água- 6 litros/min
HSW09. Jardinagem com uso eficiente de água - 4 litros/m2/dia
HSW12. Sistema de tratamento e reciclagem de águas cinzas

Para a seleção das medidas de cada uma das duas simulações, foram definidos os seguintes critérios:

Tabela 9. Principais diferenças entre as simulações de água.

ÁGUA	
Simulação 1	**Simulação 2**
Inclui tanto as medidas mínimas quanto a informação obrigatória definida pela EDGE, sem variação de vazões com relação aos dados definidos de maneira predeterminada	Adicionalmente às medidas da S1, incorporam-se outras medidas.
Entre elas, toma-se o fluxo de 7 litros/min para chuveiros e 2 litros/min para lavatórios de banheiros. No caso dos serviços sanitários, considera-se 6 litros para a primeira descarga e 3 litros para a segunda descarga, mictórios de 2 litros por descarga, e 6 litros/min para as pias de cozinha.	Entre elas, o tratamento de águas cinzas e, para os projetos de maior escala (HEM, HU), o uso eficiente de água para as áreas de paisagismo.

6 Não são listadas todas as medidas oferecidas pela EDGE, somente as mais relevantes e as escolhidas para todos os estudos de caso. As medidas com * são as medidas mínimas solicitadas pela EDGE como informações de projeto obrigatórias.

7.3 Materiais

Os materiais foram cuidadosamente escolhidos para que pudessem ser empregados em todas as tipologias de construção e para que também permitissem a comparação de custos por metro quadrado de construção.

A maioria dos materiais escolhidos contribui não apenas para alcançar o padrão de 20% de economia de energia incorporada nos materiais, mas também afeta positivamente a categoria de energia, reduzindo a demanda por esse recurso. Dessa maneira, os custos operacionais relacionados ao ar condicionado e aquecimento são reduzidos.

A tabela a seguir mostra os materiais selecionados de acordo com as categorias disponíveis na EDGE e os critérios para sua seleção na presente análise.

O anexo 4 mostra o resumo das medidas consideradas nas 96 simulações. Em todos elas, alcança-se o padrão de 20% de economia de energia, 20% de economia de água e 20% de economia de energia incorporada nos materiais, em comparação com a linha de base.

Tabela 10. Medidas de eficiência nos materiais EDGE selecionados.

MEDIDA	MATERIAL	JUSTIFICATIVA
*HSM01. Lajes de piso e entrepiso	Laje reforçada de concreto armado 350mm	Material mais empregado na região para a estrutura desse tipo de edifício. Utiliza-se as dimensões (350mm) e reforços de aço (35kg/m2) definidas por padrão
*HSM02. Construção de cobertura	Laje reforçada de concreto armado 200mm	Material que pode ser empregado em todas as tipologias; suporta um mínimo de equipamentos eletromecânicos
*HSM03. Paredes exteriores	Malha 3D de concreto projetado em ambos os lados, e núcleo de poliestireno expandido*	Material de muito alta eficiência isolante
*HSM04. Paredes interiores	Malha 3D de concreto projetado em ambos os lados, e núcleo de poliestireno expandido	Para manter o mesmo critério das paredes exteriores
*HSM05. Acabamento de piso	Azulejo de cerâmica	Material muito usado na região em edifícios de saúde
*HSM06. Caixilhos de janelas	PVC não plastificado	Material de alta eficiência e menor custo incremental que outros
HSM07. Isolamento de paredes	Fibra mineral (U: ~ 1.86 W/m^{2}k) /A	Material muito usado na região, de alta eficiência e baixo custo
HSM08. Isolamento de teto	Fibra de vidro (U: ~ 1.99 W/m^{2}k)	Material muito usado na região, de alta eficiência e baixo custo

* De acordo com o Guia do Usuário da EDGE, a malha 3D de concreto projetado em ambos os lados "é composta pelos seguintes elementos: i) malha de reforço soldada com um diâmetro de arame de 3 mm e um tamanho de malha de 50 mm × 50 mm; ii) arame diagonal (inoxidável ou galvanizado) com diâmetro de 4 mm; iii) núcleo de poliestireno expandido com espessura de 50 mm a 120 mm; e iv) concreto projetado sobre a estrutura de arame." Portanto, embora o software (Versão 2.1.5) apenas nomeie o material como "Malha 3D de concreto projetado em ambos os lados", o mesmo inclui o referido isolamento e é por isso que este documento inclui o núcleo de poliestireno expandido como parte da descrição do material.

Dicas

O uso de tintas refletivas nas paredes e coberturas é eficaz; no entanto, sua relação custo-benefício depende do clima, do tipo de parede ou cobertura. Se materiais de alta inércia térmica forem escolhidos, não é necessário empregar esse tipo de tinta.

A tinta refletiva e o controle solar externo são muito vantajosos para economizar energia em climas quentes, embora em climas frios seja necessário incluir isolamento térmico, uma vez que reduz a demanda energética para aquecimento. Embora também seja vantajoso colocar isolamento térmico em climas quentes, a maior eficiência será dada pela cor da superfície, uma vez que reduz a incidência de radiação solar.

O tratamento de águas cinzas e sua reutilização representam um alto nível de economia no uso da água e um baixo custo incremental.

A malha 3D de concreto projetado em ambos os lados e o núcleo de poliestireno expandido nas paredes externas são um dos materiais que apresentam maior eficiência e reduzem ainda mais a necessidade de equipamentos de condicionamento térmico.

Mesmo que o design seja completamente bioclimático e tire o máximo proveito da iluminação natural, sempre deve ser empregada iluminação eficiente, mediante o uso de lâmpadas que economizem energia e controles ou sensores de ocupação. Caso contrário, o padrão de economia de 20% não será alcançado.

A arquitetura bioclimática é uma boa estratégia para reduzir a demanda de energia para o resfriamento dos espaços. No entanto, devido à complexidade da infraestrutura de saúde , a qualidade do ar e a temperatura específica dos ambientes devem prevalecer, bem como as condições de conforto desejadas

O emprego de sistemas de irrigação eficientes no uso da água é mais rentável no caso de grandes áreas a serem irrigadas. Para áreas pequenas, o custo incremental é muito elevado em relação à economia. Especialmente nesses casos, é recomendado o uso de espécies nativas para evitar a necessidade de irrigação artificial.

O uso de janelas com caixilho de PVC não plastificado tem um menor custo incremental do que as janelas com caixilho de alumínio e, além disso, possuem uma quantidade menor de energia incorporada.

* Por exemplo, em centros de primeiro nível, postos de saúde ou residências, a arquitetura bioclimática pode ser suficiente; no entanto, áreas de cuidados especiais ou centros cirúrgicos podem requerer outras condições térmicas e de qualidade do ar onde, mesmo em condições favoráveis, não possa recorrer-se à arquitetura bioclimática. Mesmo dentro de um mesmo hospital, alguns setores podem ser resolvidos sem a necessidade de medidas ativas, mas outros podem exigir equipamentos específicos.

8. Resultados das simulações: economia

8.1 Energía

Para cada uma das tipologias e para cada uma das cidades, foram realizadas duas simulações. As figuras a seguir mostram a economia de energia de cada uma.

No caso da **Clínica Ambulatorial 1 (CPA1)**, foram obtidas maiores economias com o uso de medidas ativas (S2) do que com medidas passivas (S1). Para as S1, a economia está entre **22% e 36%,** enquanto para as S2, a economia está entre **43% e 48%,** em relação à linha de base.

Em relação ao consumo, pode-se afirmar que um edifício com essas características geralmente consome entre 8,1 MWh e 10,0 MWh ao mês, dependendo da cidade. Com base nisso, pode-se afirmar que, com a incorporação de medidas passivas, o consumo pode estar entre 5,1 MWh e 7,9 MWh ao mês e, com medidas ativas, pode ser reduzido para valores entre 4,1 MWh e 5,1 MWh ao mês, dependendo da cidade.

No caso da **Clínica Ambulatorial 2 (CPA2),** também foram encontradas diferenças importantes quando medidas ativas (S2) foram utilizadas em conjunto com medidas passivas (S1). Nas simulações S1, a economia está entre **20% e 31%,** enquanto nas simulações S2, a economia está entre **35% e 40%.**

Por outro lado, observa-se que o consumo de edifícios dessa tipologia geralmente (caso base) fica entre 34,0 MWh e 40,0 MWh ao mês, dependendo da cidade. Aplicando as estratégias de economia de energia, o consumo pode ser reduzido para valores entre 21,5 MWh e 30,0 MWh ao mês para as S1 e entre 20,0 MWh e 29,0 MWh ao mês para as S2.

No caso dos **Centros de Diagnóstico (CD),** a diferença de economia entre S1 e S2 em uma mesma cidade é reduzida; no entanto, a economia de energia varia de 22% a 50% entre as distintas cidades.

Figura 2. Clínica Ambulatorial 1 – Economia de energia segundo a cidade.

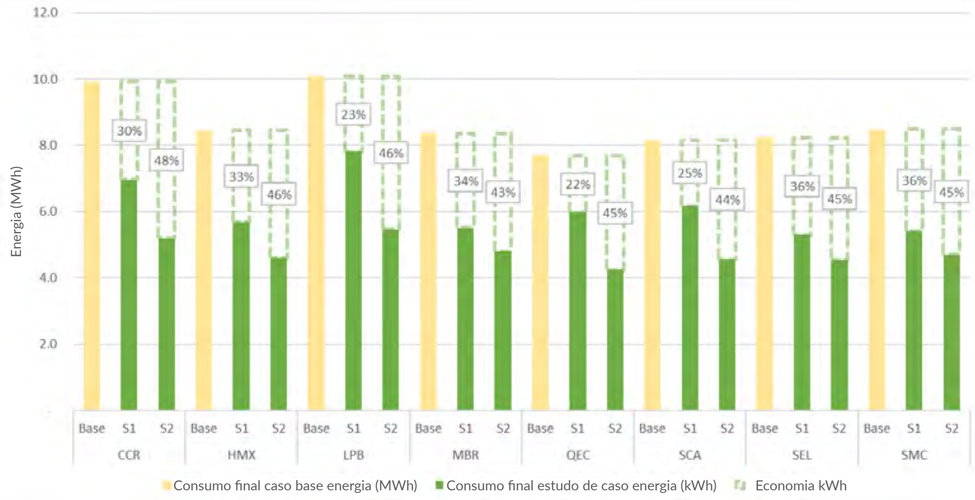
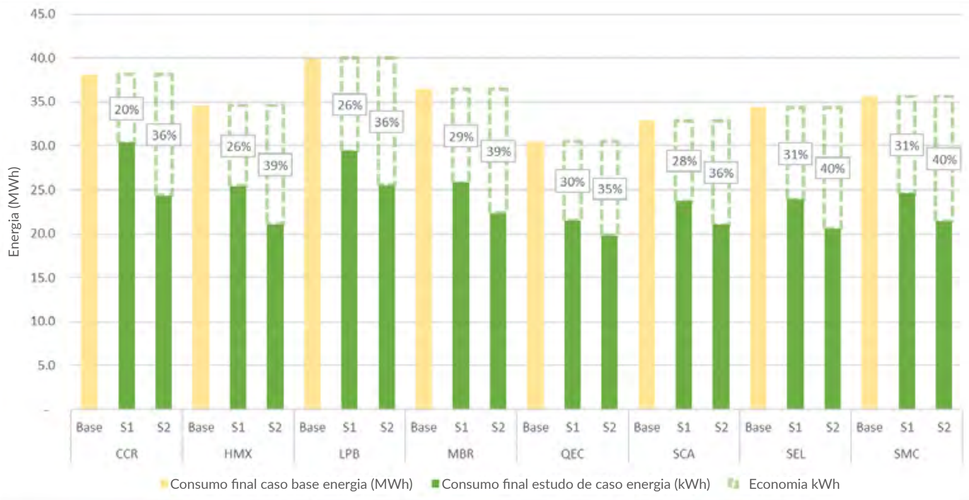


Figura 3. Clínica Ambulatorial 2 - Economia de energia segundo a cidade.



Aplicando as medidas de economia de energia, é possível obter redução de consumo entre 81,0 MWh e 110,0 MWh ao mês para as S1, e entre 75,0 MWh e 92,0 MWh ao mês para as S2, enquanto o consumo do caso base se encontra entre 116,0 MWh e 181,0 MWh ao mês.

Outro dado interessante a ser observado é que em La Paz-Bolívia, o consumo de energia é muito maior que nas demais cidades devido à demanda por aquecimento. Por sua vez, é também onde é possível obter maior economia no consumo energético.

O caso do **Hospital de Múltiplas Especialidades (HEM)** apresenta diferenças com os casos anteriores. Um HEM é um edifício de maior complexidade, com alta incidência de equipamentos médicos e eletromecânicos, o que representa um alto consumo energético. O consumo, em geral, de um edifício desta tipologia situa-se entre 380,0 MWh e 610,0 MWh ao mês.

Figura 4. Centro de Diagnóstico - Economia de energia segundo a cidade.

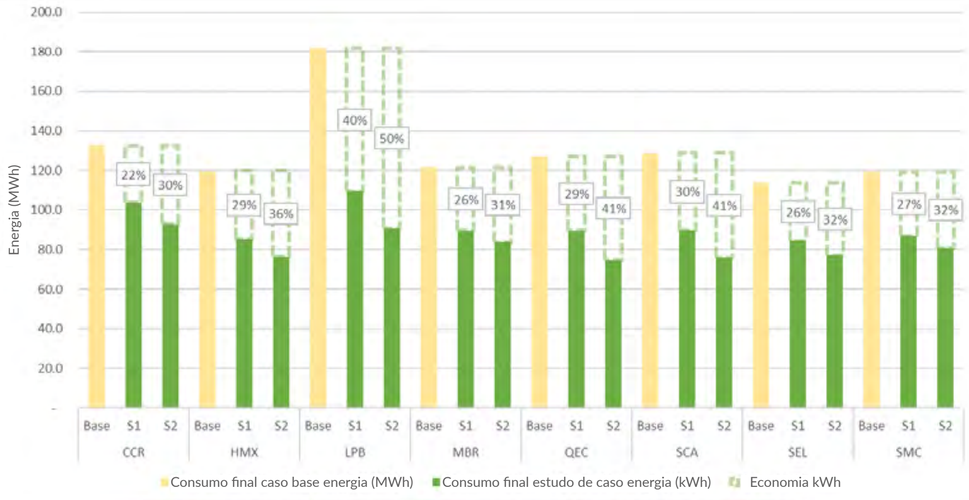


Figura 5. Hospital de Múltiplas Especialidades - Economia de energia segundo a cidade.

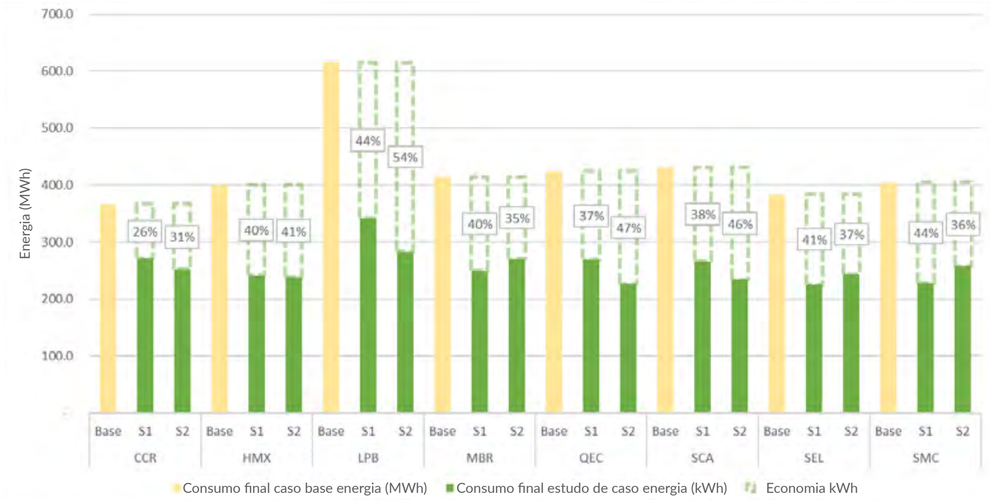
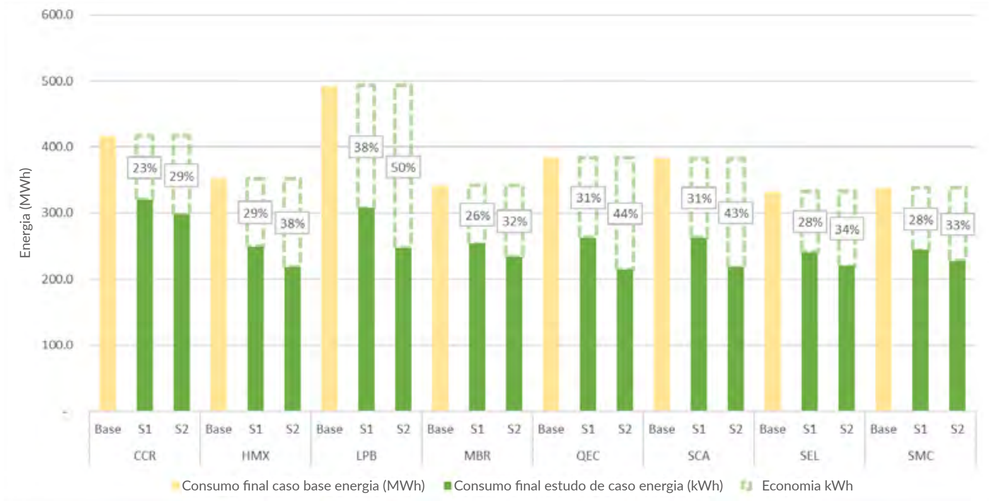


Figura 6. Hospital Universitário - Economia de energia segundo a cidade.



Como no caso do Centro de Diagnóstico, nessa tipologia a diferença de economia entre as S1 e S2 é praticamente inexistente.

As economias obtidas nas S1 e S2 variam de acordo com cada país, com a S1 em Cartago-Costa Rica sendo a de menor porcentagem de economia, com 26%, e as S2 em La Paz-Bolívia sendo a de maior economia, com 54%, mas apresentando o maior consumo no caso base.

Um caso particular é o da cidade de Hermosillo-México (HMX). O uso de ventilação natural e controle solar externo na S1 representam uma economia de 9,27%, enquanto na S2, que inclui as medidas de captadores de energia solar para água quente para atender 60% da demanda e energia fotovoltaica para atender 10% da demanda elétrica, obtém-se uma economia de 10,21%. Nesse caso em particular, pode-se observar que a diferença entre S1 e S2 é de aproximadamente 1%. No entanto, o custo incremental da S2 aumenta em quase US$ 200.000 devido ao alto custo dos equipamentos requeridos pelas medidas selecionadas.

Como no caso dos Hospitais de Especialidades Múltiplas, os **Hospitais Universitários (HU)** são edifícios complexos, nos quais o equipamento tem uma alta incidência no consumo de energia. O consumo, em geral, de um edifício desta tipologia situa-se entre 332,0 MWh e 493,0 MWh ao mês.

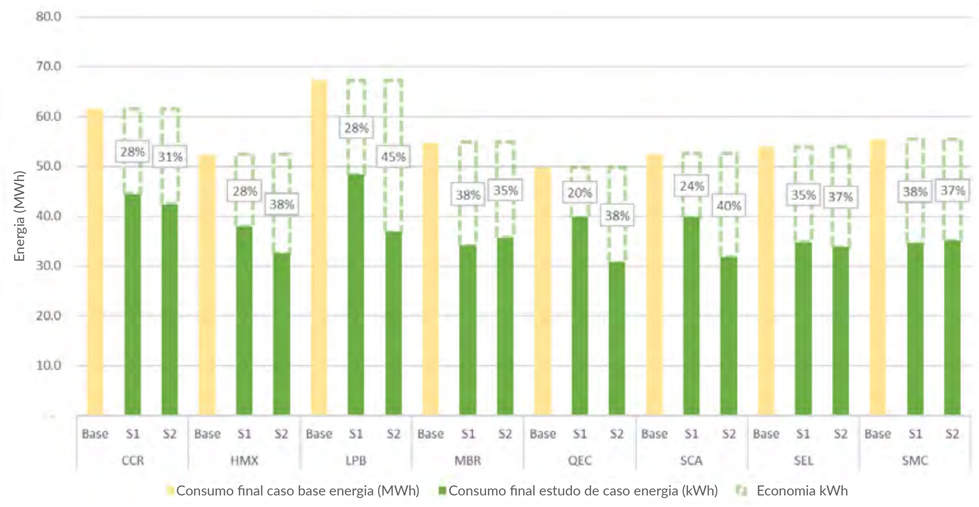
Como nos casos anteriores, a economia de consumo energético varia entre 23% e 50%, sendo as S2 de melhor desempenho devido às medidas ativas de economia de energia aplicadas.

Por último, no caso de um **Lar de Idosos (RA)**, o consumo energético, em geral, situa-se entre 49,8 MWh e 67,2 MWh ao mês.

Nesse caso, pode-se observar uma redução no consumo de energia que varia entre 20% e 38% para as S1 e entre 31% e 45% para as S2, quando comparado ao caso base.

Um caso particular é o de Santa Marta-Colômbia: a S1 apresenta 1% a mais de economia na categoria de energia, uma vez que as medidas conjuntas de controle solar externo e ventilação natural dos espaços proporcionam uma economia de 15,44%, enquanto que, nas S2, os captadores de energia solar para água quente para 60% da demanda, juntamente com a medida de energia fotovoltaica para 10% da demanda, proporcionam uma economia de 12,34%. Isso demonstra que, em cidades com temperaturas elevadas, existe um potencial maior de otimizar o projeto com a implementação de estratégias passivas de design.

Figura 7. Lar de Idosos - Economia de energia segundo a cidade.



QUANTA ENERGIA CONSOMEM OS EDIFÍCIOS DE SAÚDE?

Tabela 11. Consumo de energia segundo tipo de edifício.

Tipologia	Superfície (m^2)	Consumo mínimo mensal (MWh)	Consumo máximo mensal (MWh)	Consumo médio mensal (MWh)	Consumo médio mensal (kWh/m^2)
Clínica Ambulatorial (CPA1)	300	8,1	10,0	9.05	30.0
Clínica Ambulatorial (CPA2)	1.500 m^2	34,0	40,0	37.0	24.7
Centro de Diagnóstico (CD)	5.000 m^2	116,0	181,0	148.5	29.7
Hospital de Múltiplas Especialidades (HEM)	12.000 m^2	380,0	610,0	495.0	41.3
Hospital Universitário (HU)	20.000 m^2	332,0	493.0	412.5	21.0
Lar de Idosos (RA)	3.000 m^2	49,8	67,2	58.5	19.5

EM QUE OS PRÉDIOS DE SAÚDE CONSOMEM ENERGIA?

Analisando os dados de consumo global por tipologia, conclui-se que, do ponto de vista do consumo energético, os edifícios poderiam ser classificados em dois grupos: 1) aqueles sem hospitalização[7] e 2) aqueles com hospitalização[8].

Com esse agrupamento, é possível analisar em que os edifícios consomem energia:

Os do grupo 1 (sem hospitalização) geralmente não possuem equipamentos eletromecânicos de alto consumo, nem equipamentos de cozinha e lavanderia, entre outros, que estão presentes nos edifícios do grupo 2 (com hospitalização). É por esse motivo que um maior consumo energético é relatado para este tipo de equipamento.

Abaixo são comparadas as simulações realizadas em um exemplo de cada grupo na cidade de Cartago-Costa Rica. O exemplo do Hospital Universitário (HU) mostra que existe um componente de serviço de alimentação e lavanderia com alta incidência, que não aparece no exemplo do Centro de Diagnóstico (CD).

Figura 8. Consumo de Energia/ m²/ ano. CCR-CD-Simulação 1 e 2.

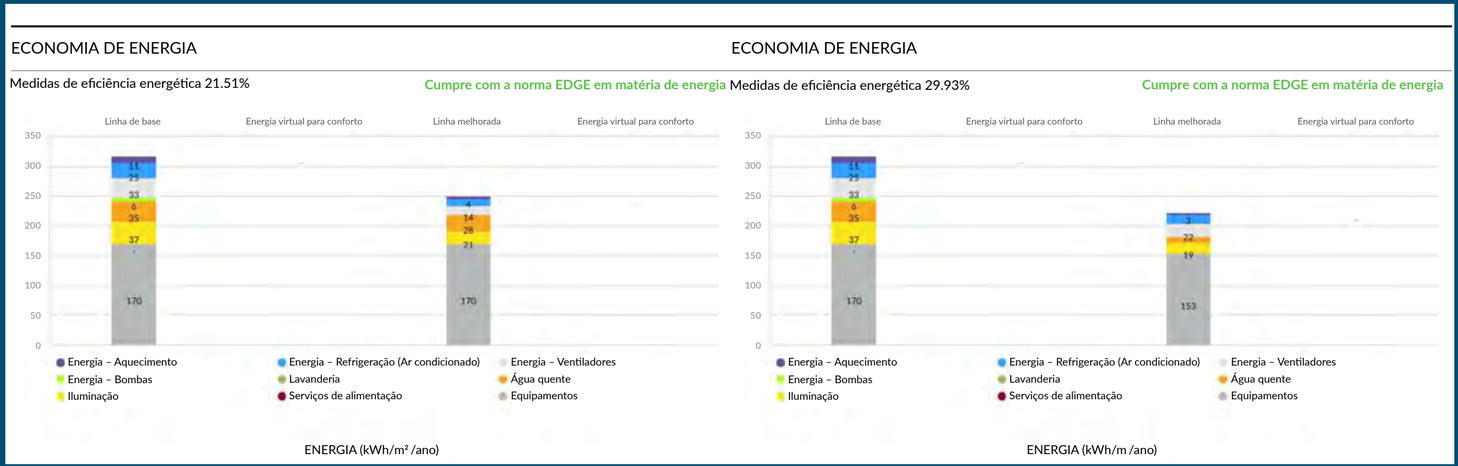
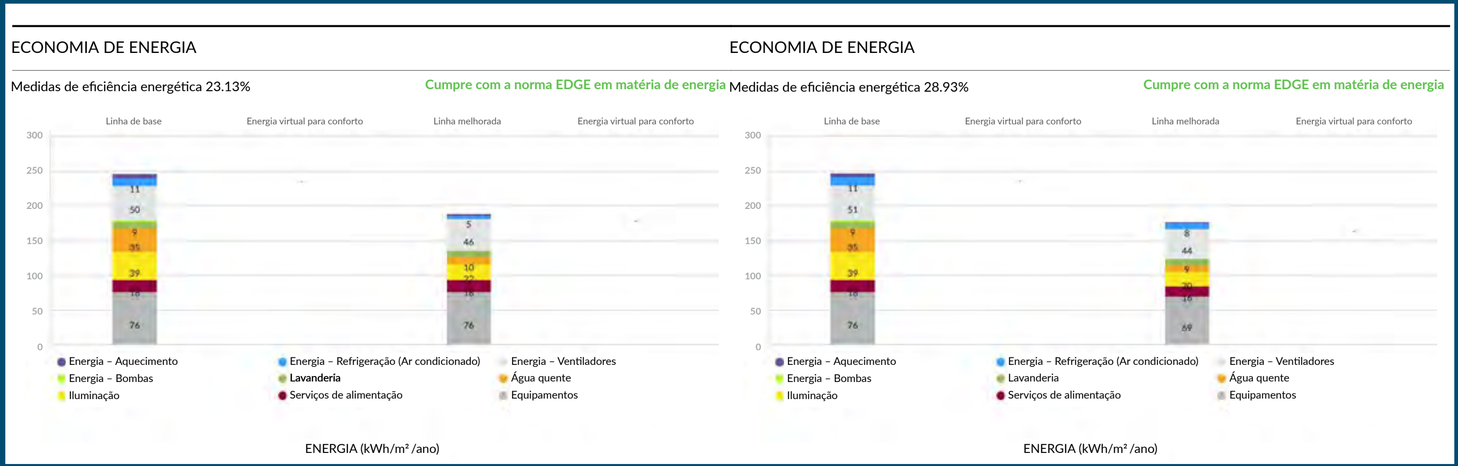


Figura 9. Consumo de Energia/m²/ ano. CCR-HU-Simulação 1 e 2.



7 Incluindo CPA1, CPA2, CD e RA. Este último, ainda que tenha alojamentos, não são considerados hospitalização.

8 Incluindo HEM e HU.

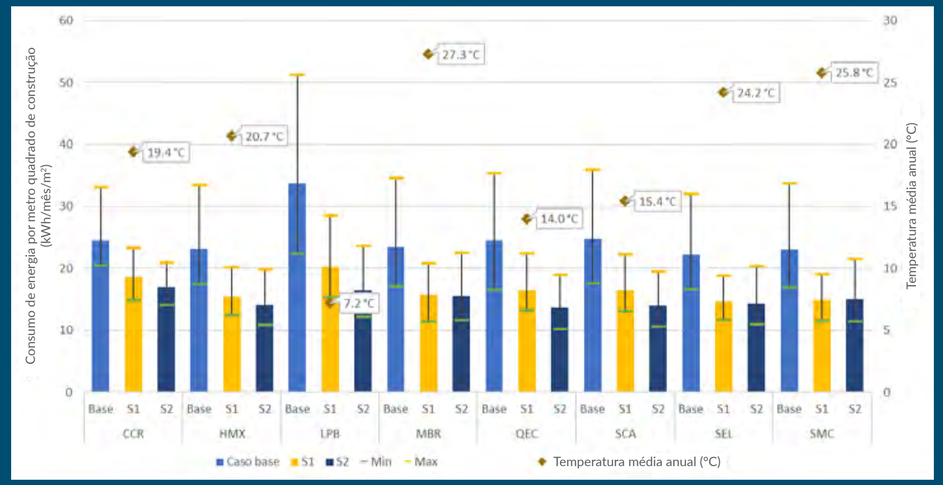
O CASO PARTICULAR DE LA PAZ-BOLÍVIA

Das cidades analisadas, o caso de La Paz-Bolívia é o que representa o maior consumo de energia em sua linha base. A demanda por aquecimento tem um grande impacto, como mencionado anteriormente.

Se for analisado o consumo por metro quadrado (m^2) de todas as tipologias, conclui-se que o consumo por metro quadrado em La Paz-Bolívia é consideravelmente maior que nas outras cidades; e, da mesma forma, nota-se que a temperatura média é consideravelmente menor.

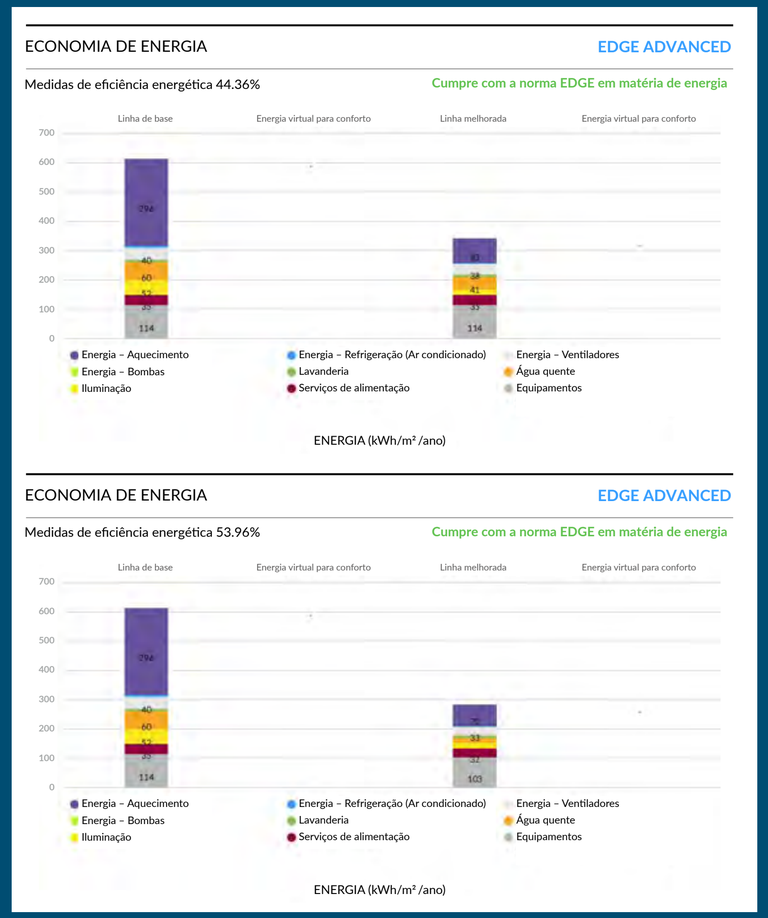
Se analisarmos, como nos casos anteriores, o caso do Hospital de Múltiplas Especialidades, podemos observar o impacto do clima frio no consumo energético para aquecimento.

Figura 10. Consumo de energia médio por m^2 por cidade.



Nota: As barras indicam os valores máximos e mínimos das tipologias

Figura 11. Consumo de energia anual (m^2/ano). LPB-HEM-Simulação 1 e 2



8.2 Água

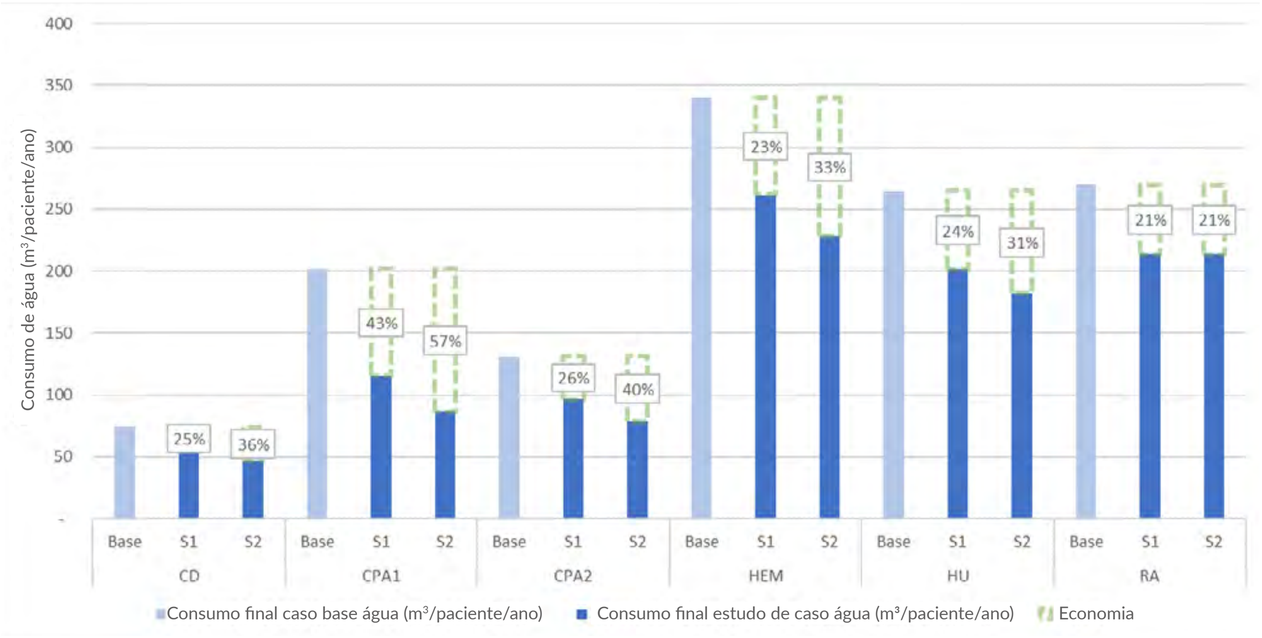
No caso da economia de água, foram realizadas duas simulações utilizando a mesma metodologia para cada uma das tipologias e cidades. Nesse caso, os resultados são indicados como a média por cidade para todas as tipologias, uma vez que não foram evidenciadas diferenças substanciais entre as cidades.

As mesmas medidas de economia foram aplicadas para todas as tipologias, obtendo-se um valor de consumo de água por ano por metro quadrado, bem como a economia no caso das S1 e S2.

Como no caso da energia, as tipologias de edifícios podem ser agrupadas de acordo com a distribuição do uso final da água potável. Nesse sentido, são identificados dois **tipos de edifícios,** aqueles que possuem infraestrutura de **leitos e lavanderia** (HEM, HU e RA) e aqueles que não possuem esses serviços (CPA1, CPA2 e CD). Em geral, foram alcançadas economias entre 21% e 43% no caso de tipologias sem leitos, e entre 23% e 33% naquelas com leitos.

Em todos os casos, o consumo e a economia são altos quando são implementadas torneiras e aparelhos sanitários eficientes, e a magnitude da economia depende do número de banheiros, ou seja, do número de pacientes que o edifício abriga. Sem embargo, no caso de edifícios com leitos e lavanderia, se os serviços de alimentação forem adicionados, o consumo de água é substancialmente incrementado.

Figura 12. Média diária de consumo de água (m³/paciente) Simulação 1 e 2.



EM QUE OS EDIFÍCIOS DE SAÚDE CONSOMEM ÁGUA?

Os edifícios que não possuem leitos e serviço de lavanderia apresentam comportamento similar em relação ao consumo de água potável. A figura a seguir mostra a distribuição do consumo de água potável nos Centros de Diagnóstico, tanto para as S1 quanto para as S2. Essa distribuição é muito similar para as CPA1 e CPA2. Os maiores consumo e economia são encontrados nas categorias de torneiras e aparelhos sanitários somados, o que nos permite concluir que há uma relação direta entre a superfície e o consumo de água.

Por outro lado, a distribuição do consumo de água potável no Hospital Universitário, tanto para a S1 quanto para a S2, é muito semelhante à de um Hospital de Múltiplas Especialidades. Embora a proporção de consumo em torneiras e utensílios sanitários esteja diretamente relacionada à escala do edifício, o diferencial de consumo é representado pelos serviços de alimentação e lavanderia.

Figura 13. Consumo diário de água por paciente. CCR-CD-Simulação 1 e 2.

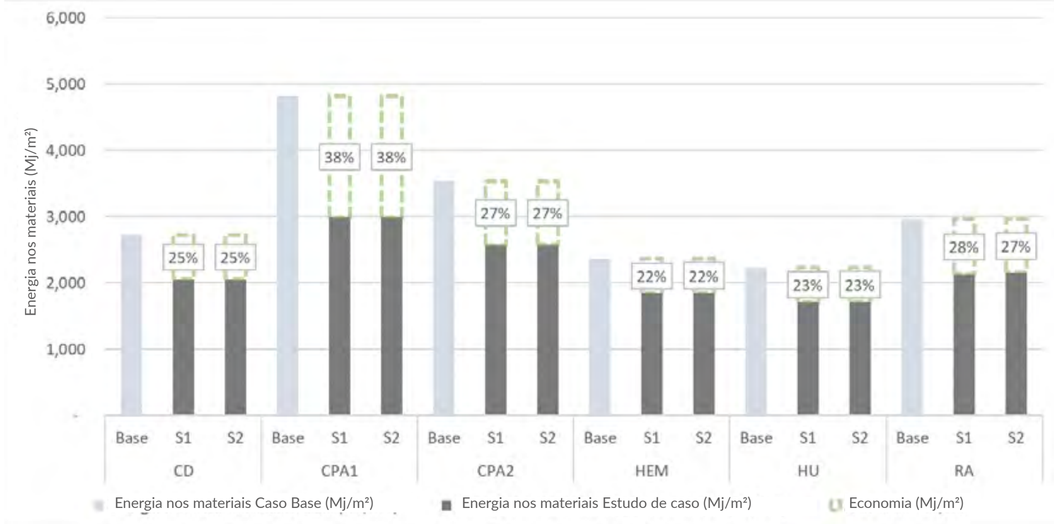
Figura 14. Consumo diário de água por paciente. CCR-HU-Simulação 1 e 2.

8.3 Materiais

Como explicado no capítulo anterior, não há diferença entre os materiais selecionados para as S1 e S2, portanto os resultados são praticamente iguais. Conforme indicado, após múltiplas interações com diferentes tipos de materiais no aplicativo EDGE, optou-se por utilizar uma combinação de materiais que atingisse o menor custo incremental com a maior economia de energia incorporada.

No caso dos materiais, a economia de energia incorporada foi estabelecida entre 22% e 38%, com relação à linha de base, de acordo com o tipo de edifício.

Figura 15. Média de energia incorporada nos materiais. Simulação 1 e 2.



MALHA 3D DE CONCRETO PROJETADO E POLIESTIRENO

O uso desse material para paredes externas e internas tem um alto impacto na economia de energia incorporada nos materiais e, adicionalmente, repercute nas necessidades de climatização do edifício. No exemplo a seguir, demonstra-se como essa solução, no caso do Centro de Diagnóstico em Cartago-Costa Rica, combinada apenas com o uso de caixilhos de PVC não plastificado, reduz a energia incorporada nos materiais em 24,76%.

Utilizando o mesmo material em uma tipologia de maior complexidade, como por exemplo o Hospital Universitário da mesma cidade, resultados similares podem ser observados.

Figura 16. Energia incorporada nos materiais/m². CCR-CD-Simulação 1 e 2.

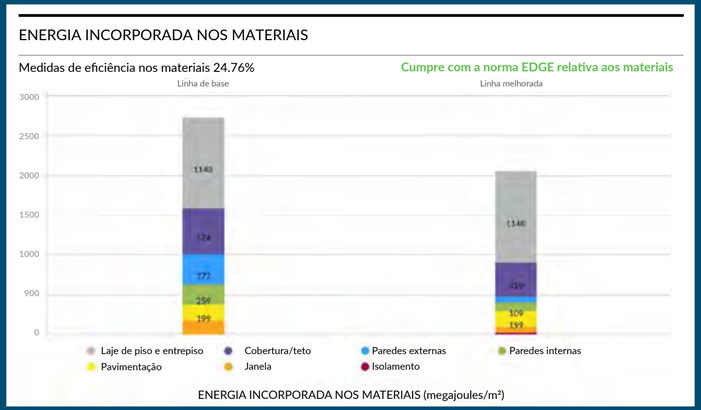
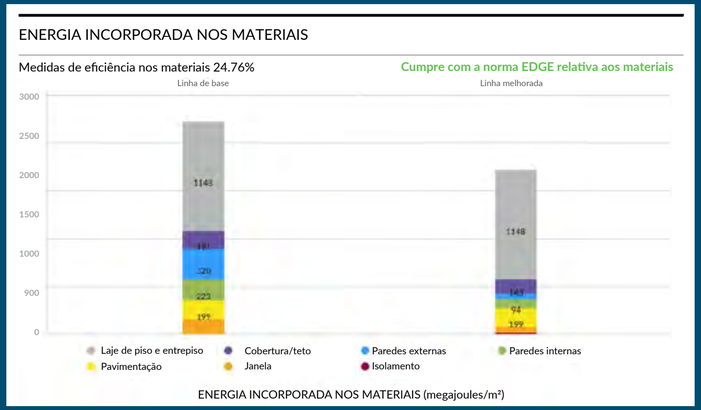


Figura 17. Energia incorporada nos materiais/m². CCR-HU-Simulação 1 e 2



QUANTO PODEMOS ECONOMIZAR?

ENERGIA

Poderiam ser economizados em média 109 kWh por metro quadrado de construção.

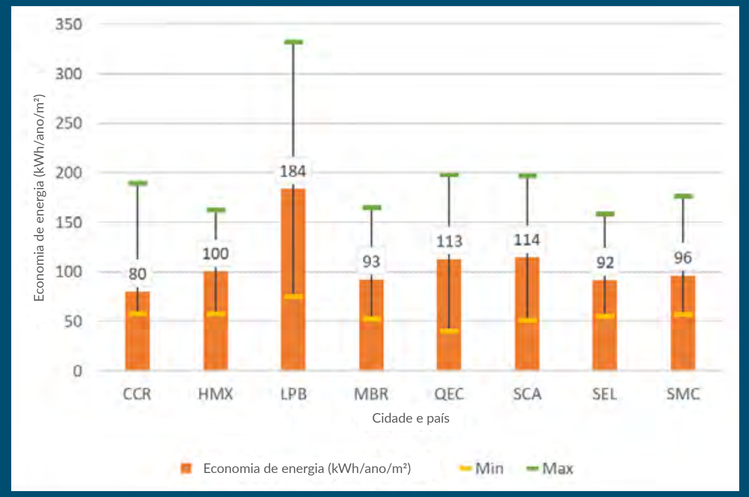


Figura 18. Economia anual de energia por m² para diferentes cidades.

ENERGIA INCORPORADA NOS MATERIAIS

Poderia ser economizado em média 0.6 GJ em materiais por metro quadrado de construção.

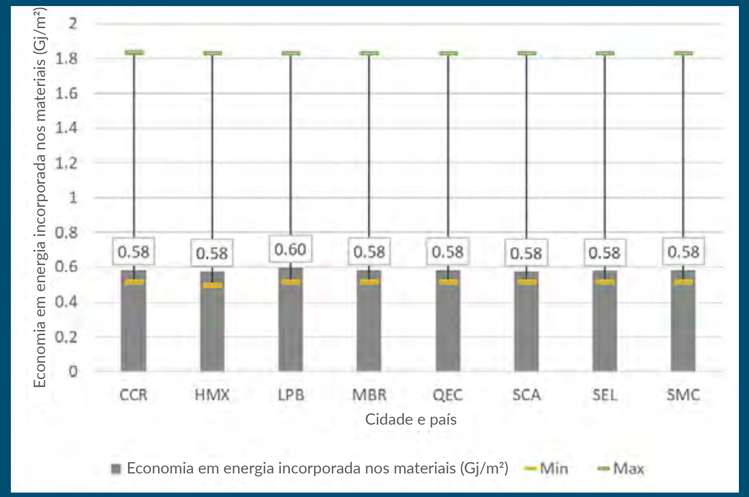


Figura 20. Economia em energia incorporada nos materiais por m² para diferentes cidades.

ÁGUA

Poderia ser economizado em média 0.9 m³ de água por metro quadrado de construção.

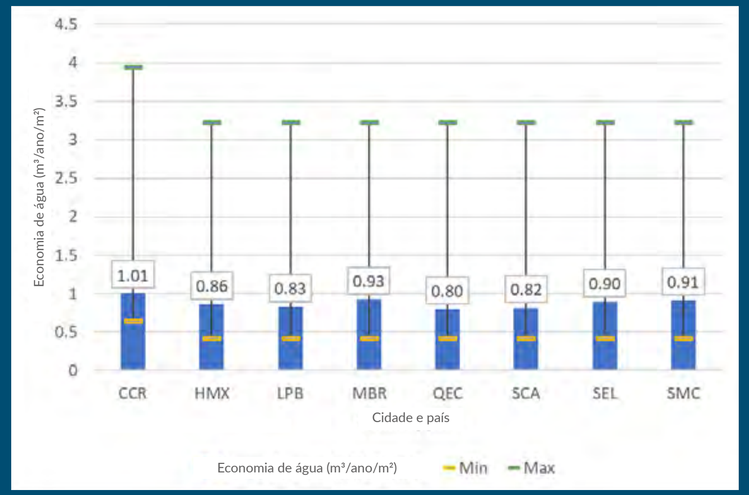


Figura 19. Economia anual de água por m² para diferentes cidades.

EMISSÕES DE CO_2

Poderiam ser economizados em média 44 kCO_2 por metro quadrado de construção.

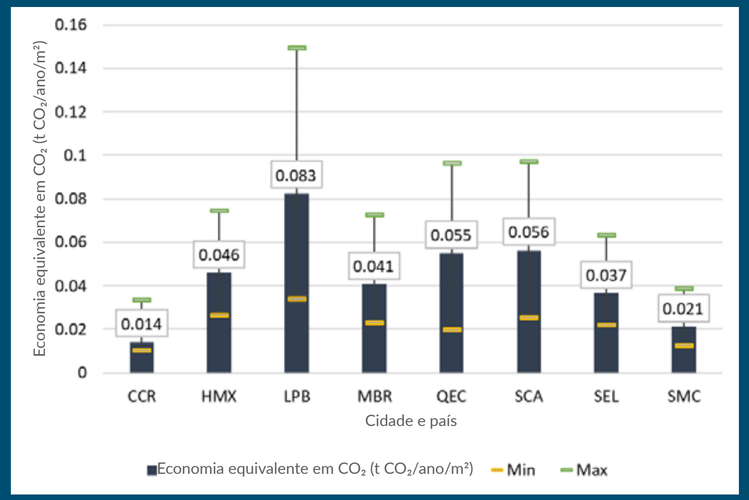


Figura 21. Economia em emissões por m² para diferentes cidades.

Dicas

É de grande importância a implementação de estratégias de economia de energia que sejam simples de implementar, tecnicamente viáveis e com o menor tempo de retorno possível. É preciso não apenas avaliar a economia de energia, mas também o custo de sua implementação, operação e manutenção.

De acordo com a análise entre investimento e economia de energia, o melhor equilíbrio, considerando os casos propostos, é obtido quando se considera 60% da demanda por água quente sendo atendida por coletores solares térmicos, e 10% da demanda de energia sendo atendida por painéis fotovoltaicos.

No caso de clima quente e seco, com altas temperaturas e baixa umidade, medidas passivas possuem melhor custo-benefício. Enquanto que em um clima frio, onde se requer maior isolamento e aquecimento, essas medidas provavelmente terão menor custo-benefício.

O uso de sistemas de ar condicionado do tipo VRF reduz substancialmente o consumo de água, uma vez que não requer o uso de água potável nos processos de resfriamento do condensador.

A reutilização de águas cinzas na descarga de vasos sanitários e utensílios sanitários tem um alto impacto na economia de água potável. Nas simulações, fica aproximadamente entre 5% e 15%, dependendo do tipo de edifício.

Do ponto de vista do investimento, a reutilização de águas cinzas tem melhor custo-benefício do que a reutilização da água da chuva.

9. Análise financeira dos estudos de caso

Do ponto de vista financeiro, há dois elementos principais a serem levados em consideração: o custo incremental das medidas incorporadas e a economia potencial no custo dos serviços públicos.

Para realizar a análise financeira e o cálculo dos indicadores anteriores, o aplicativo EDGE foi tomado como base, uma vez que considera ambos os fatores: o custo incremental e o custo das tarifas de serviços públicos. No entanto, como a EDGE atualiza as tarifas de serviços públicos a cada 3 anos aproximadamente, também foi realizada a análise financeira usando custos de mercado dos serviços em outubro de 2019[9].

Custo incremental: é o dinheiro adicional necessário para a incorporação das medidas de eficiência selecionadas, em comparação com o custo de construção da linha de base.

Economia em serviços públicos: é o custo mensal economizado nas contas de serviços públicos, produto do menor consumo devido às medidas de economia implementadas.

9 A EDGE estabelece os custos de construção e serviços públicos decorrentes de sua atualização periódica, os quais são utilizados por padrão. No entanto, esses valores são editáveis e podem ser modificados. O Guia do Usuário recomenda revisar os custos estabelecidos por padrão e ajustá-los se necessário.

9.1 Análise financeira utilizando EDGE

A EDGE conta com um banco de dados de custos de construção e de serviços públicos por cidade. Esses dados são baseados na média dos dados globais e são ajustados periodicamente. Esses resultados são apresentados para fins de orientação na comparação entre as medidas.

Das 8 cidades (países) analisadas, a Costa Rica tem o custo mais alto de serviços públicos, como mostra a figura a seguir.

Para comparar diferentes tipologias e cidades/países, foram calculados o custo incremental e a economia de serviços públicos por metro quadrado de construção[10].

Da forma similar ao observado com o custo das tarifas de serviço público, Cartago-Costa Rica possui o maior **custo incremental** por metro quadrado de construção em comparação com as demais cidades. **Em Cartago, o custo incremental é superior a US$ 21/m²**, enquanto nas outras cidades varia de US$ 10 a US$ 17/m², com **Hermosillo-México apresentando o menor valor**.

A viabilidade econômico-financeira de um projeto depende de muitos fatores. Este documento centra-se na análise financeira, mediante o cálculo de alguns indicadores básicos para cada cenário.

10 A EDGE estabelece os custos de construção e serviços públicos decorrentes de sua atualização periódica, os quais são utilizados por padrão. No entanto, esses valores são editáveis e podem ser modificados. O Guia do Usuário recomenda revisar os custos estabelecidos por padrão e ajustá-los se necessário

Figura 22. Tarifas elétricas e de água por país segundo EDGE.

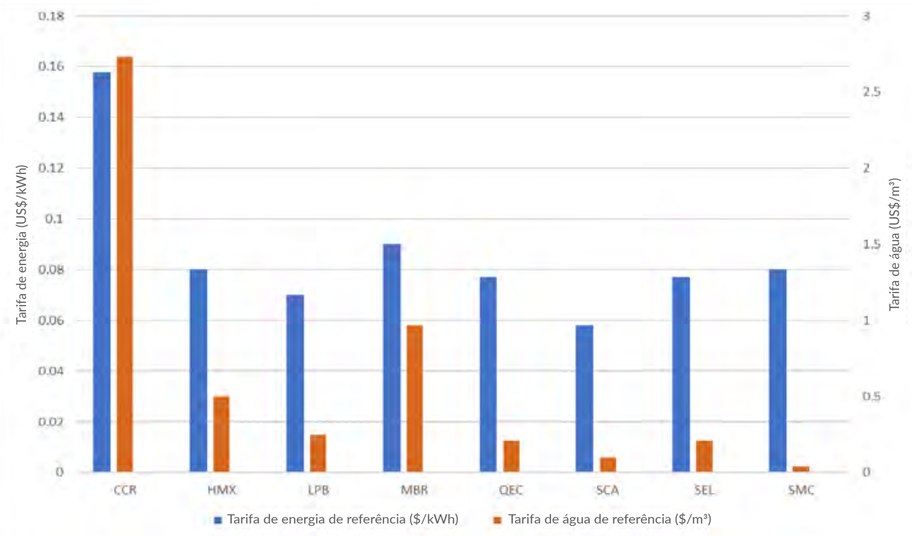
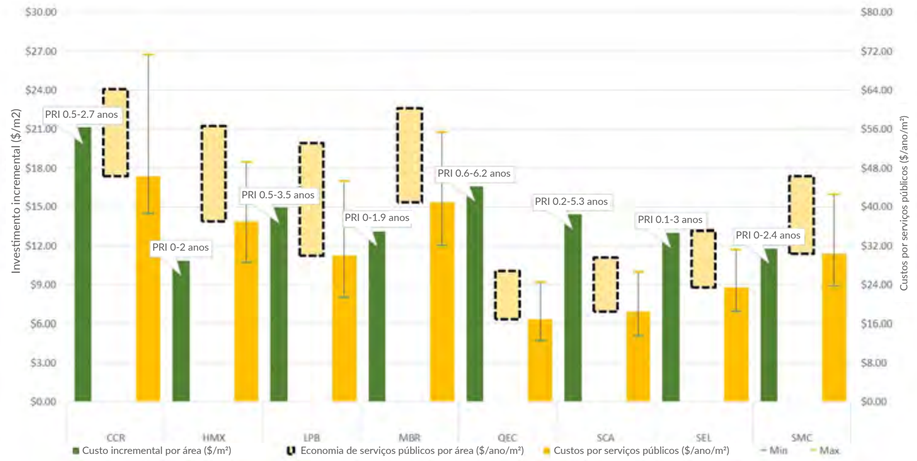


Figura 23. Custo incremental por m² e economia em diferentes cidades por ano.



Valor Presente Líquido (VAN): Avalia os fluxos futuros para o presente ou, em outras palavras, determina a equivalência no tempo 0 dos fluxos futuros gerados por um projeto e compara essa equivalência com o investimento inicial. O exercício aqui apresentado considera o custo incremental como custo inicial e a economia em serviços públicos como os fluxos futuros do projeto. Também foi calculado com uma taxa de desconto de 10% e 15 anos de fluxos.

Taxa Interna de Retorno (TIR): É a taxa de desconto com a qual valor presente líquido (VAN) é igual a zero.

Período de recuperação do investimento (PRI): É a quantidade de anos necessários para recuperar o investimento decorrente da divisão do custo incremental pela economia média anual do primeiro ano.

Ao analisar esses indicadores para as diferentes simulações, são obtidos resultados financeiramente atrativos. Por exemplo, a média de Cartago-Costa Rica mostra um VAN positivo, ou seja, o projeto cria valor ou economia em serviços públicos em um valor maior que o custo incremental para realizar os investimentos que permitem obter uma certificação como EDGE. Para o mesmo caso, a TIR é de 73%, superior à taxa de desconto (10%) escolhida para este ano, o que significa que a taxa de retorno é maior que a taxa mínima de retorno exigida em investimento. Essa taxa implicaria que, para um investimento adicional de US$ 21 em cada metro quadrado, é possível gerar uma economia de US$ 15 por metro quadrado ao ano.

9.2 Análise financeira segundo tarifas de mercado

Uma vez analisados os resultados financeiros das simulações EDGE, procedeu-se com a realização do cálculo com base em uma pesquisa das tarifas de mercado dos serviços públicos em cada um dos países estudados. Assim, a análise financeira pode ser aperfeiçoada e contrastada de duas maneiras distintas.

As tarifas utilizadas foram produto de uma pesquisa dos preços de mercado com empresas comercializadoras em cada cidade/país, considerando para a eletricidade uma tarifa de acordo com o tipo de edifício e o consumo esperado. Os valores de custo de energia e água empregados para esta segunda análise e sua referência podem ser encontrados no Anexo 7.

Figura 24. Indicadores financeiros das cidades.

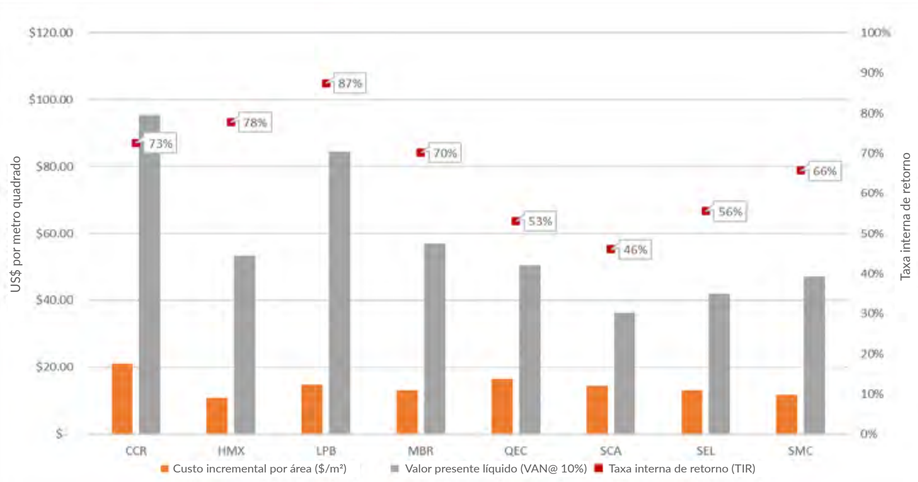
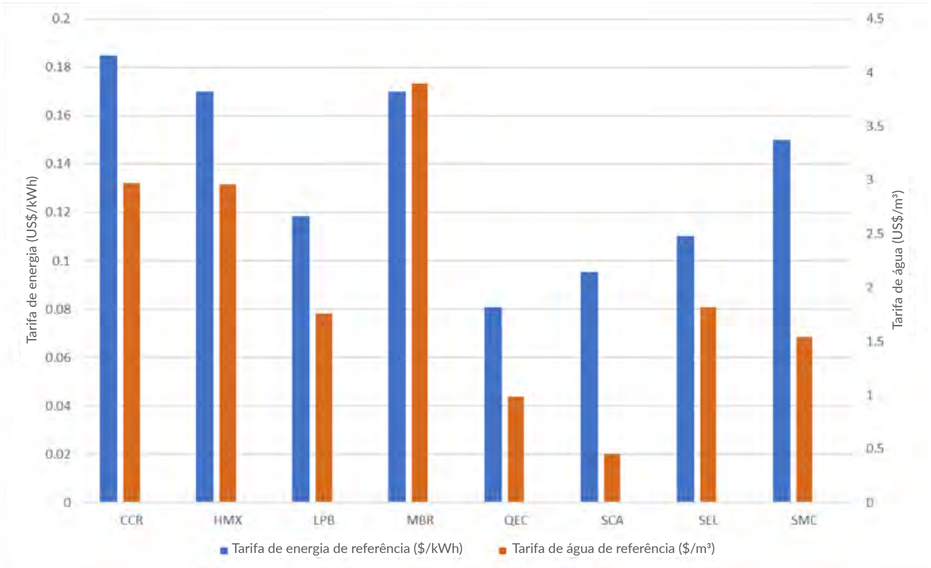


Figura 25. Tarifas elétricas e de água por cidade/país segundo preços de mercado.



Com esta análise, verificou-se que, embora os custos de água e energia em Cartago-Costa Rica permaneçam altos, conforme indicado pela EDGE, a diferença não é tão significativa com as demais cidades do estudo. Da mesma forma, a tarifa de água em Manaus-Brasil parece estar acima de todas as outras. Com esses dados, procedeu-se a um novo cálculo dos indicadores financeiros previamente obtidos.

Com esta segunda análise, que considera as tarifas de mercado, os retornos do investimento simples se veem reduzidos. Isso ocorre porque o custo incremental permanece inalterado (calculado de acordo com a EDGE), enquanto maiores economias são obtidas pelo pagamento de serviços públicos. No caso de Puerto Santa Cruz-Argentina, observa-se a mudança mais significativa, uma vez que o PRI, que na primeira análise foi de 9 anos, passa para 5,3 anos na segunda análise.

A TIR está acima de 10%, motivo pelo qual fica comprovado que as medidas de economia selecionadas com o aplicativo EDGE são economicamente viáveis.

Em conclusão, realizada a análise financeira com os dados de custo incremental da EDGE e os dados das tarifas públicas tanto da EDGE como da pesquisa de mercado, foi possível verificar que os indicadores financeiros apresentam resultados atrativos. Nesse sentido, embora considere-se que as tarifas de serviço público da EDGE possam estar desatualizadas (são atualizadas a cada 3 anos), ainda assim as medidas de design selecionadas geram economia em tempos de retorno aceitáveis.

Figura 26. Custo incremental por m² e economia por cidade com tarifas de preços de mercado.

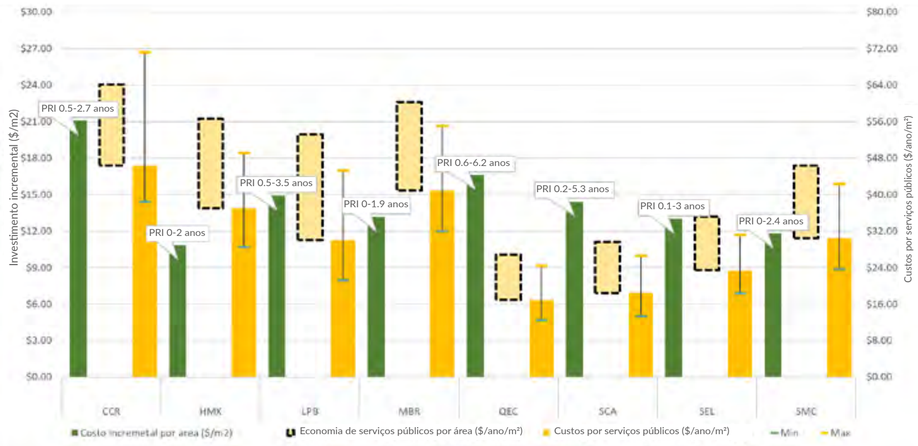
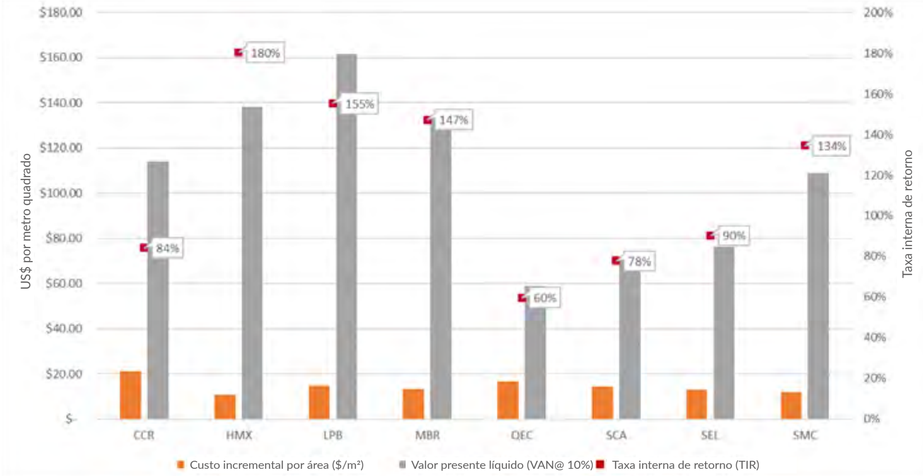


Figura 27. Indicadores financeiros de diferentes cidades com tarifas pesquisadas.



RESUMO COMPARATIVO DE TARIFAS

Tabela 12. Resumo comparativo de tarifas.

	EDGE		Mercado	
	Tarifa de energía ($/kWh)	Tarifa de água ($/m³)	Tarifa de energia ($/kWh)	Tarifa de agua ($/m³)
Cártago – Costa Rica	0.16	2.73	0.18	2.97
Hermosillo - México	0.08	0.50	0.17	2.96
La Paz - Bolivia	0.07	0.25	0.12	1.76
Manaos - Brasil	0.09	0.97	0.17	3.90
Quito - Ecuador	0.08	0.21	0.08	0.98
Puerto Santa Cruz - Argentina	0.06	0.10	0.09	0.45
San Salvador – El Salvador	0.08	0.21	0.11	1.82
Santa Marta - Colombia	0.08	0.04	0.15	1.54

10. Hospital existente

O caso corresponde a um exemplo hipotético de um Hospital Público já existente de 40.032 m², construído no ano 2000 e localizado na cidade de Buenos Aires-Argentina, onde não são previstas modificações arquitetônicas, mas serão incorporadas medidas com a objetivo de obter ao menos 20% de economia no consumo de energia e água em relação à linha de base. No anexo 5 podem ser encontrados os detalhes do projeto e das condições climáticas.

Quando se trata de edifícios existentes com idade igual ou superior a 5 anos, a metodologia EDGE estabelece que, na categoria de materiais, deve ser inserido o tipo "reutilização de material existente". Esse aspecto, ainda que relevante para a obtenção da certificação EDGE uma vez que garante a conformidade com a redução de 20% no componente de materiais, para os fins desta análise não o é. Portanto, além de inserir as características de projeto do edifício existente, são fornecidas apenas informações sobre as medidas relacionadas às categorias de energia e água que buscam obter resultados com melhor custo-benefício.

No entanto, o fato da análise da economia de energia incorporada nos materiais não ser realizada não significa que mudanças não sejam incluídas em alguns materiais que visam melhorar a eficiência energética. Por exemplo, o aumento no isolamento de paredes ou janelas, ou a incorporação de proteção solar nas fachadas, são materiais incorporados ao projeto que aumentam o custo incremental e também resultam em sistemas mais eficientes em termos energéticos.

Um total de 9 simulações foi realizado para o hospital existente. As simulações "a", "b", "c", e "d" centram-se em estratégias de economia passiva. As simulações "e", "f", "g" e "h" centram-se em estratégias de economia ativa. A simulação "i" contempla apenas o ingresso de informações sobre as medidas mínimas (indicadas com * na plataforma online) e analisa o comportamento final de custo-benefício.

O Anexo 6 resume as diferentes simulações e economias para esse caso.

10.1 Simulação a

Nesta simulação, com base em uma estratégia passiva de design, obtêm-se como resultado uma economia de 29% em energia e de 24,77% em água.

Medidas consideradas:

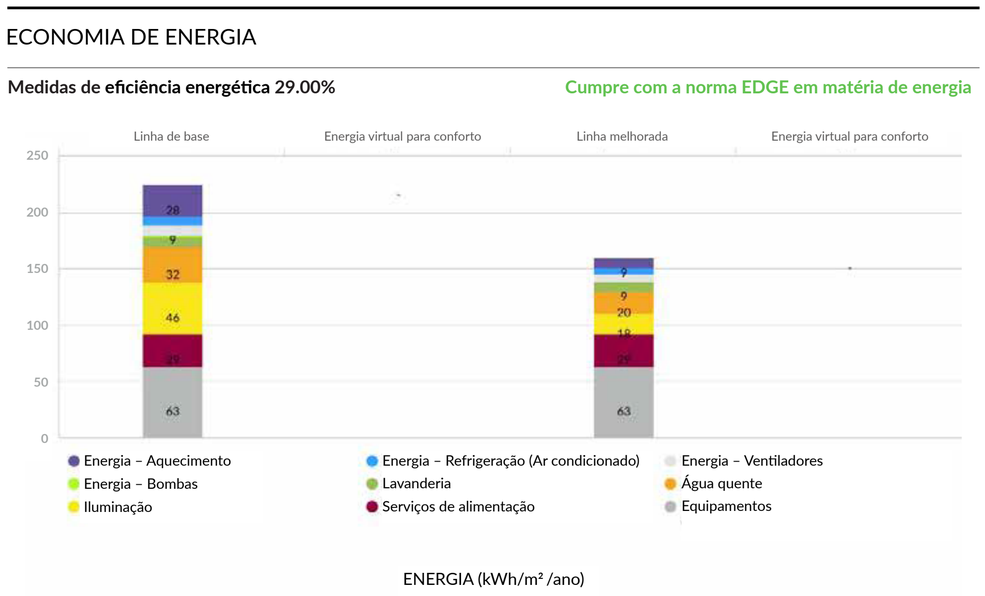
Energia: foram consideradas apenas as medidas mínimas recomendadas por padrão pela EDGE, além do uso de iluminação eficiente em todos os ambientes, e medidas passivas, como controle solar externo e ventilação natural em corredores, saguão e quartos de pacientes.

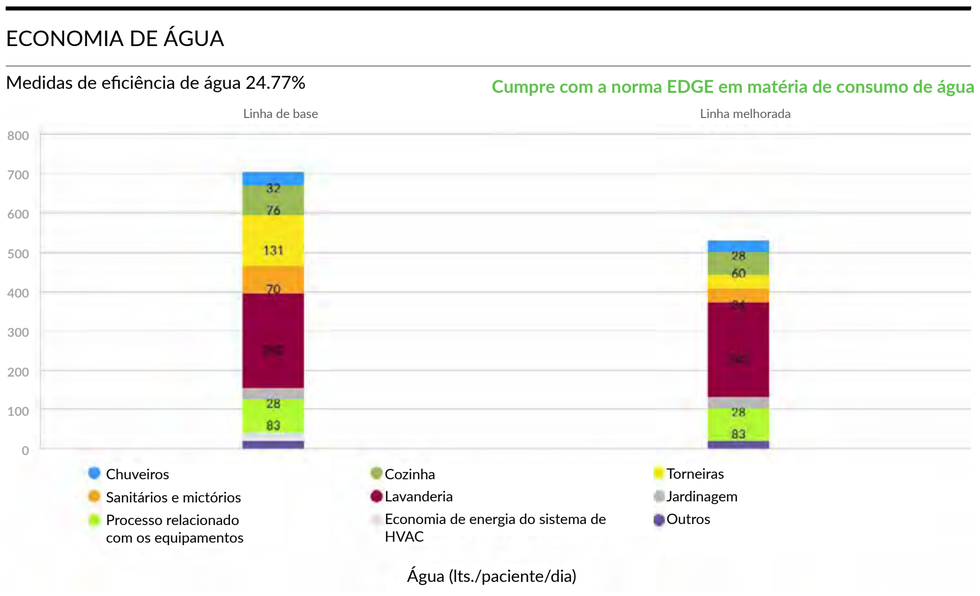
Água: Foram consideradas as medidas mínimas recomendadas por padrão, sem acréscimos ou modificações de vazões, tomando-se os fluxos e descargas da linha de economia proposta pela EDGE:

- Chuveiros: 7 litros/min.
- Lavatório de banheiros 2 litros/min.
- Serviços sanitários com descarga dupla: 6 litros na primeira descarga e 3 litros na segunda descarga.
- Mictórios de 2 litros por descarga.
- Pias de cozinha 6 litros/min.

Essa simulação não inclui o sistema de recuperação da água de enxágue da lavagem de roupas, uma vez que apresenta um alto custo incremental comparado com o baixo aumento de eficiência.

Figura 28.Resumo de resultados caso BAA-HP-Simulação a.





10.2 Simulação b

Essa simulação também conta com medidas passivas de projeto e mostra uma economia de 29,36% em energia e de 26,36% em água.

Medidas consideradas:

Energia: além das medidas mínimas recomendadas por padrão pela EDGE e do uso de iluminação eficiente em todos os ambientes, foram consideradas as seguintes medidas adicionais.

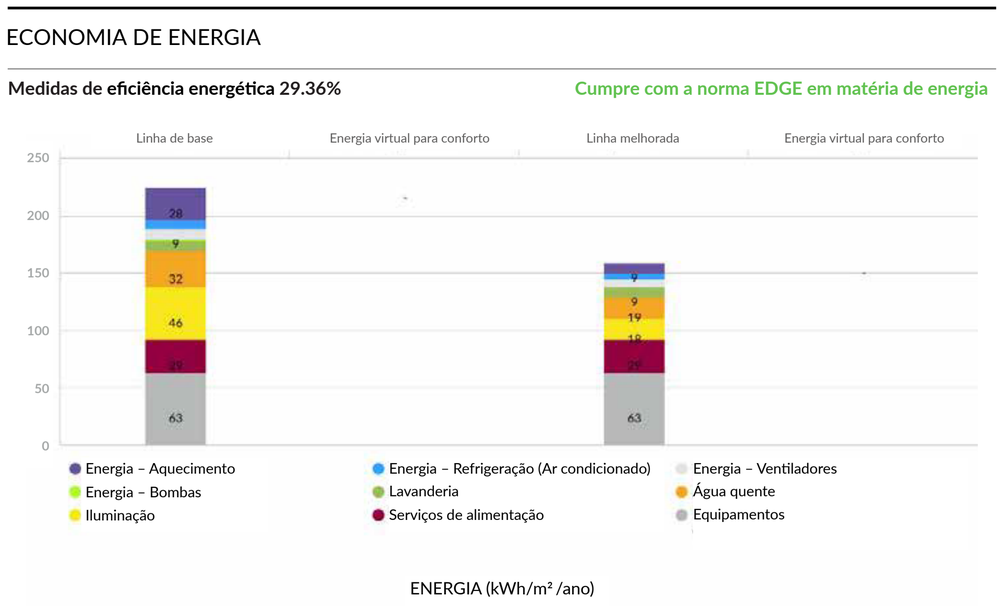
- Pinturas refletivas em tetos e paredes.
- Vidro de alto desempenho térmico.
- Sistema de ar condicionado VRF com COP de 3.5 como sistema de refrigeração que fornece ao projeto mais eficiência a um baixo custo incremental.

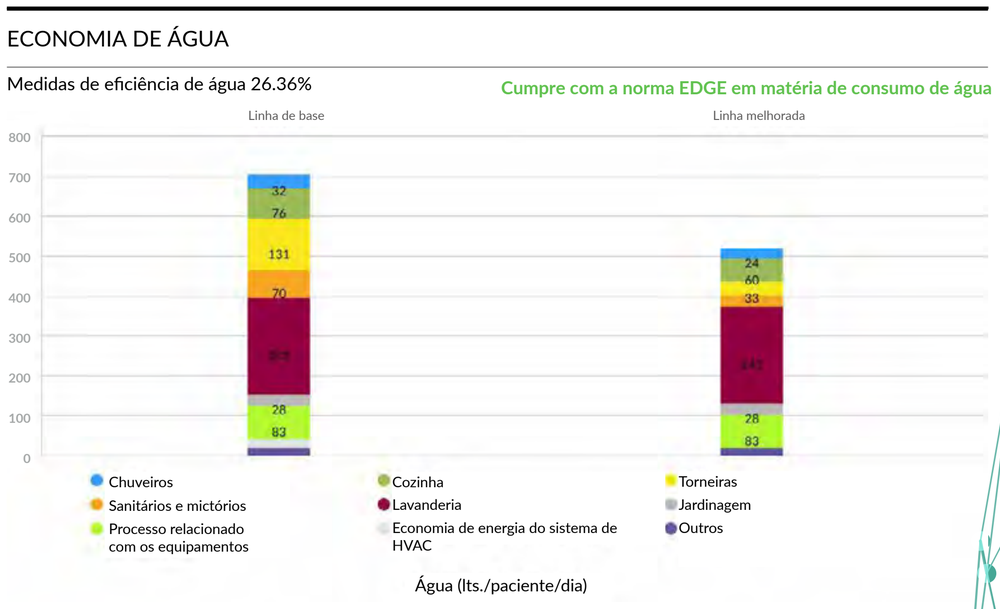
Água: Foram consideradas as medidas mínimas recomendas pela EDGE e, adicionalmente, ajustaram-se os fluxos de vazões e descarga para:

- Chuveiros 6 litros/min.
- Mictórios secos (0 litro por descarga).

Como na simulação a, o sistema de recuperação da água de enxágue da lavagem de roupas não é incluído devido ao seu alto custo incremental para o projeto.

Figura 29. Resumo de resultados caso BAA-HP-Simulação b.





10.3 Simulação c

Essa simulação também conta com medidas passivas de projeto e demonstra uma economia de 29,17% em energia e 31,78% em água.

Medidas consideradas:

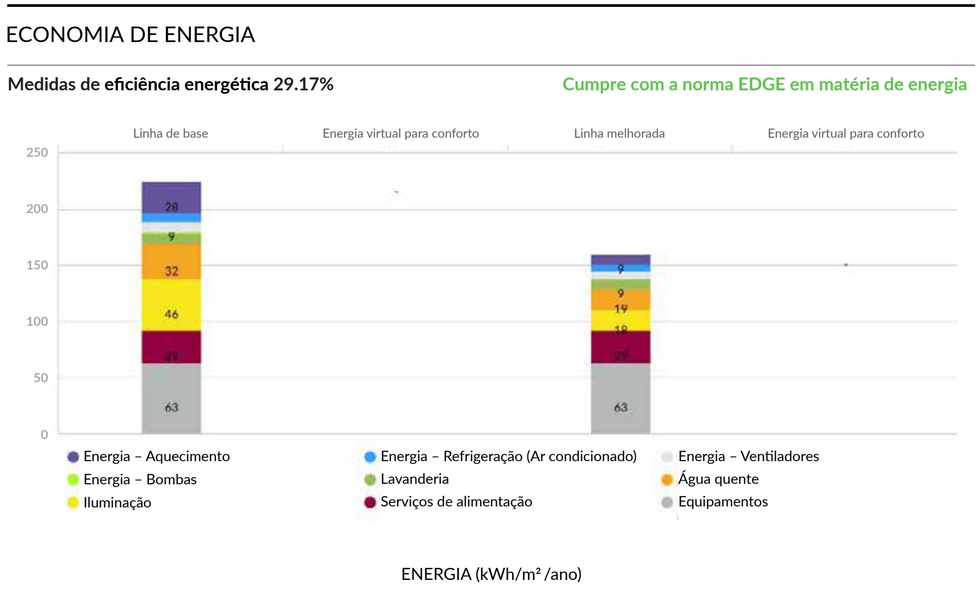
Energia: Adicionalmente às medidas incorporadas na simulação a e b, foi incluída a velocidade variável nas unidades de tratamento de ar e nas bombas, com base nos valores padrões da EDGE.

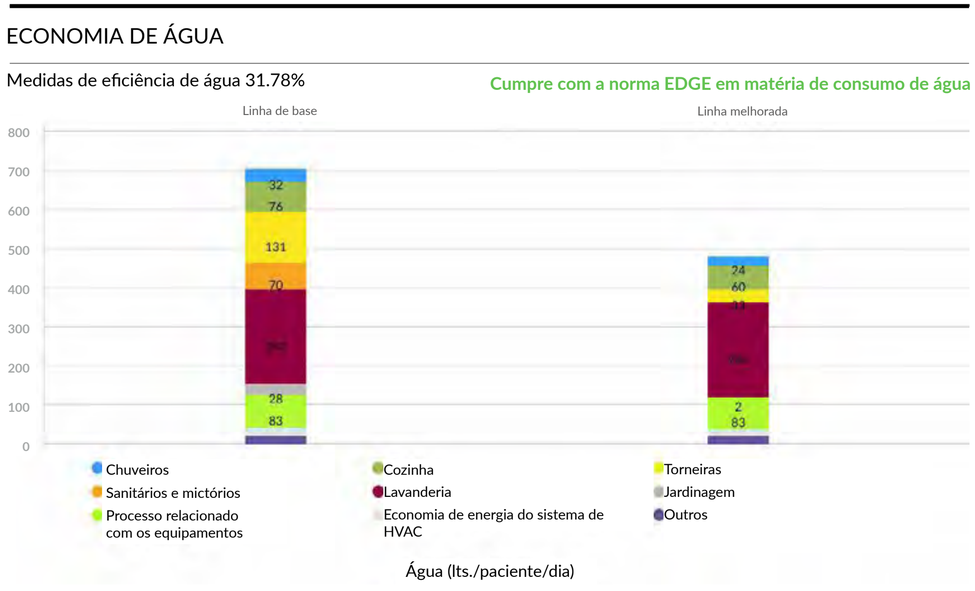
Água: Foram consideradas as seguintes medidas:

- Chuveiros: 6 litros/min.
- Lavatório de banheiros 2 litros/min.
- Serviços sanitários com descarga dupla: 6 litros na primeira descarga e 3 litros na segunda descarga.
- Mictórios secos (0 litros por descarga).
- Torneiras de cozinha de 6 litros/min.

Adicionalmente, incluiu-se a recuperação de águas cinzas, mas não o sistema de recuperação da água de enxágue da lavagem de roupas.

Figura 30. Resumo de resultados caso BAA-HP-Simulação c.





10.4 Simulação d

Essa simulação, embora centrada em estratégias passivas, incorpora a medida ativa de design correspondente ao aquecimento da água por meio de captadores. Caso contrário, somente com as medidas passivas selecionadas, o padrão de economia de energia de 20% não seria atingido. Com esta simulação, foi obtida uma economia de 23,35% em energia e de 31,75% em água.

Medidas consideradas:

Energia: além das medidas mínimas, foram incluídas medidas como controle solar externo e vidros de baixa emissividade. Adicionalmente, foi incluído um refrigerador resfriado a ar com um COP de 3.3.

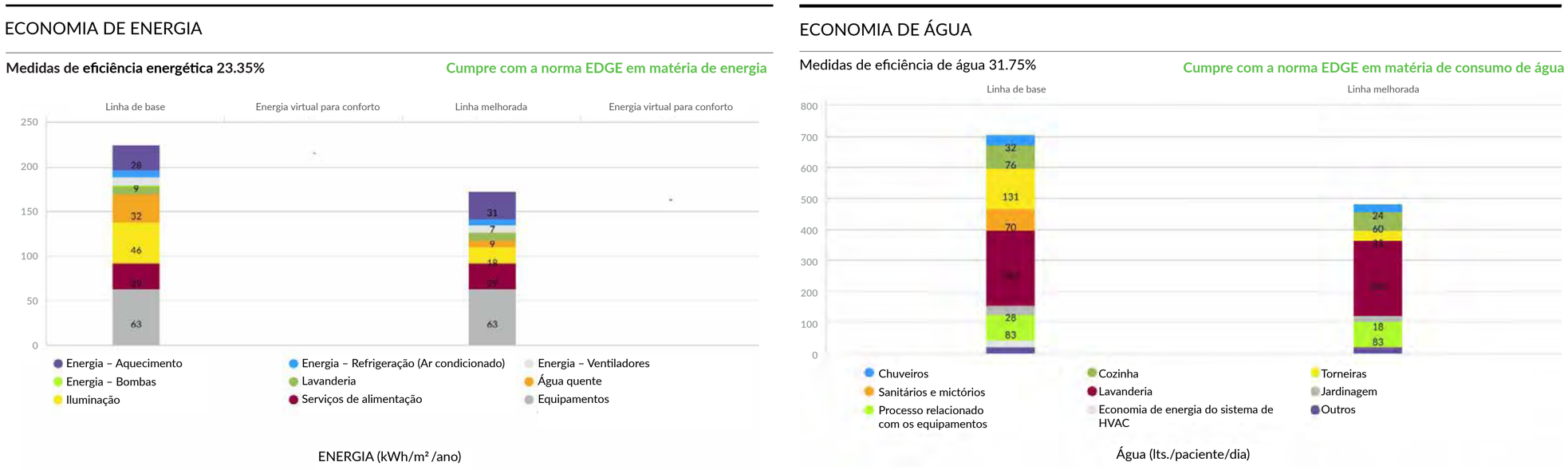
Uma estratégia ativa foi incorporada: captadores de energia solar para água quente, para 60% da demanda, a fim de exceder os 20% de economia da categoria.

Água: As medidas mínimas foram implementadas, mas com ajuste de vazão.

- Chuveiros: 6 litros/min.
- Serviços sanitários com descarga dupla: 6 litros na primeira descarga e 3 litros na segunda descarga.
- Lavatórios de 2 litros/min.
- Mictórios de 2 litros por descarga.
- Torneiras de cozinha de 6 litros/min.

Uma estratégia foi incluída: a recuperação de águas cinzas.

Figura 31. Resumo de resultados caso BAA-HP-Simulação d.



10.5 Simulação e

Nessa simulação, não foram incluídas medidas passivas e foram incorporados os equipamentos eletromecânicos mais utilizados em hospitais, bem como o design de seu entorno. Foram obtidas economias de 31,73% em energia e de 31,87% em água.

Medidas consideradas:

Energia: Inclui-se um sistema de ar condicionado resfriado a água, com uma COP de 5.2, uma vez que é um sistema de refrigeração comum em projetos hospitalares.

60% da demanda por água quente foi suprida por coletores solares e 10% da demanda para outros usos finais foi coberta por energia solar fotovoltaica

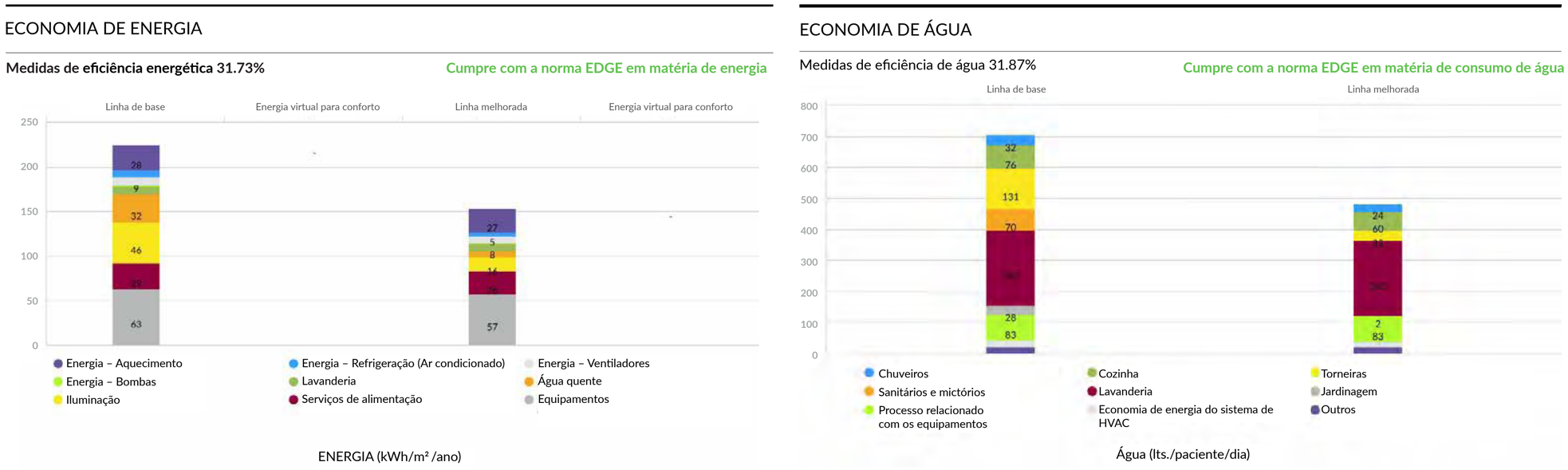
Água: Incluíram-se as medidas mínimas e algumas vazões foram ajustadas:

- Chuveiros: 6 litros/min.
- Serviços sanitários com descarga dupla: 6 litros na primeira descarga e 3 litros na segunda descarga.
- Mictórios secos (0 litro por descarga).
- Pias de 2 litros/min.
- Torneiras de cozinha de 6 litros/min.

Também foi incluída a recuperação de águas cinzas, mas não a recuperação da água da lavagem de roupas.

Para áreas verdes, foi incluída a medida de uso eficiente de água para irrigação.

Figura 32. Resumo de resultados caso BAA-HP-Simulação e.



10.6 Simulação f

Essa simulação também incorpora medidas ativas de design, obtendo uma economia de 31% em energia e de 32,25% em água.

Medidas consideradas:

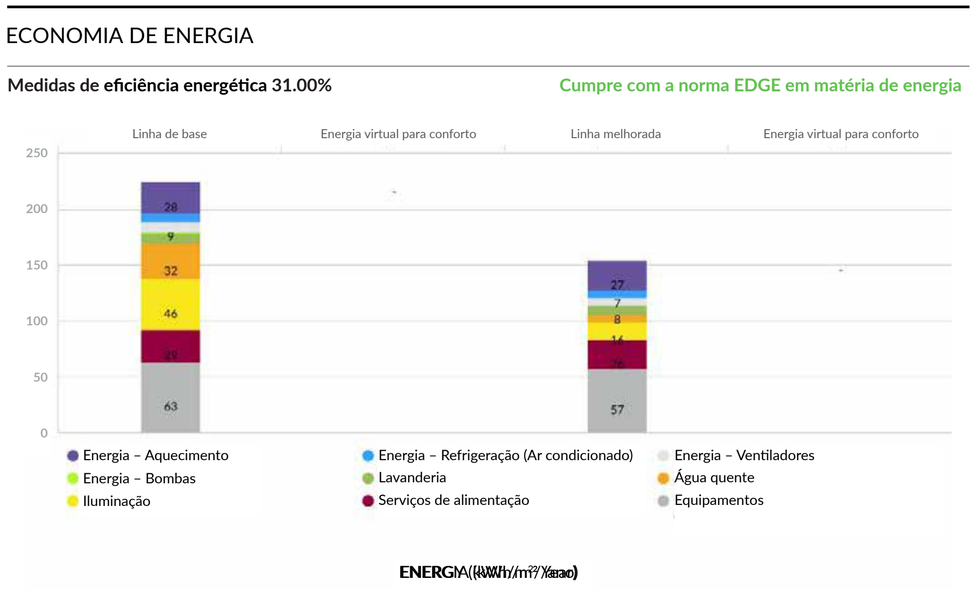
Energia: Foi considerado um sistema de ar condicionado resfriado a ar, com um COP de 3.3, e captadores de energia solar para água quente para 60% da demanda. Da mesma forma, a energia solar fotovoltaica também é incorporada para 10% da demanda total de energia do projeto.

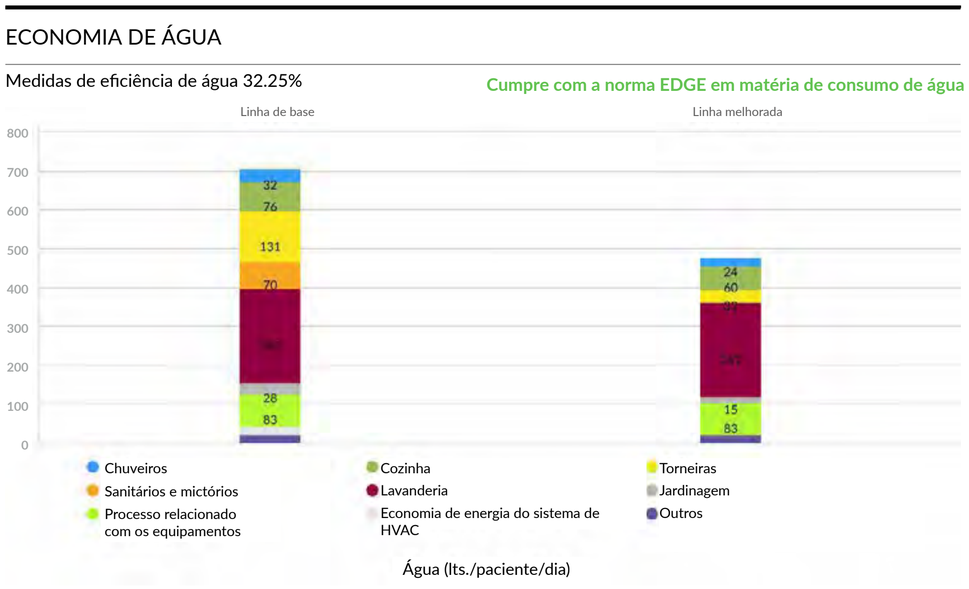
Água: São utilizadas as seguintes vazões:

- Chuveiros: 6 litros/min.
- Serviços sanitários com descarga única: 6 litros na primeira descarga.
- Mictórios secos (0 litro por descarga).
- Lavatórios de 2 litros/min.
- Torneiras de cozinha de 6 litros/min.

Como na simulação anterior, foi incluída a recuperação de águas cinzas, mas não a recuperação da água da lavagem de roupas, e, para as áreas verdes, foi incluída a medida de uso eficiente da água para irrigação.

Figura 33. Resumo de resultados caso BAA-HP-Simulação f.





10.7 Simulação g

Nesta simulação, foi obtida uma economia de 42,74% em energia e de 34,09% em água.[11]

Medidas consideradas:

Energia: Tintas refletivas no teto e nas paredes e vidro de alto desempenho térmico foram incluídos. Da mesma forma, foi incluído um sistema de condicionamento VRF com um COP de 3.5.

Foram incluídas unidades de velocidade variável nos equipamentos de bombeamento e a recuperação do calor sensível do ar na saída, com uma eficiência de 60%.

Também foram incluídos captadores de energia solar para água quente para 60% da demanda e energia solar fotovoltaica para 10% da demanda total de energia do projeto.

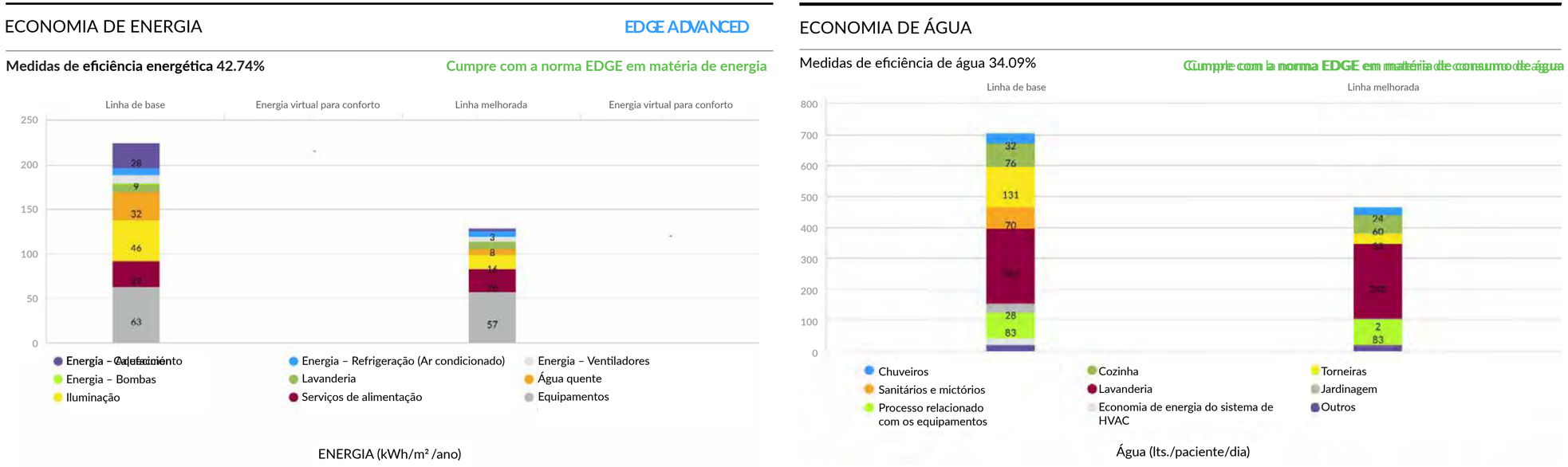
Água: Foram utilizadas as seguintes vazões:

- Chuveiros: 6 litros/min.
- Mictórios secos (0 litros por descarga).
- Lavatórios de 2 litros/min.
- Torneiras de cozinha de 6 litros /min.

Como na simulação anterior, foi incluída a recuperação de águas cinzas, mas não a recuperação da água da lavagem de roupas, e, para as áreas verdes, foi incluída a medida de uso eficiente de água para irrigação.

11 Com a economia alcançada, uma certificação EDGE Advanced seria obtida

Figura 34. Resumo de resultados caso BAA-HP-Simulação g.



10.8 Simulação h

Para esta simulação, também centrada em medidas ativas, foram alcançadas economias de 40,29% em energia e 32,25% em água.[12]

Medidas consideradas:

Energia: Vidro de alto desempenho térmico e um sistema de condicionamento VRF com um COP de 3.5 foram incluídos.

Adicionalmente, foram incorporados captadores de energia solar para água quente para 60% da demanda e energia solar fotovoltaica para 10% da demanda total de energia do projeto.

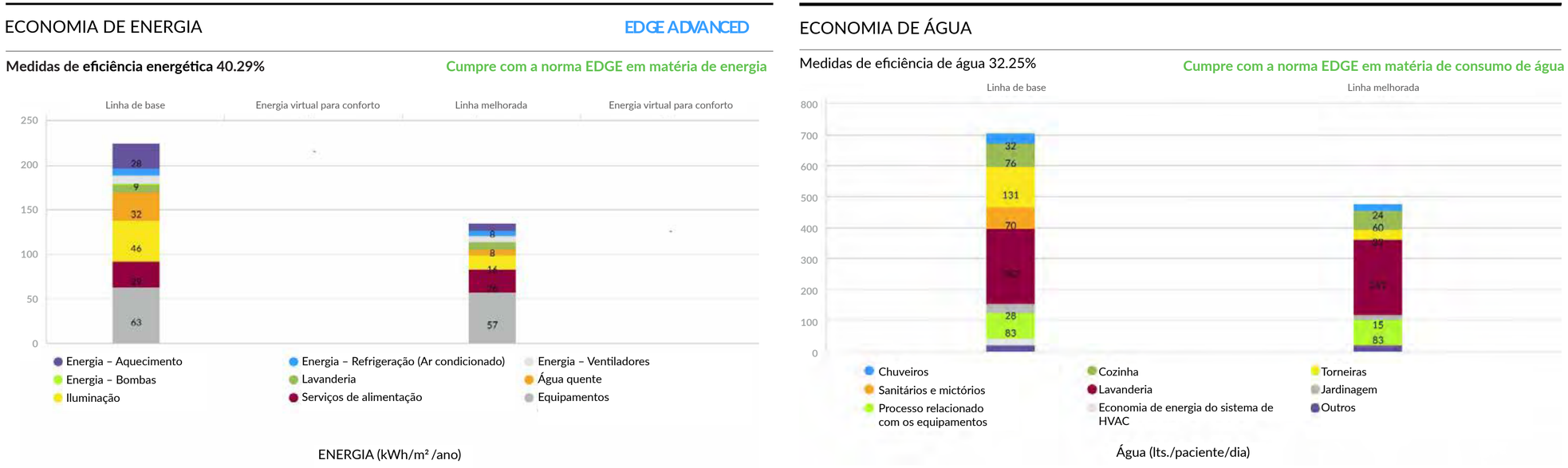
Água: Foram utilizadas as seguintes vazões:

- Chuveiros: 6 litros/min.
- Mictórios secos (0 litro por descarga).
- Lavatórios de 2 litros/min.
- Torneiras de cozinha de 6 litros/min.
- Serviços sanitários de descarga única de 6 litros.

Adicionalmente, foram incluídos a recuperação de águas cinzas e o uso eficiente de água em áreas verdes. A recuperação da água de enxágue da lavagem de roupas não foi considerada novamente.

12 Com a economia alcançada, uma certificação EDGE Advanced seria obtida

Figura 35. Resumo de resultados caso BAA-HP-Simulação h.



10.9 Simulação i

Essa simulação foi realizada como um caso excepcional, com a intenção de alcançar o padrão EDGE com a máxima economia e o menor custo incremental possível. Para este caso, foram selecionadas, inicialmente, apenas as medidas mínimas identificadas pelo EDGE, sem editar os coeficientes propostos pela ferramenta. Quando não foi possível alcançar o padrão, outras medidas foram gradualmente sendo incorporadas para buscar o padrão, mas com o menor custo incremental possível.

Como resultado dessa simulação, foram obtidas economias de 23% em energia e de 24,77% em água.

Medidas consideradas:

Energia: Inicialmente, foram selecionadas as seguintes medidas, embora não tenha sido possível alcançar o padrão:

- Redução da Proporção de vidro na fachada externa - WWR de 20%.
- Isolamento do teto - Valor-U de 0,442.
- Isolamento térmico paredes externas - Valor-U: 0,446.

Com essas três medidas, foi alcançada uma economia de 6,27%, com um custo incremental de US$ 305.573,95

Como segunda instância, o sistema de resfriamento VRF com um COP de 3.5 foi incorporado. Com essa medida, foi alcançada uma economia de quase 15% com um custo incremental próximo a US$ 80.000.

Por último, foram implementadas as seguintes medidas:

- Lâmpadas de economia de energia para espaços externos.
- Controles de iluminação para corredores.
- Sensores de ocupação para banheiros.
- Captadores de energia solar para água quente para 60% da demanda.

A inclusão dessas medidas adicionais excedeu o padrão mínimo de 20%.

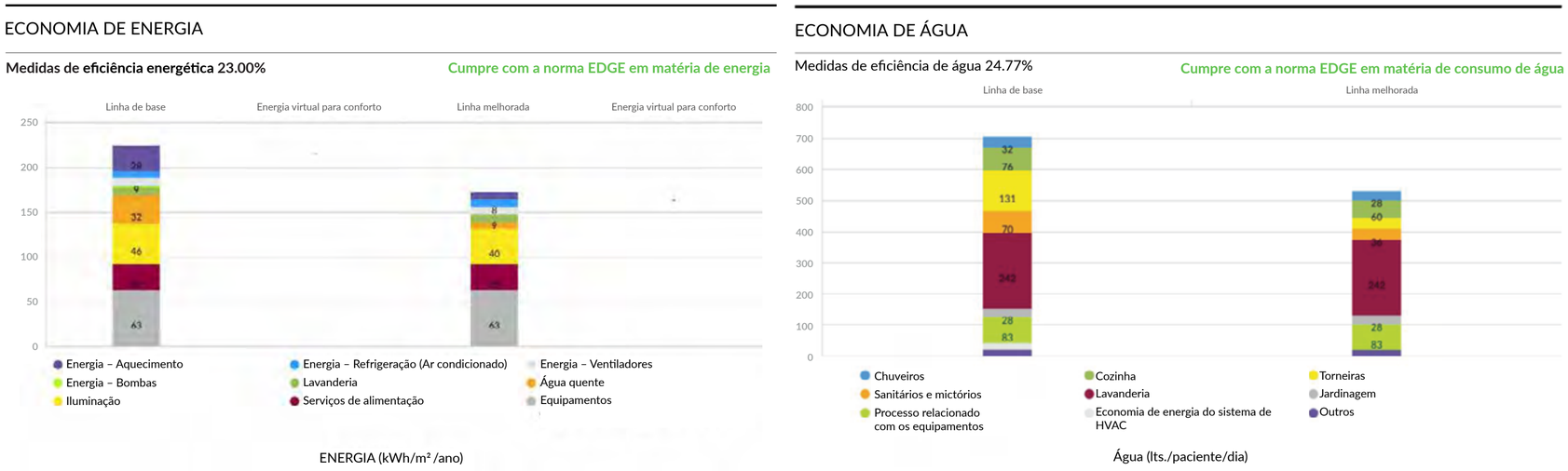
Água: Da mesma forma, foram selecionadas inicialmente as medidas mínimas e foi possível exceder a economia mínima sem modificar os fluxos e descargas propostos pela EDGE:

- Chuveiros de baixo fluxo - 7 litros/min.
- Lavatórios de baixo fluxo para banheiros - 2 litros/min.
- Descarga dupla para sanitários, 3 litros e 6 litros por descarga.
- Mictórios com uso eficiente de água em todos os banheiros - 2 litros/descarga
- Torneiras de cozinha com uso eficiente de água - 6 litros/min.

Com o uso dessas medidas mínimas, foi possível atingir o padrão requerido.

O anexo 6 mostra o resumo das medidas escolhidas para o total das 9 simulações desse caso.

Figura 36. Resumo de resultados caso BAA-HP-Simulação i.



Dicas

Embora o vidro de baixa emissividade e o vidro de alto desempenho tenham um comportamento semelhante em relação à economia de energia, o primeiro tem um custo incremental inferior em relação ao segundo, portanto, é mais efetivo, quando refere-se a custos, colocar um vidro de baixa emissividade no projeto*.

O uso de aquecedores solares aporta uma importante economia de energia a um custo incremental de pouco mais de US$ 60.000. O tempo de retorno do investimento é reduzido em 18 meses com a implementação desta medida.

O uso da recuperação de calor, com uma eficiência de 60%, aumenta significativamente o custo incremental do projeto e só aumenta a economia em aproximadamente 2%

É possível executar uma combinação de medidas para otimizar o custo incremental, como, por exemplo, com a colocação de lâmpadas de economia de energia em espaços externos e captadores de energia solar para água quente. No entanto, se o objetivo do projeto for a diminuição mensal do custo dos serviços públicos, lâmpadas de economia de energia devem ser instaladas em espaços internos, medida que aumenta o custo incremental dos projetos, mas reduz o custo mensal.

O uso de um sistema de ar condicionado resfriado a água não aporta um aumento significativo na eficiência da categoria (aproximadamente 0,2%), mas traz um custo incremental de quase US$ 100.000..

O impacto do uso de acionamentos de velocidade variável nas bombas não é significativo em termos de economia de energia ou custo incremental.

Nos edifícios existentes desta tipologia, é necessário implementar medidas de iluminação eficiente e especificar o sistema de refrigeração a ser utilizado para atingir o padrão de economia de energia.

Do ponto de vista do investimento, a reutilização de águas cinzas tem melhor custo-benefício do que a recuperação da água da lavagem de roupas.

O uso de energia solar fotovoltaica representa um custo incremental significativo, embora também represente um grande aumento da eficiência.

As medidas mínimas de água recomendadas pela EDGE são suficientes para alcançar o padrão, sem a necessidade de modificar os fluxos, descargas ou vazões propostas pela EDGE.

* Deve-se levar em conta que Buenos Aires está em um clima com 4 estações bem diferenciadas. Caso o projeto se encontre em climas preponderantemente frios ou quentes, os resultados poderiam ser diferentes.

11. Resultados das simulações do hospital existente: economia

Uma vez que os resultados das diferentes simulações foram obtidos para este caso, foi realizada uma comparação para observar tendências e relações entre as diferentes estratégias.

11.1 Energia

Como mencionado, todas as simulações alcançam o padrão de economia de energia de 20%. Sa, Sb, Sc e Sd se centram em estratégias passivas, e Se, Sf, Sg e Sh se centram em estratégias ativas, incluindo a geração de energia renovável no local.

A Sd apresenta a menor economia de energia, principalmente pelo uso de *chiller* resfriado a ar que, se comparado com um sistema de fluxo variável de refrigerante (VRF), é consideravelmente menos eficiente.

A Sg apresenta a maior economia de energia, considerando um vidro com alto desempenho térmico, um sistema de HVAC do tipo VRF, um variador de frequência em unidades de tratamento de ar e bombas, recuperação de calor e energia renovável, tanto solar térmica com coletores quanto fotovoltaica.

11.2 Água

Como no caso da energia, todas as simulações alcançam o padrão de 20% de economia requerido pela EDGE. Nos casos em que o sistema de tratamento e reciclagem de águas cinzas foi usado, foram alcançadas economias de mais de 30%.

Figura 37. Economia de energia simulações HP.

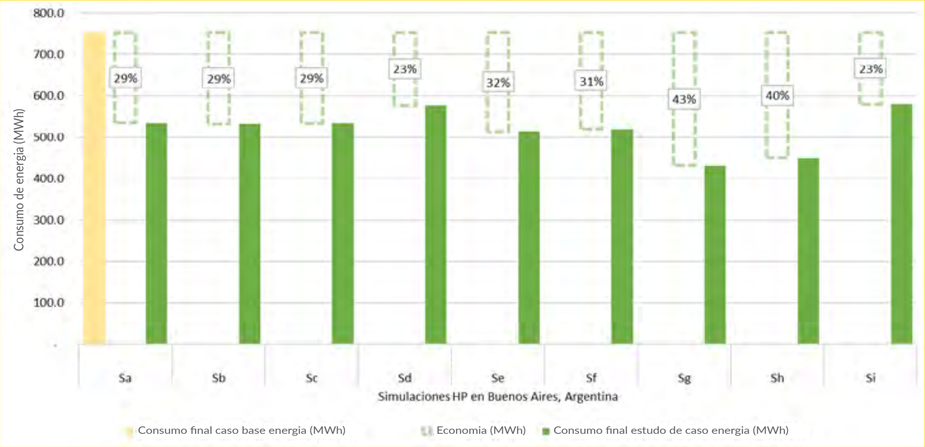
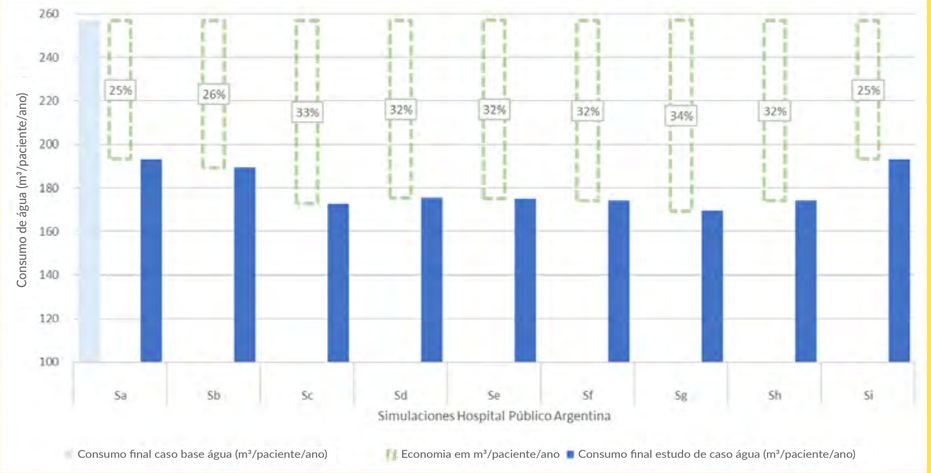


Figura 38. Economia de água simulações HP.



12. Análise financeira do hospital existente

12.1 Custo incremental e economias

O primeiro passo para realizar a análise financeira é determinar o **custo incremental** de cada alternativa, juntamente com a **economia** potencial decorrente dos **serviços públicos.**

A EDGE calcula o custo incremental de acordo com as estimativas de custo para cada medida de acordo com o país. Da mesma forma, a EDGE calcula a economia em serviços públicos de acordo com a economia de energia e água multiplicada pela respectiva tarifa.

As Sa, Sb e Sc mostram que, com um investimento incremental próximo a US$ 1,2 milhão, o padrão EDGE poderia ser alcançado, e seriam obtidas economias estimadas em serviços públicos de aproximadamente US$ 150.000 por ano. O valor investido representa aproximadamente US$ 30/m², e uma economia de US$ 3,75/m² seria alcançada com um PRI de 8 anos. As Sg e Sh mostram um PRI similar às anteriores, mas com um maior custo incremental e uma maior economia.

Nas alternativas Se e Sf é obtida uma economia semelhante, mas como possui um custo maior de investimento incremental, o PRI é maior.

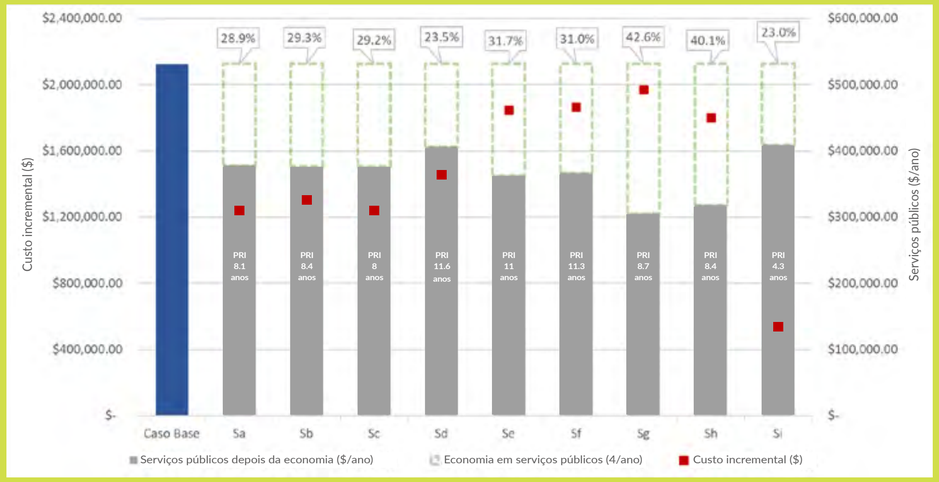
Por último, a Si mostra que, com um investimento de US$ 530.000 (US$ 13,25/m²), é alcançada a economia do padrão EDGE, além do retorno do investimento mais baixo de todas as alternativas, 4,3 anos. Em termos financeiros, o Si acaba sendo o mais favorável.

12.2 Indicadores financeiros

Para a análise da viabilidade financeira, são calculadas a taxa interna de retorno (TIR) do projeto de investimento, o valor presente líquido (VAN) e o período de retorno do investimento (PRI).

Nesse caso, foi considerada uma taxa interna de retorno (TIR) de 10% para

Figura 39. Custo incremental e economias anuais em HP.



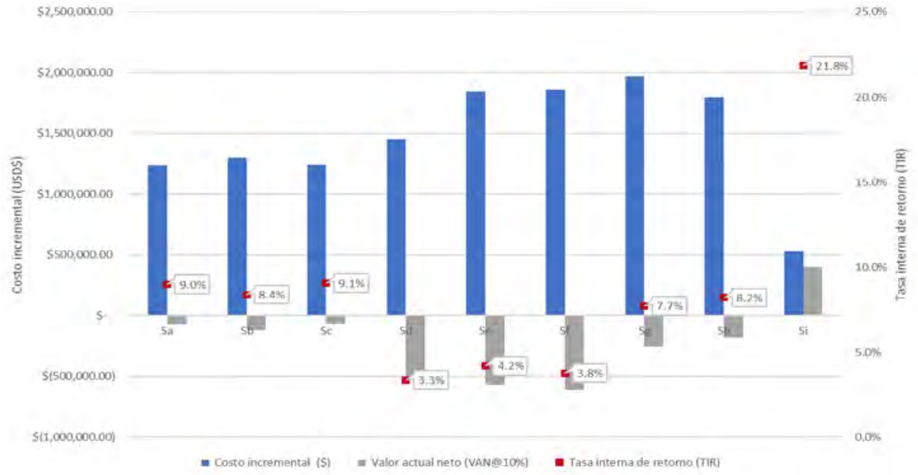
determinar a viabilidade financeira do projeto. Sob essas condições, todas as simulações mostram um resultado economicamente atrativo.

Na figura a seguir, conclui-se que a Si é a alternativa mais favorável em termos financeiros, uma vez que é alcançada uma TIR de 21,8% com um VAN positivo calculado com a taxa de desconto de 10%.

Como mencionado acima, as alternativas Sa, Sb e Sc têm resultados semelhantes e são validadas com a figura anterior, onde é mostrado que a TIR está em torno de 9% e o VAN abaixo de zero. Embora a TIR não exceda 10%, está muito próxima e pode ser considerada viável se a economia de recursos for priorizada em detrimento da rentabilidade financeira.

As Sd, Se, Sf, Sg e Sh apresentam TIRs muito baixas (abaixo de 10%) e VAN negativo. Em outras palavras, pode-se interpretar que os fluxos futuros do projeto em valor presente, com uma taxa de desconto de 10%, não justificam o investimento.

Figura 40. Indicadores financeiros de diferentes cenários HP.



QUANTA ENERGIA E ÁGUA PODEMOS ECONOMIZAR EM UM HOSPITAL EXISTENTE?

ENERGIA

Poderiam ser economizados em média 72 kWh por metro quadrado de construção.

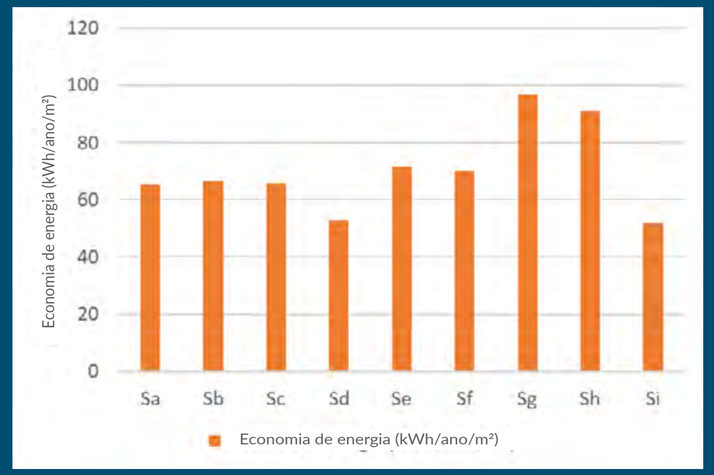


Figura 41. Economia anual de energia por m² HP.

ÁGUA

Poderia ser economizado em média 0.86 m³ de água por metro quadrado de construção

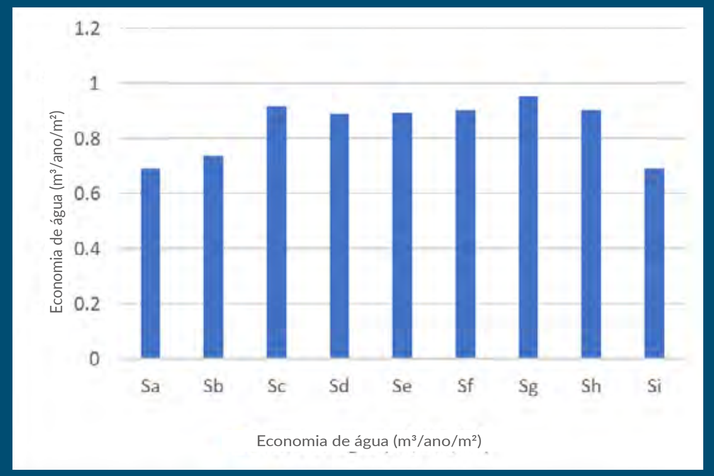


Figura 42. Economia anual de água por m² HP.

13. Achados e recomendações

ECONOMIA DE CONSUMO

- Para edifícios de saúde novos, pode-se obter economias médias anuais de **109 kWh, 0,9 m³ de água, 0,6 GJ** de energia incorporada nos materiais e **0,044 tCO_2 para cada metro quadrado de construção,** com um custo incremental médio que não excede **US$ 20/m²**.
- Para edifícios hospitalares existentes, pode-se obter uma economia anual de **72 kWh e 0,86 m³ de água para cada metro quadrado de construção**, com um custo incremental médio que não excede **US$ 49/m²**. Dependendo das medidas implementadas, esse custo pode cair para até **US$ 13,25/m²**.

ECONOMIA FINANCEIRA

- A análise realizada demonstrou que, embora existam várias opções com diferentes custos de investimento inicial (medidos como custo incremental), esses investimentos podem ser rentáveis em um período razoável (menos de 7 anos) se a economia nas tarifas de serviços públicos for considerada na fase operacional.
- Uma vez feita a análise financeira com as tarifas de serviços públicos da EDGE, bem como com uma pesquisa específica de preços de mercado, foram obtidos resultados favoráveis. De qualquer forma, exatamente como a própria EDGE recomenda, é necessário validar o valor das tarifas de serviços públicos com as comercializadoras locais, caso seja requerida uma análise financeira mais precisa.

ENERGIA

- O uso de lâmpadas de economia de energia é fundamental tanto em climas quentes quanto frios. Recomenda-se o uso de lâmpadas LED e, se não for possível, o uso de lâmpadas fluorescentes compactas (CFL), T5 ou outros tipos que atinjam 90 lm/W ou mais.
- O sistema de refrigeração VRF com um COP de 3.5 foi sempre positivo devido ao seu menor custo incremental em comparação ao nível de economia, especialmente em projetos de maior escala, como os hospitais. Outros sistemas, como o ar condicionado resfriado a ar ou água, não foram tão eficazes e os custos incrementais são maiores.
- As tintas refletivas para cobertura e parede têm uma baixa contribuição para economia e aumentam o custo incremental, embora sua eficácia seja maior em climas quentes. A chave está no tipo de cobertura e paredes selecionadas e no tipo de isolamento, especialmente em climas frios. Sem embargo, em casos de muros de concreto e tijolo, o uso dessas tintas apresenta melhores resultados.
- Em edifícios de baixa complexidade e em climas quentes, o uso de estratégias passivas é mais eficiente do que medidas ativas. A ventilação natural para espaços internos é determinante para gerar esses resultados. No entanto, devem ser levados em consideração possíveis requerimentos de hermeticidade de ambientes ou normativas específicas que não permitam o uso de ventilação natural em determinadas áreas.
- No caso de maior escala e em climas quentes, não basta empregar medidas passivas de projeto. É necessário incorporar um sistema de resfriamento VRF com um COP mínimo de 3.5 para alcançar o padrão.
- O uso de proteção de janela para limitar a radiação solar direta é uma medida de melhor custo-benefício do que o vidro de alto desempenho térmico, uma vez que este último possui uma eficiência menor que 1,5% e aumenta substancialmente o custo incremental em comparação com outras opções. Essa conclusão foi verificada em climas quentes e frios, embora seja necessário considerar outros fatores, como a proporção janela/parede e orientação do edifício.
- O aquecimento é o principal consumidor de energia em climas frios ou com temporadas de baixa temperatura. Para esses casos, equipamentos de alta eficiência devem ser selecionados para reduzir o consumo de energia.

ÁGUA

- Os edifícios de saúde podem ser agrupados em duas categorias, de acordo com o consumo de água: os que não possuem leitos, cozinha e lavanderia e os que dispõem desses serviços. O consumo final de água nos projetos é significativamente aumentado pelos serviços relacionados a lavanderia e preparação de alimentos.
- Se forem utilizados os fluxos e descargas mínimos propostos pela EDGE, é possível obter uma redução no consumo de água de pelo menos 20% e é até mesmo possível excedê-lo.
- É sempre recomendável implementar tecnologias de economia que estejam de acordo com os fluxos propostos na EDGE ou implementar outras que melhorem a economia no consumo de água.
- O serviço de lavanderia é o que demanda maior quantidade de água. No entanto, a reutilização da água desses serviços implica um alto custo incremental, além de maior necessidade de tratamento.
- Independentemente do nível de chuva existente em uma determinada cidade, o investimento em sistemas de recuperação de água pluvial nunca foi refletido como um sistema eficaz. No entanto, o tratamento e reciclagem de águas cinzas apresenta um baixo custo incremental e uma alta contribuição para a economia de água.
- Projetos que contam com áreas verdes e de jardinagem devem ter sistemas eficientes de irrigação e considerar espécies nativas para evitar o uso excessivo de água.

MATERIAIS

- Independentemente das medidas propostas pela EDGE, a seleção de materiais para os projetos deve sempre estar em conformidade com a normativa local. Estas geralmente definem espessuras e níveis mínimos de isolamento que devem ser considerados.
- A Malha 3D com concreto projetado em ambos os lados e poliestireno expandido em seu interior demonstrou um bom desempenho energético a um custo incremental razoável, tanto em climas quentes como frios.
- Se o fechamento de alvenaria (elemento opaco) for utilizado em climas frios, o custo incremental será significativamente aumentado, sem gerar uma redução substancial na energia incorporada nos materiais. Para esses tipos de clima, são recomendadas fachadas com uma proporção maior de janela versus parede (WWR), embora isso também seja influenciado pela orientação e pelo tipo de vidro utilizado.
- Pelo contrário, em climas quentes, o uso da alvenaria não permite atingir o padrão. Recomenda-se não exceder a relação de 50% entre parede e janela nas 4 fachadas.
- Se deseja-se empregar esse tipo de alvenaria, deve-se gerar um projeto que integre um conjunto de estratégias passivas e ativas para a implementação ideal da medida.
- As lajes de concreto armado têm um impacto positivo se especificadas com espessura inferior a 350 mm e 35 kg de aço reforçado. É importante ajustar-se às normas locais de cada cidade.
- O PVC não plastificado e o alumínio têm um custo incremental muito semelhante, embora o primeiro tenha um impacto maior na economia de energia incorporada.

14. Limitações e considerações finais

Essa análise não pretendeu ser exaustiva, e os resultados dependem exclusivamente dos parâmetros e da lista de medidas estabelecidas na EDGE por padrão. Nesse sentido, os resultados aqui apresentados não oferecem conclusões definitivas ou soluções únicas, mas apenas dão uma orientação inicial às equipes de projeto e aos tomadores de decisão para identificar as medidas que permitam obter economias no consumo de energia e água, menores custos de investimento e períodos mais curtos de retorno do investimento.

As simulações foram realizadas em setembro de 2019, na Versão 2.1.5 da EDGE. Por esse motivo, se o usuário executar simulações posteriormente, é possível que a versão da plataforma seja diferente, de forma que os resultados podem não ser os mesmos. A cada três anos aproximadamente, a EDGE atualiza a linha de base de cada país, incluindo os custos dos serviços públicos; por sua vez, a IFC está permanentemente fazendo ajustes na plataforma para melhorar suas informações e precisão.

A redução no consumo de energia em relação às linhas de base não necessariamente maximiza o conforto no edifício. Note-se que a EDGE é, antes de tudo, um modelo para fazer comparações financeiras direcionais. Para obter resultados relacionados ao conforto do edifício, são necessários estudos adicionais mais detalhados que incorporem o uso de software dedicado à avaliação do conforto térmico das construções.

15. Bibliografia

[1] Multilateral Development Banks (MDBs), “Joint Report on Multilateral Development Banks’ Climate Finance,” 2019.

[2] L. Minoja, L. Fernández, and R. Yurivilca, “Hacia el 30% de financiamiento climático: ¿Cómo pueden contribuir los edificios? Lineamientos para la incorporación y contabilización de medidas de mitigación y adaptación al cambio climático,” 2018.

[3] A. Bhattacharya, C. Contreras, M. Jeong, AL. Amin, G Watkins, and M Silva. “Atributos y Marco Para La Infraestructura Sostenible.” Washington D.C., 2019. ttps://doi.org/http://dx.doi.org/10.18235/0001723.

[4] GABC, “2019 Global Status Report for Buildings and Construction,” 2019.

[5] IPCC, Global warming of 1.5°C An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, . 2018.

[6] Banco Mundial, “Cuidado de la salud climáticamente inteligente. Estrategias de baja emisión de carbono y resiliencia para el sector de la salud,” Washington D.C., 2017.

Anexos

Anexo 1. Descrição detalhada das cidades consideradas

1. Hermosillo, México. (HMX)

A cidade de Hermosillo está localizada no estado de Sonora, no noroeste do México, a 210 metros acima do nível do mar (m.s.n.m., na sigla em espanhol).

Considera-se que apresenta um clima desértico e que virtualmente não tem precipitações ao longo do ano. A temperatura média anual é de 20,7°C e a precipitação média é de 26,7 mm ao ano. O clima é classificado como BWh pelo sistema Köppen-Geiger.

Figura 43. Condições atmosféricas e geográficas de Hermosillo/México.

Hermosillo/México

Mês	Temperatura média (°C)
Janeiro	13
Fevereiro	14
Março	17
Abril	21
Maio	25
Junho	28
Julho	28
Agosto	26
Setembro	25
Outubro	22
Novembro	16
Dezembro	13
Temp. Máx.	28
Temp. Min	13
Temp. Média Anual	20.7
Precipitação Média Anual (mm)	26.7
Latitude (Deg)	29

Figura 44. Condições atmosféricas e geográficas de Cartago/Costa Rica.

Cartago/Costa Rica

Mês	Temperatura média (°C)
Janeiro	17.6
Fevereiro	18.1
Março	18.7
Abril	19.7
Maio	20.5
Junho	20.3
Julho	19.8
Agosto	20.1
Setembro	20.4
Outubro	20.1
Novembro	19
Dezembro	18.1
Temp. Máx.	20.5
Temp. Min	17.6
Temp. Média Anual	19.4
Precipitação Média Anual (mm)	1504.7
Latitude (Deg)	10

2. Cartago, Costa Rica (CCR)

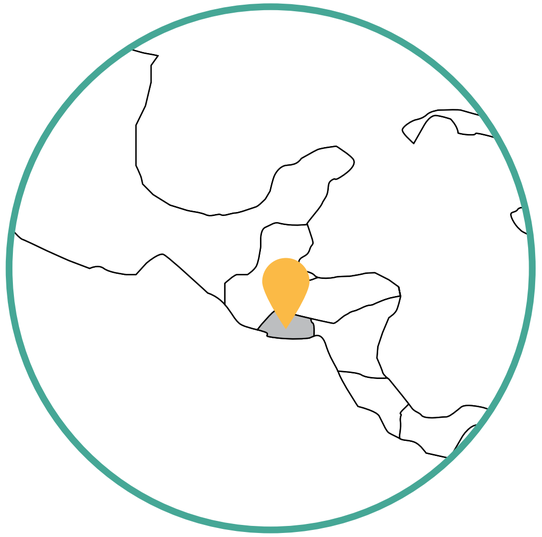
Cartago está localizada a sudeste da capital da Costa Rica, a uma altitude de 1.435 metros acima do nível do mar. O clima é temperado e quente. Os verões têm uma boa quantidade de chuva, enquanto os invernos têm muito pouca. A temperatura média é de 19,4°C e a precipitação média anual é de 1.504,70 mm. Este local é classificado como Af pelo Köppen-Geiger.

3. San Salvador, El Salvador (SEL)

San Salvador é a capital de El Salvador e está localizada a cerca de 670 metros acima do nível do mar e a 25 km da costa do Pacífico. O clima de San Salvador é classificado como tropical, onde os verões são muito mais chuvosos que os invernos. A temperatura média anual é de 24,2 °C e a precipitação média é de 979 mm por ano. Segundo Köppen-Geiger, a classificação do clima é Aw.

Figura 45. Condições atmosféricas e geográficas de San Salvador/El Salvador.

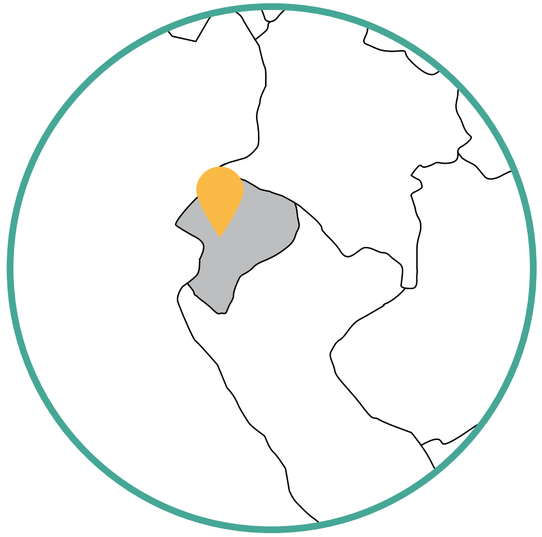
San Salvador/ El Salvador



Mês	Temperatura média (°C)
Janeiro	23
Fevereiro	24
Março	25
Abril	26
Maio	25
Junho	24
Julho	24
Agosto	24
Setembro	24
Outubro	24
Novembro	24
Dezembro	23
Temp. Máx.	26
Temp. Min	23
Temp. Média Anual	24.2
Precipitação Média Anual (mm)	979
Latitude (Deg)	13.7

Figura 46. Condições atmosféricas e geográficas de Quito/Equador.

Quito/Ecuator



Mês	Temperatura média (°C)
Janeiro	14
Fevereiro	14
Março	14
Abril	14
Maio	14
Junho	14
Julho	14
Agosto	14
Setembro	14
Outubro	14
Novembro	14
Dezembro	14
Temp. Máx.	14
Temp. Min	14
Temp. Média Anual	14
Precipitação Média Anual (mm)	2743
Latitude (Deg)	0.13

4. Quito, Ecuador (QEC)

Quito, capital do Equador, está localizada entre montanhas, a 2.850 metros acima do nível do mar. O clima é temperado e cálido, com grande quantidade de chuva mesmo no mês mais seco. De acordo com Köppen-Geiger, o clima é classificado como Cfb, com temperatura média anual de 14°C e precipitação média de 2743 mm ao ano.

5. Santa Marta, Colombia (SMC)

Santa Marta está localizada na Colômbia, junto ao mar do Caribe, a uma altitude de 15 metros acima do nível do mar. Em Santa Marta, encontra-se o clima de estepe local e existe pouca precipitação ao longo do ano. A temperatura média anual é de 25,8°C e a precipitação é de 1777 mm ao ano. Este clima é considerado BSh de acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger.

Figura 47. Condições atmosféricas e geográficas de Santa Marta/Colômbia.

Santa Marta/Colombia

Mês	Temperatura média (°C)
Janeiro	25
Fevereiro	25
Março	26
Abril	26
Maio	26
Junho	26
Julho	26
Agosto	26
Setembro	26
Outubro	26
Novembro	26
Dezembro	25
Temp. Máx.	26
Temp. Min	25
Temp. Média Anual	25.8
Precipitação Média Anual (mm)	1777
Latitude (Deg)	11.3

Figura 48. Condições atmosféricas e geográficas de La Paz/Bolívia.

La Paz/Bolivia

Mês	Temperatura média (°C)
Janeiro	8
Fevereiro	8
Março	8
Abril	8
Maio	6
Junho	5
Julho	4
Agosto	6
Setembro	7
Outubro	8
Novembro	9
Dezembro	9
Temp. Máx.	9
Temp. Min	4
Temp. Média Anual	7.2
Precipitação Média Anual (mm)	561
Latitude (Deg)	16.5

6. La Paz, Bolivia (LPB)

La Paz, na Bolívia, está localizada a 3.625 metros acima do nível do mar. O clima é quente e temperado, com verões que apresentam uma boa quantidade de chuvas, enquanto os invernos têm muito pouca. Segundo Köppen-Geiger, o clima é classificado como Cwb, com uma temperatura média de 7,2°C. Por outro lado, a precipitação média é de 561 mm ao ano.

7. Manaos, Brasil (MBR)

Manaus é a capital do estado do Amazonas no Brasil, e está localizada a 92 metros acima do nível do mar. O clima em Manaus é tropical e a maioria dos meses do ano é marcada por chuvas significativas, com uma curta estação seca que tem pouco impacto. O clima é classificado como Am pelo sistema Köppen-Geiger, com uma temperatura média anual de 27,3°C e precipitação anual de 1811 mm em média.

Figura 49. Condições atmosféricas e geográficas de Manaus/Brasil.

Manaos/Brasil

Mês	Temperatura média (°C)
Janeiro	27
Fevereiro	26
Março	27
Abril	27
Maio	27
Junho	27
Julho	27
Agosto	28
Setembro	28
Outubro	28
Novembro	28
Dezembro	27
Temp. Máx.	28
Temp. Min	26
Temp. Média Anual	27.3
Precipitação Média Anual (mm)	1811
Latitude (Deg)	3.1

Figura 50. Condições atmosféricas e geográficas de Puerto Santa Cruz/Argentina.

Puerto Santa Cruz/Argentina

Mês	Temperatura média (°C)
Janeiro	24
Fevereiro	22
Março	19
Abril	15
Maio	11
Junho	8
Julho	8
Agosto	9
Setembro	12
Outubro	16
Novembro	19
Dezembro	22
Temp. Máx.	24
Temp. Min	8
Temp. Média Anual	15.4
Precipitação Média Anual (mm)	135
Latitude (Deg)	50

8. Puerto Santa Cruz, Argentina (SCA)

Puerto Santa Cruz é uma pequena cidade da província de Santa Cruz, na Argentina, e está localizada no rio de mesmo nome, a menos de 20 quilômetros do mar argentino. Sua altitude é de 0 metros acima do nível do mar. Em Puerto Santa Cruz, encontra-se o clima de estepe local com pouca pluviosidade ao longo do ano. A temperatura média anual é de 15,4°C e a precipitação média anual é de 135 mm. O clima é considerado BSk de acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger.

Anexo 2. Descrição detalhada das construções consideradas

1. Clínica Ambulatorial (CPA1)

É proposto um edifício de atenção ambulatorial de 300 m², comparável a um posto de saúde ou a um centro de saúde de baixa complexidade, sem atendimento de emergência. Não conta com hospitalização, nem serviços de lavanderia ou cozinha. Para a distribuição das áreas de espaço interno, orientação principal, profundidade do piso e premissas para a linha de base, foram utilizadas as informações estabelecidas pela EDGE por padrão. Com relação aos sistemas, partiu-se do princípio que o edifício terá sistema de ar condicionado e de aquecimento.

Tabela 13. Parâmetros e informação de Clínica Ambulatorial (300 m²).

Clínica Ambulatorial 1		
Informação Geral	Área (m²):	300
	Pavimentos:	1
	Área de paisagismo (Exterior, m²):	60
	Taxa média de ocupação:	70%
	Altura entre piso e teto (m):	4
Informação detalhada	Tipo de Espaço	Área (m²)
	Salas de consulta	207
	Serviços de diagnóstico	24
	Escritórios	45
	Quarto elétrico e casa de máquinas	0
	Banheiros/Cantina	7
	Área de espera	17
Dimensões do Edifício (m)	Norte	8.7
	Sul	8.7
	Leste	8.7
	Oeste	8.7
	Nordeste	8.7
	Noroeste	8.7
	Sudeste	8.7
	Suroeste	8.7

2. Clínica Ambulatorial (CPA2)

É proposto um edifício de atendimento ambulatorial de 1.500 m², comparável a um centro de saúde de média complexidade, sem atendimento de emergência. Não conta com hospitalização nem serviços de lavanderia ou cozinha. Para a distribuição das áreas de espaço interno, orientação principal, profundidade do piso e premissas para a linha de base, foram utilizadas as informações estabelecidas pela EDGE por padrão. Com relação aos sistemas, partiu-se do princípio que o edifício contará com sistema de ar condicionado e de aquecimento.

Tabela 14. Parâmetros e informação de Clínica Ambulatorial (1500 m²).

Clínica Ambulatorial 2		
Informação Geral	Área (m²):	1500
	Pavimentos:	1
	Área de paisagismo (Exterior, m²):	300
	Taxa média de ocupação:	70%
	Altura entre piso e teto (m):	4
Informação detalhada	Tipo de Espaço	Área (m²)
	Salas de consulta	1034
	Serviços de diagnóstico	121
	Escritórios	224
	Quarto elétrico e casa de máquinas	0
	Banheiros/Cantina	34
	Área de espera	86
Dimensões do Edifício (m)	Norte	19.4
	Sul	19.4
	Leste	19.4
	Oeste	19.4
	Nordeste	19.4
	Noroeste	19.4
	Sudeste	19.4
	Suroeste	19.4

3. Centro de Diagnóstico (CD)

É proposto um edifício ambulatorial, com função principal de serviços de diagnóstico, e uma área construída de 5.000 m², distribuída em dois pavimentos. Como nos casos de clínicas de pacientes ambulatoriais, não conta com hospitalização nem serviços de lavanderia ou cozinha, embora seja incluída uma área de estacionamento coberto. Para a distribuição das áreas de espaço interno, orientação principal, profundidade do piso e premissas para a linha de base, foram utilizadas as informações estabelecidas pela EDGE por padrão. Com relação aos sistemas, partiu-se do princípio que o edifício contará com sistema de ar condicionado e de aquecimento.

4. Hospital de Múltiplas Especialidades (HEM)

É proposto um edifício hospitalar com uma área aproximada de 12.000 m², que inclui áreas cirúrgicas e 122 leitos hospitalares, bem como serviços de lavandaria e cozinha, e estacionamento coberto. Para a distribuição das áreas de espaço interno, orientação principal, profundidade do piso e premissas para a linha de base, foram utilizadas as informações estabelecidas pela EDGE por padrão. Com relação aos sistemas, partiu-se do princípio que o edifício contará sistema de ar condicionado e de aquecimento.

Tabela 15. Parâmetros e informação de Centro de diagnóstico.

Centro de Diagnóstico		
Informação Geral	Área (m²):	5000
	Pavimentos:	2
	Área de paisagismo (Exterior, m²):	400
	Taxa média de ocupação:	70%
	Altura entre piso e teto (m):	4
Informação detalhada	Tipo de espaço	Área (m²)
	Serviços de diagnóstico	3158
	Escritórios	421
	Corredores	421
	Quarto elétrico e casa de máquinas	0
	Banheiros/Cantina	105
	Estacionamento coberto	526
	Área de espera	368
Dimensões do Edifício (m)	Norte	25
	Sul	25
	Leste	25
	Oeste	25
	Nordeste	25
	Noroeste	25
	Sudeste	25
	Suroeste	25

Tabela 16. Parâmetros e informação de Hospital de Múltiplas Especialidades.

Hospital de Múltiplas Especialidades		
Informação Geral	Área (m²):	12034
	Pavimentos:	3
	Área de paisagismo (Exterior, m²):	1200
	Taxa média de ocupação:	70%
	Altura entre piso e teto (m):	4
	Quantidade de leitos	122
	Com cozinha e lavandería	
Hospital de Múltiplas Especialidades		
Informação detalhada	Tipo de Espaço	Área (m²)
	Áreas para pacientes – Serviços gerais	5490
	Unidade de Cuidados Intensivos (UCI)	488
	Salas de cuidados pré/pós-operatórios	244
	Salas de operações	488
	Salas de consulta	854
	Salas de terapia	488
	Serviços de diagnóstico	732
	Escritórios	244
	Corredores	976
	Departamento de Insumos Esterilizados	244
	Quarto elétrico e casa de máquinas	200
	Banheiros/Cantina	122
	Cozinha e preparação de alimento	488
	Lavanderia	122
	Estacionamento coberto	732
	Áreas de espera	122
Dimensões do Edifício (m)	Norte	31.7
	Sul	31.7
	Leste	31.7
	Oeste	31.7
	Nordeste	31.7
	Noroeste	31.7
	Sudeste	31.7
	Suroeste	31.7

5. Hospital Universitário (HU)

Propõe-se um edifício hospitalar com cerca de 20.000 m² distribuídos em 6 pavimentos, incluindo todos os serviços correspondentes e 227 leitos hospitalares. Para a distribuição das áreas de espaço interno, orientação principal, profundidade do piso e premissas para a linha de base, foram utilizadas as informações estabelecidas pela EDGE por padrão. Com relação aos sistemas, partiu-se do princípio que o edifício contará com sistema de ar condicionado e de aquecimento.

6. Lar de Idosos (RA)

É proposto um edifício residencial, com alojamento 24 horas, área de 3.000 m² e dois pavimentos. O prédio possui área de lavanderia e cozinha. Para a distribuição das áreas de espaço interno, orientação principal, profundidade do piso e premissas para a linha de base, foram utilizadas as informações estabelecidas pela EDGE por padrão. Com relação aos sistemas, partiu-se do princípio que o edifício contará com sistema de ar condicionado e de aquecimento.

Tabela 17. Parâmetros e informação de Hospital Universitário.

Hospital Universitário (HU)		
Informação Geral	Área (m²):	20017
	Pavimentos:	6
	Área de paisagismo (Exterior, m²):	1500
	Taxa média de ocupação:	70%
	Altura entre piso e teto (m):	4
	Quantidade de leitos	227
	Con cocina y lavandería	
Hospital Universitário (HU)		
Informação detalhada	Tipo de Espaço	Área (m²)
	Áreas para pacientes – Serviços gerais	8172
	Unidade de Cuidados Intensivos (UCI)	1022
	Salas de cuidados pré/pós-operatórios	817
	Salas de operações	409
	Salas de consulta	817
	Salas de terapia	2043
	Serviços de diagnóstico	1022
	Escritórios	409
	Corredores	1634
	Departamento de Insumos Esterilizados	409
	Quarto elétrico e casa de máquinas	200
	Banheiros/Cantina	204
	Cozinha e preparação de alimento	817
	Lavanderia	204
	Estacionamento coberto	613
	Áreas de espera	409
	Auditório	817
Dimensões do Edifício (m)	Norte	26.7
	Sul	26.7
	Leste	26.7
	Oeste	26.7
	Nordeste	26.7
	Noroeste	26.7
	Sudeste	26.7
	Suroeste	26.7

Tabela 18.. Parâmetros e informação de Lar de Idosos.

Lar de Idosos		
Informação Geral	Área (m²):	3000
	Pavimentos:	2
	Área de paisagismo (Exterior, m²):	300
	Taxa média de ocupação:	70%
	Altura entre piso e teto (m):	4
	Con cocina y lavandería	
Lar de Idosos		
Informação detalhada	Tipo de Espaço	Área (m²)
	Áreas para pacientes – Serviços gerais	1140
	Áreas para pacientes – Salas de especialidades	684
	Salas de consulta	143
	Escritórios	86
	Corredores	86
	Cozinha e preparação de Alimentos	285
	Refeitório	285
	Área de Espera	57
	Quarto elétrico e casa de máquinas	115
	Lavanderia	150
Dimensões do Edifício (m)	Norte	19.4
	Sul	19.4
	Leste	19.4
	Oeste	19.4
	Nordeste	19.4
	Noroeste	19.4
	Sudeste	19.4
	Suroeste	19.4

Anexo 3. Códigos utilizados no estudo

Tabela 19. Cidades.

Cidade	Código
	CCR
Hermosillo – México	HMX
La Paz – Bolivia	LPB
Manaos – Brasil,	MBR
Quito – Ecuador	QEC
Puerto Santa Cruz – Argentina	SCA
San Salvador – El Salvador	SEL
Santa Marta – Colombia	SMC
Buenos Aires – Argentina	BAA

Tabela 20. Tipologias de edifício.

Tipologia	Código
Clínica Ambulatorial I	CPA1
Clínica Ambulatorial II	CPA2
Centro de Diagnóstico	CD
Hospital de Múltiplas Especialidades	HEM
Hospital Universitário	HU
Lar de Idosos	RA
Hospital Público Existente	HP

Tabela 21. Medidas de economia de energia.

Medida	Código
Redução da proporção de vidro na fachada exterior	*HSE01
Pintura refletiva/telhas para teto: refletividade solar(albedo) de 0.7	HSE02
Pintura refletiva para paredes externas: refletividade solar (albedo) de 0.7	HSE03
Controle solar externo - fator médio de sombreado natural (AASF) de 0.61	HSE04
Isolamento do teto - Valor-U de 0.297	*HSE05
Isolamento térmico paredes externas - Valor-U: 0.289	*HSE06
Vidro de baixa emissividade - Valor-U: 3 W/m^2.K e SHGC: 0.45	HSE07
Vidro de alto rendimento térmico - Valor-U: 1.95 W/m^2.K e SHGC: 0.28	HSE08
Ventilação natural - Corredores	HSE09
Ventilação natural - Vestíbulo e áreas de espera e consulta	HSE10
Ventilação natural - quartos de pacientes	HSE11
Refrigerante de Velocidade Variável (VRF). COP de 3.5	*HSE13
Ar condicionado com resfriador a ar - COP de 3.3	*HSE14
Ar condicionado com resfriador a água - COP de 5.2	*HSE15
Unidades de frequência variável nas unidades de tratamento de ar (AHU)	HSE20
Unidades de velocidade variável em bombas	HSE21
Recuperação de calor sensível do ar de saída. Eficiência 60%	HSE22
Lâmpadas de economia de energia - Espaços internos (exceto salas de terapia ocupacional)	HSE29
Lâmpadas de economia de energia - Espaços externos	HSE30
Controles de iluminação para corredores	HSE32
Sensores de ocupação nos banheiros	HSE33
Captadores de energia solar para água quente - 60% da demanda de água quente	HSE35
Energia solar fotovoltaica - 10% da demanda total de energia	HSE36

Tabela 22. Medidas de economia de água.

Medida	Código
Chuveiro de baixa vazão - 7 litros/min	*HSW01
Lavatórios de baixo consumo em todos os banheiros. 2litros/min.	*HSW02
Descarga para os vasos sanitários. 6 litros /primeira descarga, 3 litros/segunda descarga.	*HSW03
Mictórios com uso eficiente de água em todos os banheiros – 2 litros/descarga	*HSW04
Torneiras para cozinha com uso eficiente de água- 6 litros/min	*HSW07
Jardinagem com uso eficiente de água - 4 litros/m2/dia	HSW09
Sistema de tratamento e reciclagem de águas cinzas	HSW12

Tabela 23. Medidas de eficiência nos materiais.

Medida	Código
Lajes de piso e entrepiso	*HSM01
Construção de cobertura	*HSM02
Paredes exteriores	*HSM03
Paredes interiores	*HSM04
Acabamento de piso	*HSM05
Caixilhos de janelas	*HSM06
Isolamento de paredes	HSM07
Isolamento de teto	HSM08

Anexo 4. Resumo de medidas simuladas

Tabela 24. Resumo de medidas em Clínica Ambulatorial1 (CPA1).

Energia	CCR		HMX		LPB		MBR		QEC		SCA		SEL		SMC	
	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2
HSE01*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSE02																
HSE03																
HSE04	■		■		■		■		■		■		■		■	
HSE05*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSE06*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSE07	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSE08																
HSE09	■		■		■		■		■		■		■		■	
HSE10	■		■		■		■		■		■		■		■	
HSE11	■		■		■		■		■		■		■		■	
HSE13		■		■		■		■		■		■		■		■
HSE14																
HSE15																
HSE20																
HSE21		■		■		■		■		■		■		■		■
HSE22																
HSE29	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSE30	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSE32																
HSE33	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSE35		■		■		■		■		■		■		■		■
HSE36		■		■		■		■		■		■		■		■

Água	CCR		HMX		LPB		MBR		QEC		SCA		SEL		SMC	
	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2
HSW01*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSW02*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSW03*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSW04*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSW07*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSW09																
HSW12		■		■		■		■		■		■		■		■

Materiais	CCR		HMX		LPB		MBR		QEC		SCA		SEL		SMC	
	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2
HSM01*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSM02*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSM03*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSM04*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSM05*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSM06*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSM07	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSM08	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Tabela 25. Resumo de medidas em Clínica Ambulatorial2 (CPA2).

Energia	CCR		HMX		LPB		MBR		QEC		SCA		SEL		SMC	
	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2
HSE01*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSE02																
HSE03																
HSE04	■		■		■		■		■		■		■		■	
HSE05*	■	■	■	■	■	■		■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSE06*	■	■	■	■	■	■		■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSE07																
HSE08																
HSE09	■		■		■		■		■		■		■		■	
HSE10	■		■		■		■		■		■		■		■	
HSE11	■		■		■		■		■		■		■		■	
HSE13		■		■		■		■		■		■		■		■
HSE14																
HSE15																
HSE20									■							
HSE21		■		■		■		■		■		■		■		■
HSE22																
HSE29	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSE30	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSE32																
HSE33	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSE35		■		■	■	■		■	■	■	■	■		■		■
HSE36		■		■		■		■		■		■		■		■

Água	CCR		HMX		LPB		MBR		QEC		SCA		SEL		SMC	
	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2
HSW01*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSW02*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSW03*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSW04*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSW07*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSW09																
HSW12	■	■		■		■		■		■		■		■		■

Materiais	CCR		HMX		LPB		MBR		QEC		SCA		SEL		SMC	
	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2
HSM01*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSM02*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSM03*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSM04*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSM05*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSM06*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSM07	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSM08	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Tabela 26. Resumo de medidas em Centro de Diagnóstico (CD).

Energia	CCR		HMX		LPB		MBR		QEC		SCA		SEL		SMC	
	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2
HSE01*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSE02																
HSE03																
HSE04	■		■		■		■		■		■		■		■	
HSE05*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSE06*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSE07																
HSE08																
HSE09	■		■		■		■		■		■		■		■	
HSE10	■		■		■		■		■		■		■		■	
HSE11	■		■		■		■		■		■		■		■	
HSE13	■	■		■	■	■		■		■	■	■		■		■
HSE14																
HSE15																
HSE20	■															
HSE21		■		■		■		■		■		■		■		■
HSE22																
HSE29	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSE30	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSE32																
HSE33	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSE35		■		■		■		■		■		■		■		■
HSE36		■		■		■		■		■		■		■		■

Água	CCR		HMX		LPB		MBR		QEC		SCA		SEL		SMC	
	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2
HSW01*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSW02*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSW03*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSW04*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSW07*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSW09																
HSW12		■		■		■		■		■		■		■		■

Materiais	CCR		HMX		LPB		MBR		QEC		SCA		SEL		SMC	
	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2
HSM01*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSM02*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSM03*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSM04*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSM05*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSM06*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSM07	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSM08	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Tabela 27. Resumo de medidas em Hospital de Múltiplas Especialidades (HEM).

Energia	CCR		HMX		LPB		MBR		QEC		SCA		SEL		SMC	
	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2
HSE01*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSE02																
HSE03																
HSE04	■		■		■		■		■		■		■		■	
HSE05*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSE06*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSE07																
HSE08																
HSE09	■		■		■		■		■		■		■		■	
HSE10	■		■		■		■		■		■		■		■	
HSE11	■		■		■		■		■		■		■		■	
HSE13	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSE14																
HSE15																
HSE20																
HSE21																
HSE22																
HSE29	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSE30	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSE32	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSE33	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSE35		■		■		■		■		■		■		■		■
HSE36		■		■		■		■		■		■		■		■

Água	CCR		HMX		LPB		MBR		QEC		SCA		SEL		SMC	
	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2
HSW01*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSW02*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSW03*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSW04*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSW07*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSW09		■		■		■		■		■		■		■		■
HSW12		■		■		■		■		■		■		■		■

Materiais	CCR		HMX		LPB		MBR		QEC		SCA		SEL		SMC	
	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2
HSM01*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSM02*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSM03*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSM04*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSM05*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSM06*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSM07	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSM08	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Tabela 28. Resumo de medidas em Hospital Universitário (HU).

Energia	CCR		HMX		LPB		MBR		QEC		SCA		SEL		SMC	
	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2
HSE01*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSE02																
HSE03																
HSE04	■		■		■		■		■		■		■		■	
HSE05*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSE06*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSE07																
HSE08																
HSE09	■		■		■		■		■		■		■		■	
HSE10	■		■		■		■		■		■		■		■	
HSE11	■		■		■		■		■		■		■		■	
HSE13	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSE14																
HSE15																
HSE20																
HSE21																
HSE22																
HSE29	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSE30	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSE32	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSE33	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSE35	■	■		■		■		■		■		■		■		■
HSE36		■		■		■		■		■		■		■		■

Água	CCR		HMX		LPB		MBR		QEC		SCA		SEL		SMC	
	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2
HSW01*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSW02*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSW03*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSW04*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSW07*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSW09		■		■		■		■		■		■		■		■
HSW12		■		■		■		■		■		■		■		■

Materiais	CCR		HMX		LPB		MBR		QEC		SCA		SEL		SMC	
	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2
HSM01*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSM02*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSM03*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSM04*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSM05*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSM06*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSM07	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSM08	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Tabela 29. Resumo de medidas em Lar de Idosos (RA).

Energia	CCR		HMX		LPB		MBR		QEC		SCA		SEL		SMC	
	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2
HSE01*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSE02																
HSE03																
HSE04	■		■		■		■		■		■		■		■	
HSE05*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSE06*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSE07																
HSE08																
HSE09	■		■		■		■		■		■		■		■	
HSE10	■		■		■		■		■		■		■		■	
HSE11	■		■		■		■		■		■		■		■	
HSE13	■	■		■	■	■		■	■	■	■	■		■		■
HSE14																
HSE15																
HSE20																
HSE21																
HSE22																
HSE29		■		■		■		■		■		■		■		■
HSE30	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSE32	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSE33	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSE35	■	■		■		■		■		■		■		■		■
HSE36		■		■		■		■		■		■		■		■

Água	CCR		HMX		LPB		MBR		QEC		SCA		SEL		SMC	
	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2
HSW01*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSW02*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSW03*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSW04*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSW07*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSW09																
HSW12	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Materiais	CCR		HMX		LPB		MBR		QEC		SCA		SEL		SMC	
	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2
HSM01*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSM02*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSM03*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSM04*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSM05*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSM06*	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSM07	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSM08	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Anexo 5. Descrição detalhada do hospital existente

1. Buenos Aires, Argentina (BAA)

Em Buenos Aires, o clima é temperado e quente, com grande quantidade de chuva mesmo no mês mais seco. A temperatura média anual é de 17,4°C, e a precipitação média anual é de 950 mm. Este clima é considerado subtropical úmido (Cfa) de acordo com a classificação climática Köppen-Geiger.

É proposto um hospital público, construído no ano 2000, com cerca de 40.000 m² distribuídos em 10 pavimentos e um porão, incluindo todos os serviços correspondentes e 429 leitos hospitalares. Para a distribuição das áreas de espaço interno, orientação principal, profundidade do piso e premissas para a linha de base, foram utilizadas as informações estabelecidas pela EDGE por padrão. Com relação aos sistemas, partiu-se do princípio de que o edifício contará com sistema de ar condicionado e de aquecimento e como uma área verde exterior de 2.000 m².

Figura 51. Condições atmosféricas e geográficas de Buenos Aires/Argentina.

Buenos Aires/Argentina

Mês	Temperatura média (°C)
Janeiro	25
Fevereiro	23
Março	21
Abril	18
Maio	14
Junho	11
Julho	11
Agosto	12
Setembro	14
Outubro	17
Novembro	20
Dezembro	23
Temp. Max.	25
Temp. Min.	11
Promedio Anual	17.4
Precipitacion Promedio Annual (mm)	950
Latitud (Deg)	34.6

Tabela 30. Parâmetros e informação do hospital existente.

Hospital Público existente		
Informação Geral	Área (m²):	40032
	Pavimentos:	10
	Área de paisagismo (Exterior, m²):	2000
	Taxa média de ocupação:	70%
	Altura entre piso e teto (m):	4
	Quantidade de leitos	429
	Con cocina y lavandería	
Hospital de Especialidades		
Informação detalhada	Tipo de Espaço	Área (m²)
	Áreas para pacientes – Serviços gerais	14264
	Áreas para pacientes – Salas de especialidades	4076
	Unidade de Cuidados Intensivos (UCI)	1630
	SSalas de cuidados pré/pós-operatórios	815
	Salas de operações	1630
	Salas de consulta	2856
	Salas de terapia	1630
	Serviços de diagnóstico	2445
	Escritórios	815
	Corredores	3260
	Departamento de Insumos Esterilizados	815
	Quarto elétrico e casa de máquinas	500
	Banheiros/Cantina	408
	Cozinha e preparação de alimento	1630
	Lavanderia	408
	Estacionamento coberto	2445
	Áreas de espera	408
Dimensões do Edifício (m)	Norte	28.9
	Sur	28.9
	Este	28.9
	Oeste	28.9
	Noreste	28.9
	Noroeste	28.9
	Sureste	28.9
	Suroeste	28.9

Anexo 6. Resumo de simulações para o hospital existente

Tabela 31. Quadro-resumo de estratégias implementadas por simulação.

Energia	Sa	Sb	Sc	Sd	Se	Sf	Sg	Sh	Si
HSE01*	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSE02		■				■	■		
HSE03		■				■	■		
HSE04	■	■		■					
HSE05*	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSE06*	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSE07				■					
HSE08		■					■	■	
HSE09	■	■	■						
HSE10	■	■	■						
HSE11	■	■	■						
HSE13	■	■	■				■	■	■
HSE14				■		■			
HSE15					■				
HSE20			■		■		■		
HSE21			■		■		■		
HSE22							■		
HSE29	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSE30	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSE32	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSE33	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSE35				■	■	■	■	■	■
HSE36					■	■	■	■	

Água	Sa	Sb	Sc	Sd	Se	Sf	Sg	Sh	Si
HSW01*	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSW02*	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSW03*	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSW04*	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSW07*	■	■	■	■	■	■	■	■	■
HSW09					■	■	■	■	
HSW12			■	■	■	■	■	■	

Anexo 7. Tarifas de serviço públicos segundo preços de mercado

Tabela 32. Tarifas elétricas segundo preços de mercado (Out-2019).

Cidade/País	Tarifa Elétrica $/kWh	Empresa	Año
Hermosillo/México	$ 0.17	Pag. Web Comissão Federal de Eletricidade, CFE[2]	2019
Cartago/Costa Rica	$ 0.1847	ICE[3]	2019
San Salvador/ El Salvador	$ 0.1102	Estatísticas do subsetor elétrico do Sistema de Integração Centro-Americana (SICA), 2016. Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL). CAESS[4]	2016
Quito/Equador	$ 0.081	Agência de Regulação e Controle de Eletricidade Equador[5]	2019
Santa Marta/Colômbia	$ 0.15	Pag. Web Electrificadora del Caribe. Electricaribe[6]	2019
La Paz/Bolívia	$ 0.11832	Pag. Web Distribuidora Eléctrica de La Paz.[7]	2019
Manaus/Brasil	$ 0.17	Global Petrol Prices.com[8]	2019
Santa Cruz/Argentina	$ 0.095	Ente Nacional Regulador de Eletricidade da Argentina[9]	2019
Buenos Aires/ Argentina	$ 0.095	Ente Nacional Regulador de Eletricidade de Argentina[10]	2019

1. Todas em USD, segundo tipo de cambio XE (https://www.xe.com/), quando aplicável.

2. https://app.cfe.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/TarifasCRENegocio/Negocio.aspx

3. https://www.grupoice.com/wps/portal/ICE/Electricidad/servicios-empresariales

4. https://www.cepal.org/es/publicaciones/42720-estadisticas-subsector-electrico-paises-sistema-la-integracion-centroamericana

5 https://www.regulacionelectrica.gob.ec/resoluciones-pliegos-tarifarios/

6. http://www.electricaribe.co/tu-energia/

7 www.delapaz.bo

8 https://www.globalpetrolprices.com/electricity_prices/

9. https://www.argentina.gob.ar/enre/tarifas

Tabela 33. Tarifas de água segundo preços de mercado (Out-2019).

Cidade/País	Tarifa $/m³ [11]	Empresa	Ano
Hermosillo/México	$ 2.958	H. Ayuntamiento de Hermosillo[12]	2019
Cartago/Costa Rica	$ 2.97	Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados[13]	2019
San Salvador/ El Salvador	$ 1.822	Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados[14]	2019
Quito/Ecuador	$ 0.98	EPMAPS Água de Quito[15]	2019
Santa Marta/Colombia	$ 1.54	Empresa de Servicios Públicos de Santa Marta (Essmar E.S.P.)[16]	2019
La Paz/Bolivia	$ 1.76	Autoridad de Fiscalización y Control Social de Água Potable y Saneamiento Básico[17]	2010
Manaos/Brazil	$ 3.9	Água de Manaus[18]	2019
Santa Cruz/Argentina	$ 0.4475	AYASA[19]	2019
Buenos Aires/ Argentina	$ 0.4475	AYASA[1]	2019

11. Todas em USD, segundo tipo de cambio XE (https://www.xe.com/), quando aplicável.

12. http://aguadehermosillo.gob.mx/aguah/tarifas/

13. https://www.aya.go.cr/servicioCliente/SitePages/estimacionImporte.aspx

14. http://www.anda.gob.sv/pliego-tarifario/calculo-de-tarifa/

15. https://www.aguaquito.gob.ec

16. https://www.hoydiariodelmagdalena.com.co/archivos/229102

17. http://www.aaps.gob.bo/images/DER/EPSAS.pdf

18. http://www.aguasdemanaus.com.br/legislacao-e-tarifas/

19.https://www.aysa.com.ar/usuarios/Conoce-tu-factura

Infraestrutura Social

EDIFÍCIOS VERDES

PARA O SETOR DE SAÚDE

Identificação de medidas com melhor custo-benefício para o projeto sustentável

Eric Fischel – Wilhelm Dalaison – Esperanza González-Mahecha
Ignacio Astorga - Michelle Carvalho Hallack - Virginia Snyder

BID