



## COMPARAÇÃO ENTRE SELOS AMBIENTAIS E A NORMA DE DESEMPENHO COM ENFOQUE NOS SISTEMAS HIDROSSANITÁRIOS

Thales Felipe Catricala

Projeto de Graduação apresentado ao curso de Engenharia Civil da Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Engenheiro.

Orientadora: Elaine Garrido Vasquez

Rio de Janeiro  
Setembro de 2020

COMPARAÇÃO ENTRE SELOS AMBIENTAIS E A NORMA DE DESEMPENHO COM  
ENFOQUE NOS SISTEMAS HIDROSSANITÁRIOS

Thales Felipe Catricala

PROJETO DE GRADUAÇÃO SUBMETIDO AO CORPO DOCENTE DO CURSO DE  
ENGENHARIA CIVIL DA ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL  
DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A  
OBTENÇÃO DO GRAU DE ENGENHEIRO CIVIL

Examinada por:

---

Profa. Elaine Garrido Vasquez

---

Profa. Alessandra Conde de Freitas

---

Profa. Lais Amaral Alves

---

Profa. Maria do Carmo Reis Cavalcanti

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL

SETEMBRO DE 2020

Resumo do Projeto de Graduação apresentado à Escola Politécnica/ UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Engenheiro Civil.

## COMPARAÇÃO ENTRE SELOS AMBIENTAIS E A NORMA DE DESEMPENHO COM ENFOQUE NOS SISTEMAS HIDROSSANITÁRIOS

Thales Felipe Catricala

Setembro de 2020

Orientadora: Elaine Garrido Vasquez

A parcela de água doce disponível para consumo no mundo é muito pequena. Com o avanço tecnológico, com a maior conscientização da população e, também, no que diz respeito ao âmbito econômico, a preocupação em relação ao desperdício, à natureza, aos resíduos, entre outros, vem aumentando cada dia mais. Devido a isso, estão em constante atualização a Norma de Desempenho ABNT/NBR 15.575 (2013) e os selos de qualidade LEED, AQUA-HQE e CASA AZUL para construção civil, a fim de otimizar o uso/consumo da água. O objetivo deste trabalho, é identificar e comparar a categoria de sistema hidráulico na Norma Desempenho ABNT/NBR 15.575 (2013) e dos selos de qualidade LEED, AQUA-HQE e CASA AZUL, assim como verificar seus pontos em comum e suas diferenças. Para isso, o método utilizado foi a comparação da Norma de Desempenho ABNT/NBR 15.575 (2013) com também dos Selos de Qualidade citados, além de artigos, revistas, documentos, entre outros. Com isso, serão obtidos os pontos em comum entre o desempenho e a sustentabilidade dos sistemas hidráulicos, suas diferenças, para que haja um maior benefício para a execução dos sistemas hidráulicos em edifícios.

*Palavras-chave:* Sistemas Hidráulicos, Norma de Desempenho, Selo de Qualidade, Água.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>5</b>
1.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	5
1.2	JUSTIFICATIVA.....	6
1.3	OBJETIVO.....	7
1.4	METODOLOGIA.....	7
1.5	ESTRUTURA DESTE TRABALHO.....	8
<b>2</b>	<b>DESEMPENHO.....</b>	<b>9</b>
2.1	CONCEITO DE DESEMPENHO.....	9
2.2	NORMA DE DESEMPENHO NBR 15.575:2013.....	10
2.2.1	<b>Requisitos Gerais (Parte 1).....</b>	<b>11</b>
2.2.2	<b>Sistemas hidrossanitários (Parte 6).....</b>	<b>12</b>
2.2.3	<b>Segurança Estrutural.....</b>	<b>12</b>
2.2.4	<b>Segurança contra Incêndio.....</b>	<b>14</b>
2.2.5	<b>Segurança no uso e operação.....</b>	<b>14</b>
2.2.6	<b>Estanqueidade.....</b>	<b>14</b>
2.2.7	<b>Desempenho Acústico.....</b>	<b>15</b>
2.2.8	<b>Durabilidade e Manutenibilidade.....</b>	<b>15</b>
2.2.9	<b>Saúde, Higiene e Qualidade do Ar.....</b>	<b>16</b>
2.2.10	<b>Funcionalidade e Acessibilidade.....</b>	<b>17</b>
2.2.11	<b>Conforto Tátil e Antropodinâmico.....</b>	<b>17</b>
2.2.12	<b>Adequação Ambiental.....</b>	<b>17</b>
<b>3</b>	<b>SUSTENTABILIDADE.....</b>	<b>19</b>
3.1	CONCEITO DE SUSTENTABILIDADE.....	19
3.2	DESAFIOS DA CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL.....	20
3.3	INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE DE EDIFICAÇÕES.....	21
3.4	PROCESSO AQUA-HQE.....	22
3.4.1	<b>Critérios e Classificação AQUA-HQE.....</b>	<b>23</b>
3.5	LEADERSHIP IN ENERGY AND ENVIRONMENTAL DESIGN (LEED).....	25

3.5.1	Critérios e Classificação LEED (versão 4.0).....	26
3.5.2	Redução de Água no Exterior.....	28
3.5.3	Redução de Água no Interior.....	28
3.5.4	Medição de Água no Edifício.....	30
3.5.5	Uso de Água de Torre de Resfriamento.....	30
3.6	SELO CASA AZUL CAIXA.....	30
3.6.1	Medição Individualizada.....	32
3.6.2	Dispositivos Economizadores – Bacia Sanitária.....	32
3.6.3	Dispositivos Economizadores – Arejadores.....	33
3.6.4	Dispositivos Economizadores – Registro Regulador De Vazão.....	33
3.6.5	Aproveitamento de Água Pluviais.....	33
3.6.6	Retenção de Água Pluviais.....	34
3.6.7	Infiltração de Águas Pluviais.....	34
3.6.8	Áreas Permeáveis.....	35
4	COMPARAÇÃO ENTRE SUSTENTABILIDADE E DESEMPENHO NOS SISTEMAS HIDRÁULICOS.....	37
4.1	COMPARAÇÃO ENTRE OS SISTEMAS DE CERTIFICAÇÃO.....	37
4.2	AS CERTIFICAÇÕES AMBIENTAIS E A NORMA DE DESEMPENHO.....	38
4.2.1	Segurança Estrutural.....	41
4.2.2	Segurança Contra Incêndio.....	42
4.2.3	Segurança de Uso e Operação.....	43
4.2.4	Estanqueidade.....	43
4.2.5	Desempenho Térmico.....	44
4.2.6	Desempenho Acústico.....	44
4.2.7	Durabilidade e Manutenibilidade.....	45
4.2.8	Saúde, Higiene e Qualidade Do Ar.....	45
4.2.9	Funcionalidade e Acessibilidade.....	46
4.2.10	Conforto Tátil e Antropodinâmico.....	46
4.2.11	Adequação Ambiental.....	47
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	48

**REFERÊNCIAS.....50****1 INTRODUÇÃO****1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS**

Segundo a United Nations Environment Programme (UNEP, 2002) entre as maiores preocupações mundiais, é a falta de água. Uma vez que apenas 2,5% da água doce existente no mundo é própria para o consumo humano. Destes 2,5%, uma parcela encontra-se concentrada em geleiras e outra é descrita na umidade encontrada no solo, sendo que, assim, restam apenas 1% da água doce do mundo para consumo.

Desde a Antiguidade, a utilização de água vem aumentando consideravelmente. Por exemplo a Revolução Industrial Inglesa no século XVIII, que foi um grande marco no aumento desse consumo. Com o aumento da população, ocorreu aumento no consumo com a utilização em campos agrícolas, nas construções civis e outros. Houve também um aumento no desperdício da água. Pode-se evidenciar que a construção civil é um dos segmentos que mais consome água no planeta. Podendo esse consumo chegar a aproximadamente 21% da água tratada, de acordo com o *US Green Building Council (USGBC)* (STRAUB, 2017).

Na década de 70 se desenvolveram muitos empreendimentos com métodos construtivos e tecnologias (qualidade dos materiais, equipamentos, transporte e armazenamento dos recursos, entre outros) em experiência que resultaram em problemas patológicos. Causando envelhecimento precoce e até problemas estruturais logo após ao término da obra (BORGES e SABATTINI, 2008). No entanto, a preocupação e os estudos no Brasil sobre o desempenho nas construções se iniciaram só na década de 80 através, do IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas), devido ao grande volume de construções de casas populares à época (BORGES e SABATTINI, 2008). No ano de 2000, através da Caixa Econômica Federal (sucessora do Banco Nacional de Habitação, que este foi sucessor do IPT), foi financiado na Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) um projeto para avaliar o sistema construtivo das edificações. Este resultou na criação da Norma Brasileira de Desempenho de Edificações de até cinco pavimentos (BORGES, 2008).

Na Figura 1.1, pode-se observar o crescimento exponencial do número de domicílios em relação a população total no Brasil, a partir da década de 70.

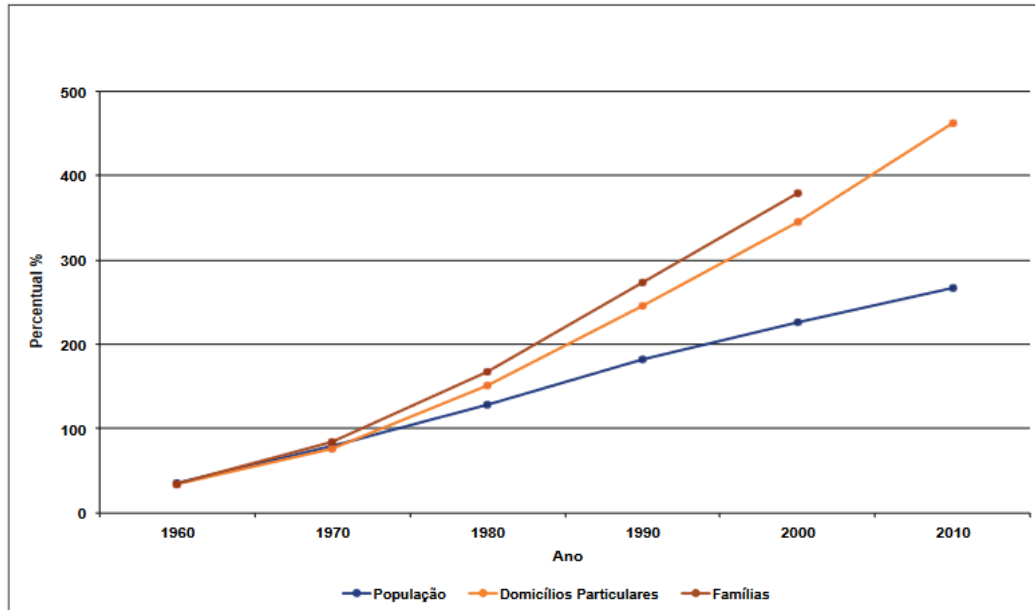


Figura 1.1: Crescimento exponencial do número de domicílios em relação a população total no Brasil, a partir da década de 70 (CAVENAGHI, 2011)

A década de 70 é considerada como o início da preocupação com a Sustentabilidade no mundo, devido à primeira Conferência Internacional das Nações Unidas. Realizada em 1972 em Estocolmo. Este teve como resultado a Declaração de Estocolmo. Ela define os princípios das questões ambientais internacionais, incluindo gestão de recursos naturais, redução da poluição, relação entre ambiente e desenvolvimento, entre outros. Porém, o conceito de sustentabilidade foi definido em 1987 no documento “Nosso Futuro Comum” ou “Relatório de Brundland”, elaborado na primeira Comissão Mundial Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, que esclarece: “desenvolvimento sustentável é aquele que busca as necessidades presentes sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atender suas próprias necessidades” (VIEIRA, 2014).

## 1.2 JUSTIFICATIVA

Pode-se observar que a água potável vem se tornando um recurso cada vez mais escasso (LEITAO, 2018). O uso da água na construção civil é essencial, desde a etapa de construção ao consumo após a construção. Assim, deve-se sempre procurar diminuir o consumo e o desperdício de água. A construção civil consome cerca de 21% da água tratada no planeta, segundo o *US Green Building Council* (STRAUB, 2017). Nos edifícios sustentáveis vem sendo implementando algumas estratégias que podem reduzir em até 50% o consumo de água potável. Algumas dessas estratégias são a reutilização de água pluvial,

sistema para acionamento de bacias sanitárias, entre outros (STRAUB, 2017). Estas estratégias, envolvem o desempenho de um edifício.

Neste escopo, a Norma de Desempenho e os Selos de Qualidade vêm estabelecendo padrões de sustentabilidade a serem alcançados pela construção civil. A comparação entre esses elementos traz consigo vantagens tanto àqueles que usufruem de construções quanto aos que participam de qualquer etapa de desenvolvimento e de projeto. Buscando diminuir o consumo e o desperdício, explicitar as intersecções e as diferenças entre os Selos e a Norma visa transmitir conhecimentos acerca da construção sustentável e seu desempenho.

### 1.3 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é comparar, no que tange a instalação hidrossanitária, a Norma de Desempenho ABNT NBR 15.575:2013, assim como três selos de qualidade mais usados no Brasil: Alta Qualidade Ambiental (AQUA-HQE), *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED – Liderança em Energia e Design Ambiental) e Casa Azul (do Banco Caixa Econômica Federal). A Norma de Desempenho especifica critérios mínimos de desempenho para os sistemas das edificações, além de definir as incumbências e intervenções necessárias para a vida útil mínima obrigatória das construções, que podem afetar positivamente ou negativamente a sustentabilidade de um edifício. Já os Selos de Qualidade explicitam medidas que visam aumentar a sustentabilidade de modo a diminuir os impactos sobre o meio ambiente. Neste sentido, a comparação busca explicitar as intersecções e as diferenças tanto entre os Selos e como entre os Selos e a Norma.

### 1.4 METODOLOGIA

A análise será focada no item sobre instalações hidrossanitárias da norma de desempenho (Norma de Desempenho ABNT NBR 15.575:2013-6). Nele estão contidos: sistemas prediais de água fria e de água quente; sistemas prediais de esgoto sanitário e ventilação; e sistema prediais de águas pluviais. Também será analisada a categoria “água” para os selos de qualidade: Alta Qualidade Ambiental (AQUA-HQE), *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED – Liderança em Energia e Design Ambiental) e Casa Azul (do Banco Caixa Econômica Federal). Além disso, haverá consulta bibliográfica a artigos técnicos, monografias, livros, dissertações, sites relacionados ao tema, entre outros.



## 1.5 ESTRUTURA DESTE TRABALHO

Na presente Introdução, apresentou-se a Introdução, Metodologia, Objetivos e Justificativa.

No Capítulo 2 deste trabalho, será apresentada a Norma de Desempenho ABNT 15575/2013 e suas partes. Com enfoque na Parte 6 (sistemas hidrossanitários), serão descritas as categorias e requisitos necessários a essa certificação.

No Capítulo 3 se discutirá o conceito de sustentabilidade nas suas esferas econômica, social e ambiental. Além disso, serão descritos os selos CASA AZUL, AQUA-HQE e LEED, assim como suas categorias, seus requisitos e seu funcionamento, também com enfoque nos sistemas hidrossanitários.

No Capítulo 4 será descrita a comparação elaborada a partir da análise tanto dos selos entre os selos e da Norma. A comparação foi feita com enfoque nos sistemas hidrossanitários e a partir das categorias e requisitos da Norma. Apresentará também este item um ranking em forma de quadro com os requisitos que aparecem ou não nos selos.

Por fim, as Considerações Finais serão tecidas acerca deste trabalho, pontuando-se suas limitações, seus resultados e futuras perspectivas a estudos futuros.

## 2 DESEMPENHO

### 2.1 CONCEITO DE DESEMPENHO

O significado da palavra desempenho na construção civil é definida como “comportamento em uso de uma edificação e de seus sistemas” (THOMAZ, 2014). Mas isso pode variar para cada usuário, devido as suas exigências na concepção e/ou na manutenção de um edifício, na localização do edifício devido a diferentes temperaturas, umidades, insolações, entre outros, que podem variar de região para região. No caso da Norma de Desempenho NBR 15.575 (2013), são especificados critérios mínimos de desempenho para os sistemas hidrossanitários das edificações, além de definir as incumbências e intervenções necessárias para a vida útil mínima obrigatória das construções.

Em 1984 foi elaborada a ISO 6241 (*International Organization for Standardization*). Esta criou uma lista mestra de requisitos, dividida em categorias de acordo com o Quadro 2.1.

Quadro 2.1: Requisitos de desempenho com exemplos (ISO 6241:1984)

ISO 6241		
ITENS	CATEGORIA	EXEMPLOS
1	Requisito de estabilidade	Resistência mecânica a ações estáticas e dinâmicas
2	Requisito de segurança contra incêndio	Riscos de irrupção e de difusão de incêndio
3	Requisito em segurança em uso	Segurança durante movimentação e circulação
4	Requisitos de vedação	Vedação contra água
5	Requisitos térmicos e de umidade	Controle de condensação
6	Requisitos acústicos	Controle de ruídos internos e externos
7	Requisitos visuais	Iluminação artificial e natural
8	Requisitos de durabilidade	Conservação do desempenho durante a vida útil do edifício
9	Requisitos de higiene	Suprimento de água
10	Requisitos táteis	Propriedades das superfícies
11	Requisitos antropométrico	Facilidade de movimentação
12	Requisitos da qualidade do ar	Controle de Odores e ventilação
13	Requisitos econômicos	Custo de manutenção, operacional e capital

A ISO 6241:1984 é utilizada até hoje. No caso do Brasil, ela foi adaptada para a Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR 15575:2007 (Norma de Desempenho). Esta posteriormente foi atualizada em julho de 2013. Esta norma de desempenho estabelece que a avaliação de uma edificação é feita através de critérios (quantitativos) e requisitos (qualitativos). Esta avaliação é mensurável a fim que possa ser objetivamente determinada.

## 2.2 NORMA DE DESEMPENHO NBR 15.575:2013

Em 19 julho de 2013, com a atualização e correção da ABNT/NBR 15.575 (2013) “Edificações Habitacionais – Desempenho”, foram estabelecidas responsabilidades para cada um dos envolvidos em uma edificação (construtores, incorporadores, projetistas, fabricantes de materiais, administradores condominiais e os usuários). Porém, ela é vigente desde 2007 para edifícios até 5 pavimentos. Com as dificuldades de adaptação do pessoal envolvido, o prazo de exigibilidade foi prorrogado até 2013 (BALCONI, 2013).

A norma de desempenho se baseia em vários documentos relacionados, como por exemplo ABNT/NBR 13.713 (2009), ABNT/NBR 15.423 (2006), ABNT/NBR 14.121 (1998), entre outros. A ABNT/NBR 15.575 (2013) é compreendida em seis partes de acordo com o Quadro 2.2.

Quadro 2.2: Partes da NBR 15.575  
“Edificações Habitacionais – Desempenho” (2013)

PARTE 1	REQUISITOS GERAIS
PARTE 2	REQUISITOS PARA OS SISTEMAS ESTRUTURAIS
PARTE 3	REQUISITOS PARA OS SISTEMAS PISOS
PARTE 4	REQUISITOS PARA OS SISTEMAS DE VEDAÇÕES VERTICAIS INTERNAS E EXTERNAS
PARTE 5	REQUISITOS PARA OS SISTEMAS DE COBERTURAS
PARTE 6	REQUISITOS PARA OS SISTEMAS HIDROSSANITÁRIOS

Segue trecho do Guia Orientativo para atendimento da Norma de Desempenho.

*“O conjunto normativo NBR 15.575 – Edificações Habitacionais – Desempenho, traz como novidade o conceito de comportamento em uso dos componentes e sistemas das edificações, sendo que a construção habitacional deve atender e cumprir as exigências dos usuários ao longo dos anos, promovendo o amadurecimento e melhoria da relação de consumo no mercado imobiliário, na medida em que todos os partícipes da produção habitacional são incumbidos de suas responsabilidades; projetistas, fornecedores de material, componente e/ou sistema, construtor, incorporador e usuário.”* (Guia orientativo para atendimento da norma ABNT NBR 15.575//2013, CBIC)

O trecho da ABNT/NBR 15.575-6 (2013) que será analisado neste trabalho, se refere às exigências aos usuários e aos requisitos referentes aos sistemas hidrossanitários. Essas exigências são os responsáveis pelas condições de saúde e higiene mínimas para uma habitação.

As instalações devem garantir segurança dos usuários, sem riscos de queimaduras (água quente) ou outros acidentes, de forma que se harmonize com a estrutura do edifício, interações com o solo e características físico-químicas dos demais materiais de construção.

No que tange à Parte 6 da Norma de Desempenho, o texto explora os critérios de desempenho estabelecidos na Parte 1, porém os aplicando aos sistemas hidráulicos em questão. Para o atendimento da norma, segundo a mesma, a edificação projetada deve atender às condições mínimas de qualidade do ar e salubridade ambiental definidas pelo código sanitário estadual ou municipal do local da implantação da obra. Devendo ser observado neste caso, a manutenção da qualidade da água, a correta disposição de esgotos sanitários e caimentos adequados para superfícies de áreas molhadas ou laváveis.

### **2.2.1 Requisitos Gerais (Parte 1)**

Este trecho da Norma de Desempenho das Edificações apresenta todos os subsistemas das edificações habitacionais, e pode-se observar as interações entre eles como também, os observar de forma isolada. Nesta parte de requisitos gerais, ela é utilizada como um procedimento de avaliação do desempenho dos sistemas construtivos de edifícios de até cinco pavimentos.

A NBR 15.575 estabelece que, para edificações ou conjuntos habitacionais com local de implantação definido, os projetos devem ser desenvolvidos com base nas características geomorfológicas do local, avaliando-se convenientemente os riscos de deslizamentos, enchentes, erosões e outros (Guia orientativo CBIC, 2013).

São vários critérios que devem ser atingidos na Norma de Desempenho ABNT/NBR 15.575 (2013). Deve-se deter atenção também ao projeto hidráulico, ao despejo da água em redes públicas de coleta, ou quando não houver coleta, deve-se utilizar sistemas para que não contamine o meio ambiente.

A Norma também recomenda a reutilização da água pluvial, para diminuir o consumo de água potável. Assim, a demanda de água potável diminui na rede pública e diminuindo assim o esgoto produzido para o tratamento, sem que se interfira na satisfação do cliente. Como se pode observar no Quadro 2.3, existem parâmetros mínimos de potabilidade para o aproveitamento de águas servidas.

Quadro 2.3: Parâmetros de potabilidade para aproveitamento de águas servidas  
(ABNT NBR 15.575, 2013)

<b>Parâmetro</b>	<b>Valor</b>
Coliformes totais	Ausência em 100 ml
Coliformes termotolerantes	Ausência em 100 ml
Cloro residual livre <sup>1</sup>	0,5 a 3,0 mg/L
Turbidez	< 2,0 uT <sup>2</sup> , para usos menos restritivos <5,0 uT
Cor Aparente (Caso não seja utilizado nenhum corante, ou antes da sua utilização)	<15uH <sup>3</sup>
Deve prever ajuste de pH para proteção das redes de distribuição, caso necessário	pH de 6,0 a 8,0 no caso de tubulação de aço carbono ou galvanizado
Nota: Podem ser usados outros processos de desinfecção além do cloro, como a aplicação de raio ultravioleta e aplicação de ozônio.	
1 - No caso de serem utilizados compostos de cloro para desinfecção	
2 - uT é a unidade de turbidez	
3 - uH é a unidade Hazen	

## 2.2.2 Sistemas hidrossanitários (Parte 6)

Nesta parte da Norma de Desempenho remete aos critérios estabelecidos na Parte 1 com foco nos sistemas hidrossanitários. Estes critérios são: segurança estrutural; segurança contra incêndio; segurança no uso e operação; estanqueidade; desempenho acústico; durabilidade e manutenibilidade; saúde, higiene e qualidade do ar; funcionalidade e acessibilidade; conforto tátil e antropodinâmico; e adequação ambiental. Na parte de água fria, a Norma de Desempenho ABNT/NBR 15.575 (2013) foi baseada em outras normas como por exemplo: NBR 15884-3 (2010), NBR 5648 (2010), NBR 7198 (1993), entre outras.

### 2.2.3 Segurança Estrutural

O objetivo do requisito da segurança estrutural é promover resistência às solicitações mecânicas estáticas e dinâmicas durante o uso proveniente do fluxo de água, de forma que não haja deformação que possa comprometer o sistema hidráulico. As solicitações estáticas ocorrem em tubulações suspensas, tubulações enterradas e tubulações embutidas. Já as solicitações dinâmicas ocorrem em: sobrepressão máxima no fechamento de válvulas de descarga, altura manométrica máxima, sobrepressão máxima quando da parada de bombas de recalque e resistência a impactos de tubulações aparentes.

No caso das tubulações suspensas, a norma recomenda que os fixadores ou suportes das tubulações sejam capazes de suportar cinco vezes o peso da tubulação cheia de água. Sendo elas fixadas do teto ou em algum elemento estrutural. Não pode ocorrer nenhum tipo de deformação acima de 0,5% comparado ao tamanho do vão.

Na tubulação enterrada, elas devem manter sua integridade. Não podendo haver deformação na tubulação devido a esforços mecânicos. Isso pode ser evitado através de do uso de berços e envelopamento da tubulação.

No caso da tubulação embutida, ela deve ser protegida de esforços externos que possam comprometer a estanqueidade e o fluxo da tubulação. Verificando a existência de dispositivos que assegura que não haja esforços na tubulação em elementos de transição (por exemplo pilar x parede).

Em relação as solicitações dinâmicas, a sobrepressão máxima no fechamento de válvulas de descarga do tipo de metais de fechamento rápido e do tipo monocromado, não deve possuir sobrepressões superiores a 0,2MPa. Este critério foi estabelecido na NBR 15857 (2011) (Válvula de descarga para limpeza de bacias sanitárias — Requisitos e métodos de ensaio).

A altura manométrica máxima sempre tem que ser sempre avaliada no “caminho” mais desfavorável. Sua sobrepressão máxima é estabelecida na NBR 5626 (1998) (Instalação predial de água fria), ao qual estabelece o limite máximo de 200kPa

No critério de sobrepressão máxima quando da parada de bombas de recalque, a velocidade da água dentro da tubulação não deve ultrapassar 10m/s. Caso isso ocorra, deve estar previsto em projeto, e possuir redutores.

Na resistência a impactos de tubulações aparentes, as tubulações que situam até 1,5m acima do piso, devem ser resistentes aos impactos durante toda a sua vida útil de projeto. Seus

parâmetros estão descritos no Quadro 2.4. Seja na parte de funcionalidade (impacto de utilização) ou na ruína (impacto limite).

Quadro 2.4: Parâmetro para impacto nas tubulações (ABNT NBR 15.575, 2013)

Tipo de impacto	Energia	
	Impacto de utilização	Impacto limite
Corpo mole	120 J	240 J
Corpo duro	2,5 J	10 J

#### 2.2.4 Segurança contra Incêndio

A instalação hidráulica referente a combate ao incêndio é imprescindível em uma edificação. Esta instalação será exposta e utilizada para combater incêndio, garantindo a segurança dos usuários. Por este motivo deve haver uma preocupação nos projetos para extinguir essa ameaça.

O volume de reserva contra incêndio é disposto no reservatório de água fria. Ou seja, uma porcentagem do volume total do reservatório (a outra parte é para o consumo dos usuários) fica destinada apenas para o combate contra o incêndio. O volume de reserva necessário é estabelecido pela legislação vigente, caso não haja, baseia-se na NBR 13.714 (1998) (Sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio).

Além desta “reserva” de água, utilizam-se extintores contra incêndio para garantir a segurança dos usuários. A NBR 12.693 (2013) (sistemas de proteção por extintores de incêndio) define a classificação e a posição destes extintores.

#### 2.2.5 Segurança no uso e operação

Nesta parte da Norma, ela evidencia os maiores riscos para os usuários. Em relação ao sistema hidráulico, a segurança está relacionada a choques elétricos e queimaduras em sistema de aquecimento de água, risco de explosão, queimadura ou intoxicação por gás, risco de ferimentos nos usuários causado por arestas vivas ou superfícies ásperas.

Entre os critérios deste trecho da norma, o único relacionado ao tema deste trabalho é a temperatura de utilização da água. O acidente com água quente pode ser previsível. Por este motivo, a norma indica a limitação da temperatura da água para 50°C em todos os pontos de

utilização, através de mistura de água fria, regulagem de vazão ou outras técnicas existentes no mercado atualmente.

### **2.2.6 Estanqueidade**

Este requisito é comumente necessário para o desempenho e para a sustentabilidade para que não haja vazamentos. Primeiro, de modo que não haja variação de pressão de acordo com o projeto. Em segundo, para evitar o desperdício de água.

No critério de estanqueidade à água das instalações de água fria, as tubulações do sistema predial de água não devem possuir vazamentos durante uma hora, sob uma pressão hidrostática de 50% acima do previsto em projeto. Porém não se deve testar com pressões inferiores a 100 kPa. No caso da tubulação de água quente, ela é testada da mesma forma que a água fria, em uma temperatura de 80°C.

Já na parte de estanqueidade à água de peças de utilização, a NBR 15.575 (2013) se baseia em várias outras NBRs. As peças de utilização quando submetidas a pressão hidrostática, os reservatórios e os metais sanitários devem ser estanques de acordo com as NBRs correlacionadas.

### **2.2.7 Desempenho Acústico**

No desempenho acústico, a NBR 15.575 (2013) estabelece (porém não é obrigatório), os níveis de ruídos gerados pelos sistemas prediais. Os ensaios realizados e os níveis de ruído estudados encontram-se no anexo B da norma.

Este critério não depende somente do sistema hidráulico, mas também do sistema de vedação. Atualmente, há uma grande preocupação dos consumidores em relação ao desempenho acústico. Sendo assim, os componentes hidráulicos de um cômodo, não podem gerar ruídos indesejados em outro cômodo.

### **2.2.8 Durabilidade e Manutenibilidade**

A durabilidade e manutenibilidade estão diretamente correlacionadas, pois a durabilidade depende da manutenção do edifício para que atenda pelo menos a mínima vida útil do projeto. A durabilidade de um empreendimento se define através do atendimento da



vida útil total do edifício, sem perder sua funcionabilidade. A NBR 15.575-1 (2013) indica a vida útil mínima do sistema hidráulico como sendo de 20 anos.

O Anexo C da Norma, indicado em trecho no Quadro 2.5, discrimina a vida útil das partes do sistema hidráulico. A variação da vida útil se dá em função da agressividade do meio ambiente, das características intrínsecas dos materiais e dos solos, como também da vida útil das peças do sistema hidráulico, sendo menor do que a vida útil mínima de projeto. No Quadro 2.5, pode-se observar que em instalações embutidas em vedações e manuteníveis, a vida útil mínima de projeto varia entre 3 a 20 anos. Em caso de instalações de fácil acesso, a variação é entre 3 a 8 anos no mínimo. E no caso de equipamentos substituíveis, a variação mínima da vida útil é de 8 a 13 anos. Pode-se notar também no Quadro 2.5 que a Norma de Desempenho além de indicar a vida útil mínima, ela indica também a vida útil desejada superior.

Quadro 2.5: Trecho retirado da NBR 15575 (2013) – Anexo C

Parte da Edificação		Exemplos	VUP anos	
			Mínimo	Superior
Instalações prediais embutidas em vedações e manuteníveis apenas por quebra das vedações ou dos revestimentos (inclusive forros falsos e pisos elevados não-acessíveis)		Tubulações e demais componentes (inclui registros e válvulas) de instalações hidrossanitários, de gás, de combate a incêndio, de águas pluviais, elétricos	≥ 20	≥ 30
		Reservatórios de água não facilmente substituíveis, redes alimentadoras e coletoras, fossas sépticas e negras, sistemas de drenagem não acessíveis e demais elementos e componentes de difícil manutenção e substituição	≥ 13	≥ 20
		Componentes desgastáveis e de substituição periódica, como gaxetas, vedações, guarnições e outros	≥ 3	≥ 4
Instalações aparentes ou em espaços de fácil acesso		Tubulações e demais componentes	≥ 4	≥ 6
		Aparelhos e componentes de instalações facilmente substituíveis como louças, torneiras, sifões, engates flexíveis e demais metais sanitários, sprinklers, mangueiras, interruptores, tomadas, disjuntores, luminárias, tampas de caixas, fiação e outros	≥ 3	≥ 4
		Reservatórios de água	≥ 8	≥ 12
Equipamentos funcionais manuteníveis e substituíveis	Médio custo de manutenção	Equipamentos de recalque, pressurização, aquecimento de água, condicionamento de ar, filtragem, combate a incêndio e outros	≥ 8	≥ 12
	Alto custo de manutenção	Equipamentos de calefação, transporte vertical, proteção contra descargas	≥ 13	≥ 20

		atmosféricas e outros		
--	--	-----------------------	--	--

### **2.2.9 Saúde, Higiene e Qualidade do Ar**

Nesta parte da NBR 15.575-6 (2013) é definido que o sistema de água fria potável deve ser totalmente separado do sistema de água fria não potável. Para que não ocorra a transmissão de substâncias tóxicas ou a contaminação por metais pesados.

Ela também, define que não se deve utilizar materiais ou componentes que possam contaminar a água biologicamente, o que pode acarretar doenças, assim como deve-se utilizar materiais que não permitam o desenvolvimento de bactérias. Estes devem ser impermeáveis e laváveis.

No quesito de tubulações enterradas, estas devem estar livres de qualquer fonte de poluição e agentes externos, a fim de evitar a entrada de animais nas tubulações, como também de líquidos que podem contaminar a água. Além disso, não deve permitir o refluxo de água, através de separação atmosférica por ventosas.

### **2.2.10 Funcionalidade e Acessibilidade**

Os requisitos desta parte da norma estão divididos entre funcionamento das instalações de água, de esgoto, e de águas pluviais. Neste trabalho, só serão referidas as instalações de água e água pluvial.

O requisito de funcionamento das instalações de água procura satisfazer as necessidades para o abastecimento de água quente e fria, garantindo assim, a vazão, pressão e volume de acordo com o uso, considerando o uso simultâneo dos pontos de utilização. As caixas e válvulas de descarga também devem atender a vazão e volume de descarga utilizado.

No requisito de funcionamento das instalações de águas pluviais, as calhas e condutores das águas pluviais, devem atender a intensidade de chuva recomendada para a localidade e para um certo tempo de retorno.

### **2.2.11 Conforto Tátil e Antropodinâmico**

Neste requisito na NBR 15.575 (2013), indica-se que os registros de manobras possuam dispositivos que aumentem o torque ou força de acionamento, através dos formatos e dimensões destes dispositivos, desempenhando assim, um maior conforto. Além disso, essas peças não devem possuir rebarbas, asperezas ou ressaltos, que possa ocasionar um ferimento.

### **2.2.12 Adequação Ambiental**

Nesta parte da norma, ela se refere ao uso racional de água. Diminuindo assim, a demanda do consumo de água. Tem o primeiro critério, que especifica sobre o consumo de água das bacias sanitárias. O volume de descarga destas devem atender a norma ABNT NBR 16727-2 (2019). No segundo critério desta etapa, também define a vazão das peças utilizadas no empreendimento. Sendo elas torneiras, misturadores, chuveiros, registro de gaveta, entre outros. Esta redução se dá para que haja um melhor aproveitamento da utilização da água, porém sem perder a satisfação dos usuários que a utilizam.

### 3 SUSTENTABILIDADE

Conforme relatório da Câmara Brasileira da Indústria da Construção – CBIC (2014), a sustentabilidade assumiu um papel de destaque na agenda da Indústria da Construção no Brasil. Existem diversos estudos em nível nacional e mundial, que estudam os impactos positivos e negativos gerados pelo mercado imobiliário e a Indústria da Construção sobre a sociedade, economia e o meio ambiente.

#### 3.1 CONCEITO DE SUSTENTABILIDADE

A Agenda 21 (1992) é um documento internacional que foi criado na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio92), no Rio de Janeiro. Ela busca o desenvolvimento sustentável (CORREA, 2009). No âmbito da Agenda 21 (1992), a construção sustentável é definida como "um processo holístico que aspira a restauração e manutenção da harmonia entre os ambientes natural e construído, e a criação de assentamentos que afirmem a dignidade humana e encorajem a equidade econômica" (MMA, 2020). Em síntese, consiste na redução e otimização do consumo de materiais e energia, na redução dos resíduos gerados, na preservação do ambiente natural e na melhoria da qualidade do ambiente construído.

Conforme o Quadro 3.1, qualquer empreendimento humano para ser sustentável, deve atender de modo equilibrado a três requisitos básicos.

Quadro 3.1: Requisitos básicos da sustentabilidade (CORAL, 2002)

1	Aspecto Ambiental	Tecnologia limpa; Reciclagem; Utilização sustentável de recursos naturais; Atendimento à legislação; Tratamento de efluentes e resíduos; Produtos ecologicamente corretos; Impactos ambientais
2	Aspecto	Vantagem competitiva; Qualidade e custo; Foco; Mercado;

	Econômico	Resultado; Estratégias de negócios
3	Aspecto Social	Assumir responsabilidade social; Suporte ao crescimento da comunidade; Compromisso com o desenvolvimento dos RH; Promoção e participação em projetos de cunho social

É importante ressaltar que deve haver uma harmonia entre os requisitos básicos. Para que isso ocorra, um planejamento detalhado deve ser elaborado em todo o ciclo de vida do edifício, desde sua concepção até sua demolição, para diminuir os impactos ambientais em todas as fases. Por exemplo, muitas vezes se privilegia o aproveitamento de luz, calor, ventilação, porém acaba-se utilizando tecnologias que utilizam mais energia elétrica para poder atender esses quesitos.

### 3.2 DESAFIOS DA CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL

A indústria da construção civil é um dos principais emissores de dióxido de carbono, levando ao aquecimento global e às mudanças climáticas. O setor de construção, corresponde a mais de 40% do consumo de materiais e a mais de um terço das emissões totais de gases de efeito estufa no mundo (BRASILEIRO e MATOS, 2015). Isso ocorre devido a equipamentos de construção civil movidos a diesel, fabricação de cimento através da queima da matéria prima, água de hidratação do concreto durante a cura, entre outros.

O Brasil está caminhando em direção a edifícios sustentáveis através da redução geral de fatores ambientais, sociais e econômicos. Um edifício sustentável é eficiente e responsável em termos de recursos ambientais e econômicos para construir e manter, e, também, socialmente responsável ao longo de seu ciclo de vida (BRASILEIRO e MATOS, 2015). Como afirma John (2001), “nenhuma sociedade poderá atingir o desenvolvimento sustentável sem que a construção civil, que lhe dá suporte, passe por profundas transformações”.

No livro de Peter Fisk, *People, Planet, Profit: How to Embrace Sustainability for Innovation and Business Growth* (2010) (Pessoas, Planeta, Lucro: Como Alcançar a Sustentabilidade para a Inovação e Crescimento Econômico), ele explora o *Triple Bottom* da sustentabilidade indicado na Figura 3.1. Este tripé inclui pessoas, planeta e lucro.

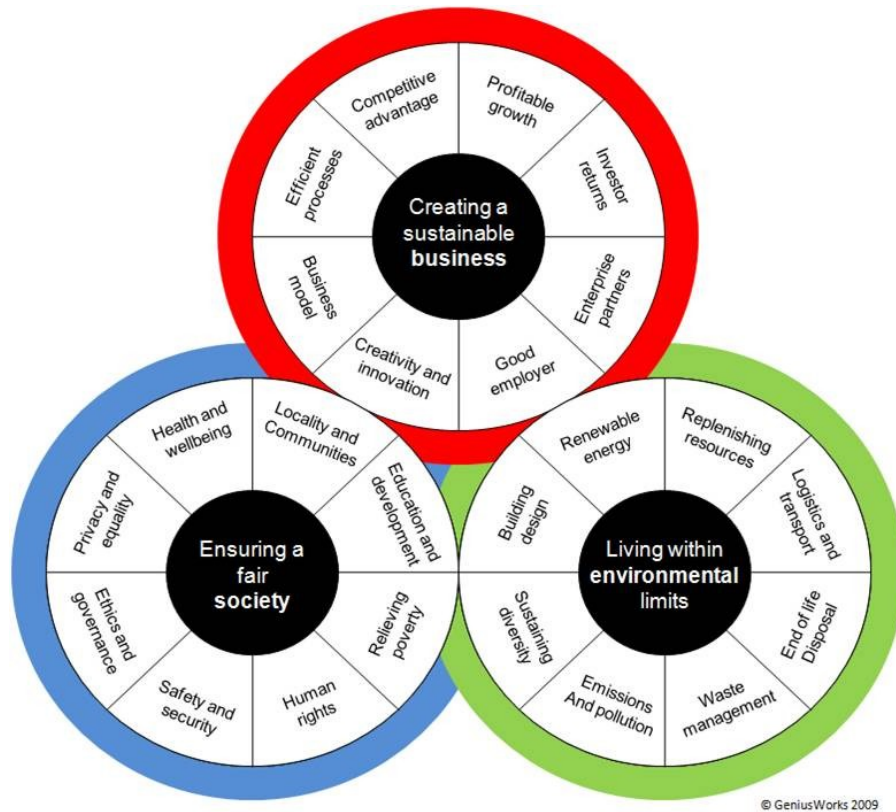


Figura 3.1: People Planet Profit (FISK, 2020)

A Universidade de Wisconsin, define o tripé da sustentabilidade (também conhecido como “triple P of sustainability: People, Planet, Profit”). Ele está descrito resumidamente no Quadro 3.2.

Quadro 3.2: *The Triple bottom Line* (UNIVERSITY OF WISCONSIN)

People	Considera os funcionários, o envolvimento destes no trabalho em uma empresa e a comunidade onde a empresa realiza um negócio.
Planet	Considera a redução do uso de recursos naturais o máximo possível. Incluindo a redução de desperdício, investimento em energia renovável, gerenciamento mais eficiente dos recursos naturais e a melhoria da logística
Profit	É considerado o lucro como uma parte de um plano de negócios, que visa a economia do desperdício. Ela está diretamente ligada a pessoas e ao planeta.

### 3.3 INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE DE EDIFICAÇÕES

A disponibilidade e a qualidade da água são cruciais em todo o ciclo de vida de um edifício. Na fase de uso operacional, o desempenho das instalações hidráulicas é essencial para a redução do uso da água e para evitar o desperdício. A maioria dos Selos de Qualidade existentes hoje no Brasil abrange instalações hidráulicas. Alguns exemplos desses indicadores de classificação (Selos de Qualidade) incluem o Alta Qualidade Ambiental (AQUA-HQE), *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED – Liderança em Energia e Design Ambiental) e Casa Azul (do Banco Caixa Econômica Federal). Estes Selos de Qualidade avaliam o desempenho de um edifício com base em vários atributos além da água, incluindo energia, materiais e recursos naturais, resíduos, poluição e saúde e bem-estar também.

Todos os indicadores de sustentabilidade adotam a água como uma de suas principais categorias. Os Selos de Qualidade (também chamados de sistema de classificação de edifícios verdes), estão se tornando cada vez mais populares nas indústrias de arquitetura e construção. O seu objetivo é melhorar o desempenho de edifícios, minimizar o impacto no meio ambiente e estabelecer padrões para edifícios, entre outros. Estes sistemas de classificação, avaliam um edifício com base em vários atributos (água, energia, materiais, saúde e bem-estar, gerenciamento, entre outros).

Porém cada região possui condições próprias, clima, regulamentos regionais, recursos naturais disponíveis. Isso requer modificações e ajustes nos sistemas de classificação, para que possa atender às necessidades e práticas particulares para todas as regiões. Pois todos os Selos de Qualidades possuem os mesmos requisitos para todas as regiões com suas diversidades particulares.

Todos os Selos de Qualidade são divididos em categorias, critérios e classificação. Dependendo do Selo, há pesos diferentes para cada categoria, critérios e classificação. O peso é interpretado como a extensão da contribuição da respectiva categoria, indicador ou critério para a sustentabilidade de um edifício. A pontuação geral de sustentabilidade de um edifício é calculada agregando os pesos atribuídos a cada critério, indicador e categoria no sistema de classificação.

Nos itens 3.4, 3.5 e 3.6, serão discutidos os 3 Selos de Qualidades que são utilizados no Brasil.

### 3.4 PROCESSO AQUA-HQE

O Processo AQUA-HQE foi um dos pioneiros para certificação de construção sustentável no Brasil, sendo criado em 2008 pela Fundação Vanzolini, propondo um novo olhar para as construções brasileiras considerando a cultura, o clima, as normas técnicas e a regulamentação presente no Brasil (VOITILLE, 2020).

Os organismos de certificação residencial-QUALITEL e não-residencial-CERTIVEA se uniram para criar a Rede Internacional de certificação HQE™ (*Haute Qualité Environnementale*), passando a ser a CERWAY como órgão certificador. Já em 2014, a Fundação Vanzolini fez um acordo com a CERWAY, passando a ser representante no Brasil da rede HQE™. Desta forma, o Processo AQUA transforma-se em AQUA-HQE, sendo uma certificação reconhecida internacionalmente (FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2020).

O processo de certificação traz exigências de um Sistema de Gestão do Empreendimento (SGE) que permite o planejamento, a operacionalização e o controle de todas as etapas de seu desenvolvimento, partindo do comprometimento com um padrão de desempenho definido e traduzido na forma de um perfil de Qualidade Ambiental do Edifício (QAE) (FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2020).

A Fundação Vanzolini (2020) esclarece que: “além do estabelecimento de um sistema de gestão específico para o empreendimento, o empreendedor deve realizar a avaliação da qualidade ambiental do edifício em pelo menos três fases (construção nova e renovações): pré-projeto, projeto e execução; e na fase pré-projeto da operação e uso e fases operação e uso periódicas (edifício em operação e uso)”.

Será analisado o regulamento RTQ-R (Regulamento Técnico de Qualidade Residencial) neste estudo. Pois a Norma de Desempenho se refere somente a edifícios habitacionais. No caso da RTQ-C, ela se refere a edifícios não residenciais.

#### 3.4.1 Critérios e Classificação AQUA-HQE

Hoje, no Processo AQUA-HQE um empreendimento pode ser classificado em três diferentes níveis, de acordo com o Quadro 3.3.



Quadro 3.3: Níveis de classificação AQUA-HQE

Base	Mínimo aceitável para um empreendimento de Alta Qualidade Ambiental.
Boas Práticas	Boas Práticas de sustentabilidade.
Melhores Práticas	Desempenho máximo nas operações de Alta Qualidade Ambiental.

No total, são 14 categorias na avaliação da Qualidade Ambiental do Edifício. Para um empreendimento ser certificado pelo AQUA-HQE, como indicado na Figura 3.2, ele deve atender no mínimo três categorias de Melhores Práticas, quatro categorias de Boas Práticas e sete categorias do nível Base. Porém para empreendimentos de cunho social (exemplo Minha Casa Minha Vida), poderá adquirir a certificação a partir do atendimento das 14 categorias no nível Base.

### **Perfil Mínimo de desempenho para certificação**



Figura 3.2: Perfil mínimo de desempenho (FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2020)

No Quadro 3.4 apresentado abaixo, define-se as 14 categorias relativas a Qualidade Ambiental do Edifício, as quais estão divididas em quatro famílias.

Quadro 3.4: Categorias de classificação AQUA-HQE  
(FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2020)

Meio ambiente	Energia e Economias	Conforto	Saúde e Segurança
Categoria 1 Edifício e seu entorno	Categoria 4 Energia	Categoria 8 Conforto higrotérmico	Categoria 12 Qualidade dos espaços
Categoria 2 Produtos, sistemas e processos construtivos	Categoria 5 Água	Categoria 9 Conforto acústico	Categoria 13 Qualidade do ar
Categoria 3 Canteiro de obras	Categoria 7 Manutenção	Categoria 10 Conforto visual	Categoria 14 Qualidade da água
Categoria 6 Resíduos		Categoria 11 Conforto olfativo	

No caso dos sistemas hidráulicos, a categoria 4 (Energia) indica o atendimento aos pré-requisitos de reservatórios de água quente, sistema de aquecimento de água e o seu nível de eficiência. Todos eles são baseados pelo regulamento RTQ-R (Regulamento Técnico de Qualidade Residencial) para o nível eficiência energética de edificações residenciais publicado pelo Inmetro/Procel. No caso do reservatório de água quente, por exemplo, que não possui aquecimento solar, o reservatório deve possuir resistência térmica mínima de 2,20 [(m<sup>2</sup>.K)/W]. No Quadro 2.9, pode-se observar que para tubulações metálicas para água quente, estas devem possuir uma espessura mínima de acordo com a Figura 3.4. Já para as tubulações não metálicas para água quente, devem possuir isolamento térmico com espessura mínima de 1,0cm, para qualquer diâmetro nominal de tubulação, com condutividade térmica entre 0,032 e 0,04 [W/(m.K)].

Quadro 3.5: Dimensionamento da tubulação AQUA-HQE  
(FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2020)

Temperatura da água (°C)	Condutividade térmica (W/mK)	Diâmetro nominal da tubulação (mm)	
		c < 40	c ≥ 40
T ≥ 38	0,032 a 0,040	1,0 cm	2,5 cm

O RTQ-R busca otimizar os sistemas hidráulicos em relação ao gasto de energia e aos impactos ambientais. Deve-se priorizar a utilização de aquecedores solares e a gás que utilizam pouca energia e são mais eficientes. Os aquecedores são classificados pelo Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), que foi desenvolvido em parceria entre o Inmetro e a Eletrobras/PROCEL Edifica. Também deve-se priorizar a utilização de bombas de calor de alta performance. Deve-se evitar sempre que possível os sistemas de aquecimento elétrico e caldeiras a óleo. Caso necessário, o RTQ-R possui um método que permite utilizar diferentes sistemas de aquecimento de água, classificando-as de acordo com suas demandas e respectivos níveis de eficiência.

No caso do sistema de aquecimento solar, o RTQ-R tenta buscar um sistema de aquecimento solar bem projetado e executado, pois com a correta instalação e dimensionamento, será mais eficiente de acordo com a localização e da radiação solar. Assim, dará ao usuário um racionamento no consumo de energia e um nível adequado de conforto, devido ao fornecimento contínuo de água quente e de temperatura adequada.

Na categoria 5 do Processo AQUA-HQE, em relação ao sistema hidrossanitário, refere-se a: Medição do consumo de água; Redução do consumo de água distribuída; e necessidade de água quente. Dentro destes, o Processo exige que diversos requisitos de normas sejam atendidos, e prevendo evitar gastos excessivos que não estão nas normas. Como, por exemplo, as caixas de descargas e bacias sanitárias devem possuir menos de seis litros e possuir duplo acionamento. Outro exemplo é limitar a pressão dinâmica no sistema a 300 kPa no sistema hidráulico, assim como instalar medidores individuais de água.

Na categoria 7, fala-se sobre a manutenção dos equipamentos hidráulicos. Aconselha-se a sempre obter medidores individuais de fácil acesso, disponibilizando um meio para que se possa monitorar a quantidade de água consumida em áreas comuns. Prover registros/torneiras individuais para cada unidade habitacional, caso necessite uma eventual manutenção. No caso de água quente embutidas em laje do tipo PEX, deve-se ter uma folga de 30% em torno de seu diâmetro facilitando o manuseio em eventuais reparos.

Por último, na categoria 14 remete-se a qualidade da água. Assim, as tubulações deverão ser limpas, antes das peças de utilização. Além das tubulações de água quente, que deverão ser revestidas por um isolante térmico, para que se mantenha a sua temperatura ao longo de todo o circuito, garantindo assim, que se tenha e mantenha uma qualidade adequada. Além disso, nesta parte, refere-se que a água distribuída pela rede que é destinada ao consumo humano (utilização de um sistema de anti-retorno em cada residência), e também para não consumo humano (implementar um tratamento da água, e ela ser analisada e controlada para

que seja adequada ao consumo humano). As temperaturas da água quente devem ser adequadas, a fim de evitar queimaduras nos usuários. O sistema de águas pluviais também deve ser monitorado, acessível a manutenções.

### 3.5 LEADERSHIP IN ENERGY AND ENVIRONMENTAL DESIGN (LEED)

O *Leadership in Energy and Environmental Design*, conhecido como LEED, foi um dos selos pioneiros na construção civil no mundo. Foi fundado em 1998 pelo WGBC (*World Green Building Council*), trazendo incentivos financeiros e econômicos para as construções. Este Selo é reconhecido mundialmente e um dos mais conceituados. No Brasil, o primeiro registro da certificação LEED ocorreu em 2003. Porém, na categoria de certificação residencial, ele foi implementado em 2014 e certificando dois empreendimentos no mesmo ano. O LEED é atualmente um dos Selos mais procurados no Brasil, aumentando exponencialmente a procura pela certificação. No ano de 2018, o Brasil esteve em quarto lugar em relação a quantidade de projetos certificados mundialmente. Segundo o GBC, o custo de implantação da certificação LEED se traduz em aproximadamente R\$ 1,00/m<sup>2</sup> ou 0,01% do custo total da obra, levando em consideração apenas os critérios obrigatórios a serem cumpridos (CASADO, 2012).

As tipologias em que o LEED avalia são; Novas Construções (Novas construções e grandes reformas); Design de interiores (Escritórios comerciais e lojas de varejo); Edifício Existentes (empreendimentos existentes); e Bairros (Bairros). Nessas tipologias, são analisadas oito áreas no total, sendo elas: Localização e Transporte; Espaço Sustentável; Eficiência do uso da água; Energia e Atmosfera; Materiais e Recursos; Qualidade Ambiental Interna; Inovações e Processos; e Créditos de Prioridade Regional (CASADO, 2012).

#### 3.5.1 Critérios e Classificação LEED (versão 4.1)

Cada área do sistema de avaliação no LEED possui pré-requisitos e créditos. Para obter a certificação, o empreendimento deve atender todos os pré-requisitos. Na questão dos créditos, são sugestões que o LEED sugere e se o empreendimento assume tal ação, este recebe uma pontuação maior. No total pode se obter no máximo cento e dez pontos, e no mínimo quarenta pontos.

Dentro de cada tipologia, há a quantidade de pré-requisitos e a quantidade de pontos possíveis. Na questão de Novas Construções e Grandes Reformas, há um *check list* de Novas

Construções e Grandes Reformas indicando estes pré-requisitos e os pontos possíveis para obter em cada tipologia como descrito no Quadro 3.6.

Quadro 3.6: LEED para Novas Construções v. 4.1 - Registro Projeto Checklist  
(GBC, 2019)

Crédito	Processo Integrado	<b>1</b>
---------	--------------------	----------

<b>Localização e Transporte</b>		<b>16</b>
Crédito	Localização do LEED Neighborhood (Bairros)	16
Crédito	Proteção de Áreas Sensíveis	1
Crédito	Local de Alta Prioridade	2
Crédito	Densidade do Entorno e Usos Diversos	5
Crédito	Acesso a Transporte de Qualidade	5
Crédito	Instalações para Bicicletas	1
Crédito	Redução da Área de Projeção do Estacionamento	1
Crédito	Veículos Verdes	1

<b>Terrenos Sustentáveis</b>		<b>10</b>
Pré-req	Prevenção da Poluição na Atividade de Construção	Obrigatório
Crédito	Avaliação do Terreno	1
Crédito	Desenvolvimento do Terreno - Proteger ou Restaurar Habitat	2
Crédito	Espaço Aberto	1
Crédito	Gestão de Águas Pluviais	3
Crédito	Redução de Ilhas de Calor	2
Crédito	Redução da Poluição Luminosa	1

<b>Eficiência Hídrica</b>		<b>11</b>
Pré-req	Redução do Uso de Água do Exterior	Obrigatório
Pré-req	Redução do Uso de Água do Interior	Obrigatório
Pré-req	Medição de Água do Edifício	Obrigatório
Crédito	Redução do Uso de Água do Exterior	2
Crédito	Redução do Uso de Água do Interior	6
Crédito	Uso de Água de Torre de Resfriamento	2

Crédito	Medição de Água	1
<b>Energia e Atmosfera</b>		<b>33</b>
Pré-req	Comissionamento Fundamental e Verificação	Obrigatório
Pré-req	Desempenho Mínimo de Energia	Obrigatório
Pré-req	Medição de Energia do Edifício	Obrigatório

Quadro 3.6: Continuação

Pré-req	Gerenciamento Fundamental de Gases Refrigerantes	Obrigatório
Crédito	Comissionamento Avançado	6
Crédito	Otimizar Desempenho Energético	18
Crédito	Medição de Energia Avançada	1
Crédito	Resposta à Demanda	2
Crédito	Produção de Energia Renovável	3
Crédito	Gerenciamento Avançado de Gases Refrigerantes	1
Crédito	Energia Verde e Compensação de Carbono	2

Através destes pontos, o edifício pode obter uma das quatro categorias do selo LEED, de acordo com na Figura 3.3.



Figura 3.3: Classificação LEED (GBC, 2019)

Neste trabalho, será abordada a Eficiência Hídrica na categoria de instalação hidráulica, que pode possuir no máximo 11 pontos.

### 3.5.1.1 Redução de Água no Exterior

Nesta categoria, há um pré-requisito para adquirir o Selo LEED. Nela se pode escolher entre duas opções. Na primeira opção, o ambiente externo não pode possuir um sistema de irrigação permanente que possa durar mais de dois anos. No caso da segunda opção, o consumo de água deve ser pelo menos 30% menor do que registrada em mês de pico. Para alcançar essa redução, deve-se se atentar à escolha de espécies de plantas que necessitam de menos água e na eficiência do sistema de irrigação (GBC, 2019).

A categoria da redução do uso da água externa também pode dar dois pontos. Para ganhar esses pontos, o edifício deve atender as duas opções descrita acima ou ter uma redução de pelo menos 50% em relação à *baseline* calculada para o mês com pico de irrigação. Ao qual, ela pode ser alcançada através de fontes alternativas de água, melhorando a eficiência e através de tecnologias (GBC, 2019).

### 3.5.1.2 Redução de Água no Interior

Este item também é um pré-requisito para obter o Selo. A redução de desperdício de água no edifício será através da utilização de peças hidráulicas eficientes. Essa redução deve ser de pelo menos 20% em relação a *baseline*. Além disso, essas peças, quando elegíveis, devem rotuladas com selo de qualidade de cada região. Os Quadros 3.7 e 3.8 demonstram os requisitos necessários para cada peça. Na questão do Quadro 3.8, as máquinas de lavar roupas, são consideradas somente quando utilizada em uso comum. (GBC, 2019).

Quadro 3.7: Requisitos LEED (GBC, 2019)

Dispositivo ou conexão	Baseline (sistema imperial)	Baseline (sistema métrico)
Vaso sanitário	1,6 gpf	6 lpf
Mictório	1,0 gpf	3,8 lpf
Torneira de pia pública (banheiro)	0,5 gpm a 60 psi**, todas as outras, exceto aplicações privadas	1,9 lpm a 415 kPa, todas as outras, exceto aplicações privadas
Torneiras de pias privadas	2,2 gpm a 60 psi	8,3 lpm a 415 kPa
Torneira de cozinha (exceto torneiras usadas exclusivamente para operações de enchimento)	2,2 gpm a 60 psi	8,3 lpm a 415 kPa

Chuveiro	2,5 gpm a 80 psi por box de chuveiro	9,5 lpm a 550 kPa por box de chuveiro
----------	--------------------------------------	---------------------------------------

gpf = galões por descarga

lpf = litros por descarga

gpm = galões por minuto

lpm = litros por minuto

psi = libras por polegada quadrada

kPa = quilopascals

Quadro 3.8: Requisitos LEED (GBC, 2019)

Utensílio	Requisito
Máquinas de lavar roupa residenciais	ENERGY STAR ou de desempenho equivalente
Máquinas de lavar roupa comerciais	CEE Classe 3A
Lava-louças residenciais (padrão e compactas)	ENERGY STAR ou de desempenho equivalente
Válvulas de pulverização pré-lavagem	≤ 1,3 gpm (4,9 lpm)
Máquina de gelo	ENERGY STAR ou de desempenho equivalente e utilizar resfriamento a ar ou de ciclo fechado, como um sistema de água resfriada ou com condensador.

Neste quesito pode-se conseguir no máximo seis pontos. Os pontos são atribuídos através da porcentagem da redução do consumo de água do edifício. Sendo um ponto para 25% de redução do uso de água, e a cada 5% a mais de redução, aumenta, totalizando 50% de redução.

### 3.5.1.3 Medição de Água no Edifício

Também considerada como um pré-requisito, porém somente aplicável em novas construções. Seu objetivo é monitorar o consumo de água e identificar oportunidades para que possa se economizar mais água. As unidades de um edifício devem possuir medidores individualizados, de fácil acesso e protegidos de intempéries. Os hidrômetros devem atender a classe B de precisão de acordo com as normas vigentes e estar de acordo com o Inmetro referente ao modelo do medidor.

Neste item, pode-se se adquirir um ponto. Para isso deve-se instalar mais de um hidrômetro para os subsistemas de água, que podem ser: irrigação, dispositivos e conexões



hidráulicos internos, água quente para uso doméstico, água reutilizada, entre outros (GBC, 2019).

#### 3.5.1.4 Uso de Água de Torre de Resfriamento

Seu objetivo é “conservar a água usada para reposição da torre de resfriamento enquanto se controla micróbios, corrosão e crostas no sistema de água do condensador” (GBC, 2019). É possível adquirir dois pontos neste quesito, sendo não elegível para construções residenciais.

### 3.6 SELO CASA AZUL CAIXA

Lançado em 2010, o Selo Casa Azul utiliza como referências normas brasileiras. Seu objetivo é incentivar a utilização racional dos recursos naturais e melhorar a qualidade de vida. Com cunho socioambiental, a Casa Azul busca reconhecer empreendimentos que buscam a sustentabilidade desde a fase de construção até sua manutenção.

Cada edifício pode ser classificado em 3 categorias diferentes indicado na Figura 3.4. Sendo elas bronze (deve-se atender todos os critérios obrigatórios), prata (além dos critérios obrigatórios, deve conseguir mais 6 critérios) e ouro (além dos critérios obrigatórios, deve conseguir mais 12 critérios) de um total de 53 critérios.



Figura 3.4: Classificação Selo Casa Azul Caixa (CAIXA, 2010)

No Quadro 3.9, o Selo Casa Azul estabelece que o nível bronze só pode ser obtido por unidade habitacional menor que o valor pré-definido pela Caixa. Acima deste valor, a unidade habitacional deve conseguir no mínimo nível prata.

Quadro 3.9: Valor máximo para nível bronze (CAIXA, 2010)

Localidades	Valor de Avaliação da unidade habitacional
Distrito Federal	Até R\$ 130.000,00
Cidades de São Paulo e Rio de Janeiro	
Municípios com população igual a 1 milhão de habitantes integrantes das regiões metropolitanas dos Estados de São Paulo e Rio de Janeiro	
Municípios com população igual ou superior a 250 mil habitantes	Até R\$ 100.000,00
Região Integrada do Distrito Federal e Entorno - RIDE/DF nas demais regiões metropolitanas e nos municípios em situação de conurbação com as capitais estaduais (exceto Rio de Janeiro e São Paulo)	
Demais municípios	Até R\$ 80.000,00

No total, o Selo Casa Azul avalia seis categorias de um empreendimento. Sendo elas: Qualidade Urbana; Projeto e Conforto; Eficiência Energética; Conservação de Recursos Naturais; Gestão da Água; e Práticas Sociais. Sendo a categoria Gestão da Água dividida em oito critérios de acordo com o Quadro 3.10.

Quadro 3.10: Critérios de avaliação – categoria Gestão da Água (CAIXA, 2010)

5. Gestão de Água		
5.1	Medição individualizada - água	Obrigatório
5.2	Dispositivos economizadores - bacia sanitária	Obrigatório
5.3	Dispositivos economizadores - arejadores	
5.4	Dispositivos economizadores - registros reguladores de vazão	
5.5	Aproveitamento de águas pluviais	
5.6	Retenção de águas pluviais	
5.7	Infiltração de águas pluviais	

5.8	Áreas permeáveis	Obrigatório
-----	------------------	-------------

### 3.6.1 Medição Individualizada

O Manual de Boas Práticas Para Habitação Mais Sustentável (CAIXA, 2010), indica que cada habitação deve ter um medidor individualizado, para que possa ter um gerenciamento do gasto de água, facilitando assim a redução do consumo dela, detectando vazamentos ou usos excessivos, sendo este item do manual obrigatório.

Neste item, também é indicado a utilização de no máximo dois medidores por habitação. Sendo um de água quente e outra de água fria. Devem ser utilizados medidores de no mínimo classe B, homologados pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Inmetro).

### 3.6.2 Dispositivos Economizadores – Bacia Sanitária

O objetivo deste item é reduzir o consumo de água por meio de bacias sanitárias de duplo acionamento de descarga, sendo elas de três e seis litros, de forma que o último é o volume máximo. Este item também é obrigatório. Caso as bacias sanitárias utilizem água não potável, o manual recomenda separar da tubulação de água potável e identificar a tubulação e os pontos de consumo. Caso seja reaproveitamento de águas pluviais, deve-se monitorar sua qualidade de acordo com a Norma Aproveitamento da água de chuva NBR 15.527 (ABNT, 2019).

### 3.6.3 Dispositivos Economizadores – Arejadores

Os arejadores das torneiras, além de ajudar a reduzir o consumo de água, proporcionam um conforto maior aos usuários. Eles são utilizados em pias de cozinhas e lavatórios. Neste item há algumas ressalvas. Nos locais onde a pressão varia entre 40KPa e 100KPa, pode ser utilizado arejador ou registro regulador de vazão (descrito posteriormente). Já nos locais onde a pressão supera os 100KPa, pode-se utilizar os dois em conjunto. Considerado um item de baixo custo, é recomendado utilizar em todos os pontos de consumo. Este item não é obrigatório (CAIXA, 2010).

### 3.6.4 Dispositivos Economizadores – Registro Regulador De Vazão

Neste item deve ser utilizado registro regulador de vazão em pontos de utilização da habitação para que haja a redução do consumo de água nos pontos de consumo (chuveiro, torneiras de pias e lavatórios). Esse item possui a mesma ressalva do item anterior e este também não é obrigatório (CAIXA, 2010).

### 3.6.5 Aproveitamento de Água Pluviais

Neste item do manual, o objetivo é reduzir o consumo de água potável que é utilizada em bacia sanitária, lavagem de pisos, veículos, irrigação e espelho d'água. Essa redução deve ser de no mínimo de 10% da água potável. A tubulação de água potável deve ser separada totalmente da água pluvial. Desde a captação, armazenamento e distribuição. As tubulações e os pontos de consumo devem sempre estar devidamente identificados. Neste item há uma ressalva: este reaproveitamento pode ser limitado devido o regime pluviométrico da região e/ou a superfície de coleta.

Como demonstrado na Figura 3.5, é recomendado o descarte do volume inicial da chuva antes de ser armazenado, pois este volume inicial contém a maior concentração de impurezas, melhorando a qualidade da água armazenada. Os pontos de consumo que não são destinados para bacia sanitária devem ser de uso restrito, utilizando torneiras com acionamento restrito, e deve ser operado por usuários habilitados. Este é um critério de livre escolha (CAIXA, 2010).

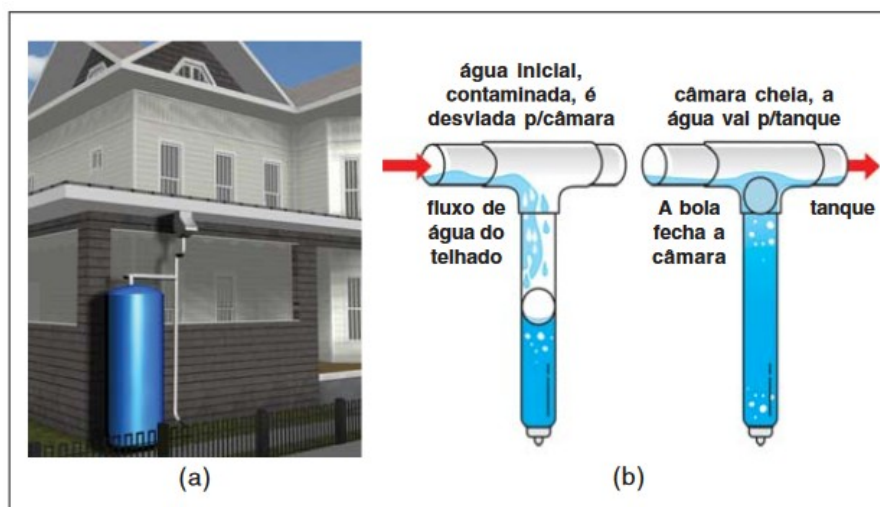


Figura 3.5: Sistema de aproveitamento de águas pluviais (a) e dispositivo de descarte da água contaminada gerada no início da chuva (b) (CAIXA, 2010)

### 3.6.6 Retenção de Água Pluviais

O objetivo deste item é controlar o escoamento de água pluvial, que não é captada pelo sistema de reaproveitamento de água pluvial ou quando inexistente. Ela é usada para prevenir o risco de inundação em locais onde há pouca permeabilidade no solo e desonerar a rede pública de drenagem. Deve-se construir um reservatório de retenção em áreas que possuem 500m<sup>2</sup> ou mais de terreno impermeabilizado. Sendo o volume do reservatório calculado como:  $V = 0,15 \times A_i \times IP \times t$ , sendo  $V$  = volume do reservatório (m<sup>3</sup>);  $A_i$  = área impermeabilizada (m<sup>2</sup>);  $IP$  = índice pluviométrico (m/h);  $t$  = tempo de duração de chuva (considerado de uma hora). Suas recomendações técnicas são que o reservatório seja integrado com um sistema de infiltração ou aproveitamento de águas pluviais, como também possuir dois conjuntos motor bomba, caso necessite manutenção de um deles, e possuir fácil acesso para a sua limpeza. Este é um item de livre escolha (CAIXA, 2010).

### 3.6.7 Infiltração de Águas Pluviais

Com mesmo objetivo do item anterior, sua finalidade é reduzir o risco de inundações. Porém, este se dá através do aumento da permeabilidade do solo através de um poço de infiltração e de recarga do lençol freático como demonstrado na Figura 3.6. Este é um item de livre escolha (CAIXA, 2010).

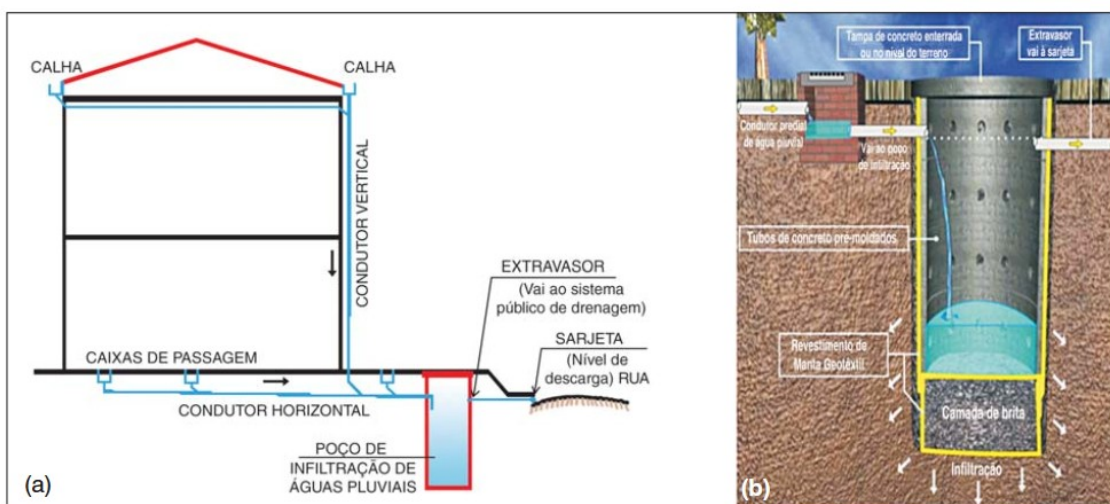


Figura 3.6: Poço de infiltração de águas pluviais no edifício (a) e em detalhe (b) (CAIXA, 2010)

### 3.6.8 Áreas Permeáveis

Este item do manual descreve que se deve possuir pelo menos mais 10% de área permeável do que a da lei prevista na região. Caso não possua uma legislação para isso, é considerado um coeficiente de permeabilidade (CP) igual ou superior a 20%. O coeficiente corresponde à relação entre as superfícies permeáveis e a superfície total do terreno:

$$CP = \frac{(\text{superfície permeável } m^2)}{(\text{área total do terreno } m^2)} \times 100.$$
 Seu objetivo é amenizar as solicitações da rede

pública, como também recarregar o lençol freático e diminuir o risco de inundações. Este critério é obrigatório para todos os terrenos que possuem áreas destinadas à permeabilidade do terreno. Um dos exemplos mais simples é a utilização de pavimento permeável que consistem em blocos (Figura 3.7) que permitem a passagem da água pluvial para o solo (CAIXA, 2010).



Figura 3.7: Exemplo de piso permeável. Na esquerda piso intertravado e a direita “concreto-grama” (CAIXA, 2010)

## 4 COMPARAÇÃO ENTRE SUSTENTABILIDADE E DESEMPENHO NOS SISTEMAS HIDRÁULICOS

Neste capítulo será apresentada a comparação entre os sistemas de certificação e a Parte 6 da Norma de Desempenho. Tendo como base, a estrutura montada e organizada para ambos os casos. Esta comparação será dividida em duas etapas. A primeira etapa será uma análise comparativa entre os três tipos de certificação, identificando suas diferenças e quais atendem o maior número de exigências. Na segunda etapa, a análise será feita entre cada sistema de certificação e a norma de desempenho no âmbito dos sistemas hidráulicos. O objetivo desta análise é identificar o quanto cada certificação atende a norma de desempenho e suas diferenças. Como também, quantos pontos a norma de Desempenho consegue atingir nos critérios mínimos, para cada certificação dos Selos de Qualidade.

### 4.1 COMPARAÇÃO ENTRE OS SISTEMAS DE CERTIFICAÇÃO

O desafio ambiental a respeito da economia de água e reuso de água pluvial é representado por seis subcategorias. No Quadro 4.1 são apresentadas essas subcategorias.

Quadro 4.1: Subcategorias dos sistemas de certificação

GESTÃO DE ÁGUA	LEED	AQUA	CASA AZUL
Dispositivos economizadores	SIM	SIM	SIM
Reuso da água pluvial	SIM	SIM	SIM
Retenção das águas pluviais	NÃO	NÃO	SIM
Permeabilidade do solo	NÃO	NÃO	SIM
Monitoramento do consumo de água potável	SIM	SIM	SIM
Sistema de aquecimento de água	NÃO	SIM	NÃO

Como pode ser observado, os três certificados possuem em comum a subcategoria “Dispositivos economizadores”. A certificação AQUA-HQE apresenta dois critérios nesta subcategoria. A primeira é o dimensionamento no projeto ou a utilização de equipamentos que reduzem e restringem a pressão, para que se possa limitar a vazão de utilização da água. O outro critério seria a utilização de sistemas economizadores das bacias sanitárias, louças sanitárias e a utilização de medidores individuais. No caso do Selo Casa Azul, são quatro critérios. Porém estes quatro critérios são os mesmos critérios inseridos na certificação AQUA-HQE, que são: utilização de medidores individuais, dispositivo economizador de descarga, arejadores de torneiras e registro regulador de vazão. O Selo LEED especifica a utilização de dispositivos economizadores que possuem selo de qualidade (quando elegíveis) e peças hidráulicas eficientes.

Na subcategoria “Reuso da água pluvial”, os três certificados também a possuem em comum. Sendo que os três apresentam o mesmo critério que é o aproveitamento da água pluvial, o qual devem apresentar um sistema de reaproveitamento de água pluvial. Porém, no Selo Casa Azul é estabelecido que se deve economizar pelo menos 10% da utilização de água potável. No caso do LEED, o mínimo dessa economia aumenta para 30%, podendo chegar a 50% para poder ganhar a pontuação máxima nesse indicador.

No caso da “Retenção de águas pluviais”, apenas o Selo Casa Azul se enquadra nessa subcategoria. Este determina meios para que seja reduzido a vazão da água pluvial para os sistemas de drenagem urbana. Um outro critério que é utilizado pela Casa azul é a utilização de um poço de infiltração.

Na subcategoria “Permeabilidade do solo”, apenas o Selo Casa Azul que se enquadra. Nele é determinado o coeficiente de infiltração do solo que é no mínimo de 10%

A penúltima subcategoria “Monitoramento do consumo de água potável” é atendida pelos três selos de qualidade. Em todos os casos, são definidos critérios para o monitoramento do consumo de água e redução do consumo de água.

Na última categoria “Sistema de aquecimento de água” apenas o AQUA-HQE participa, o qual apresenta um único critério para estabelecer o dimensionamento para aquecimento da água.



## 4.2 AS CERTIFICAÇÕES AMBIENTAIS E A NORMA DE DESEMPENHO

O selo LEED busca “incentivar e acelerar a adoção de práticas de construção sustentável” (GBC, 2020). Sendo mais relacionado aos sentidos econômico, social e ambiental (conceitos estritamente atrelados à sustentabilidade), o seu objetivo não diz respeito a algumas das concepções englobadas pela Norma.

De maneira geral, é mais restrito que a Norma e visa metas definidas nas três esferas. Na econômica, procura 1) diminuição dos custos operacionais; 2) diminuição dos riscos regulatórios; 3) valorização do imóvel para revenda ou arrendamento; 3) aumento na velocidade de ocupação; 4) aumento da retenção; e 5) modernização e menor obsolescência da edificação (GBC, 2020).

No aspecto social, busca 1) melhora na segurança e priorização da saúde dos trabalhadores e ocupantes; 2) inclusão social e aumento do senso de comunidade; 3) capacitação profissional; 4) conscientização de trabalhadores e usuários; 5) aumento da produtividade do funcionário; 6) melhora na recuperação de pacientes (em hospitais); 7) melhora no desempenho de alunos (em escolas); 8) aumento no ímpeto de compra de consumidores (em comércios); 9) incentivo a fornecedores com maiores responsabilidades socioambientais; 10) aumento da satisfação e bem estar dos usuários; e 11) estímulo a políticas públicas de fomento a construção sustentável (GBC, 2020).

Já na esfera ambiental, contribui para 1) uso racional e redução da extração dos recursos naturais; 2) redução do consumo de água e energia; 3) implantação consciente e ordenada; 4) mitigação dos efeitos das mudanças climáticas; 5) uso de materiais e tecnologias de baixo impacto ambiental; e 6) redução, tratamento e reuso dos resíduos da construção e operação (GBC, 2020).

Tendo em vista as metas ou benefícios estabelecidos pela certificação LEED, pode-se observar que estas não estão relacionadas à segurança estrutural ou estão ligeiramente relacionados, como no item “melhora na segurança e priorização da saúde dos trabalhadores e ocupantes”. Pode-se entender que a melhora na segurança estrutural do edifício implica na melhoria da segurança de seus ocupantes. No entanto, neste trabalho, esta não foi considerada uma menção suficientemente explícita para considerar essa categoria como presente no selo LEED.

No caso do selo AQUA-HQE, este propõe “um novo olhar para sustentabilidade nas construções brasileiras, de forma que seus referenciais técnicos foram desenvolvidos considerando a cultura, o clima, as normas técnicas e a regulamentação presentes”

(FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2020). A proposta do selo AQUA-HQE compõe um escopo menos restrito que o do selo LEED e, também, pode ser apresentada em questão de metas ou benefícios que englobam as três esferas da sustentabilidade.

Considerando o escopo do empreendedor, o selo AQUA-HQE busca 1) comprovar a Alta Qualidade Ambiental das suas construções; 2) diferenciar seu portfólio no mercado; 3) aumentar a velocidade de vendas ou locação; 4) manter o valor do seu patrimônio ao longo do tempo; 5) associar a imagem da empresa à Alta Qualidade Ambiental; 5) melhorar o relacionamento com órgãos ambientais e comunidades; 5) ter um reconhecimento internacional (FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2020).

No que tange aos aspectos relacionados ao usuário, o selo AQUA-HQE procura 1) economia direta no consumo de água e de energia elétrica; 2) menores despesas condominiais gerais –água, energia, limpeza, conservação e manutenção; 3) melhores condições de conforto e saúde; 4) maior valor patrimonial ao longo do tempo; e 5) consciência de sua contribuição para o desenvolvimento sustentável e a sobrevivência no planeta (FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2020).

Já no que se refere à sociedade e meio ambiental, desenvolve os itens 1) menor demanda sobre as infraestruturas urbanas; 2) menor demanda de recursos hídricos; 3) redução das emissões de Gases de Efeito Estufa; 4) redução da poluição; 5) melhores condições de saúde nas edificações; 6) melhor aproveitamento da infraestrutura local; 7) menor impacto à vizinhança; 8) melhor qualidade de vida; 9) melhor gestão de resíduos sólidos; e 10) melhor gestão de riscos (FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2020).

Assim, neste trabalho também foi considerado que nenhum dos itens apresentados pelo selo AQUA-HQE se refere de forma suficientemente explícita à segurança estrutural. Esse fato aparece como contraditório frente aos objetivos do selo, que se descrevem como visando as normas técnicas e de regulamentação.

Quanto ao selo CASA AZUL, este se descreve como “instrumento de classificação socioambiental destinado a propostas de empreendimentos habitacionais que adotem soluções eficientes na concepção, execução, uso, ocupação e manutenção das edificações” (CAIXA, 2020). Assim como os outros selos, apresenta metas ou benefícios destinados ao construtor, ao adquirente e à sociedade.

Os benefícios do construtor são “descontos nas taxas de juros de financiamento da produção do empreendimento, atuação responsável com construções de baixo impacto ambiental” (CAIXA, 2020). Os benefícios do adquirente são “possibilidade de taxa de juros diferenciada para aquisição de Unidades de Empreendimento com certificado do Selo Casa

Azul CAIXA” (CAIXA, 2020). E os benefícios para a sociedade são “empreendimentos habitacionais que priorizam o uso racional de recursos naturais na construção, adotam soluções urbanísticas e arquitetônicas de qualidade, promovam o desenvolvimento social e que se integrem à área de intervenção trazendo impactos positivos” (CAIXA, 2020).

A Parte 6 da Norma de Desempenho, que compete aos sistemas hidrossanitários, nesta seção será comparada aos selos LEED, AQUA-HQE e CASA AZUL. No Quadro 4.2 estão expressas as categorias de comparação e a presença ou ausência destas nos selos e na norma.

Quadro 4.2: Comparação entre as categorias da NBR 15.575(2013) com os selos de qualidade estudados

QUANTIDADE DE CRITÉRIOS POR CATEGORIA				
CATEGORIAS	NBR.1557	AQUA -HQE	LEE D	CASA AZUL
Segurança estrutural	2	0	0	0
Segurança contra incêndio	3	0	0	0
Segurança uso e operação	4	1	0	0
Estanqueidade	4	0	0	0
Desempenho Térmico	0	1	0	0
Desempenho Acústico	2	0	0	0
Durabilidade e Manutenibilidade	5	1	0	0
Saúde, Higiene e Qualidade do Ar	7	1	1	1
Funcionalidade e Acessibilidade	4	2	2	0
Conforto Tátil e Antropodinâmico	1	0	0	0
Adequação Ambiental	3	2	2	2

#### 4.2.1 Segurança Estrutural

A segurança estrutural está presente apenas na Norma de Desempenho. Se referindo à 1) resistência mecânica e às 2) solicitações dinâmicas dos sistemas hidrossanitários, é descrita enquanto estes dois requisitos (ABNT, 2013).

A presença desta categoria apenas na Norma pode estar relacionada aos objetivos de cada certificação estudada. Segundo o Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil (CAU), a ABNT NBR 15575/2013 estabelece a quebra de paradigmas culturais brasileiros no que tange a construção habitacional, pensando uma nova maneira de elaboração e especificação de projetos incluindo neste escopo o conhecimento acerca do comportamento humano no uso de diversos materiais e sua interação com o sistemas construtivo (CAU, 2015).

Ainda, a Norma traz as considerações sobre em fase de projeto, sobre as condições de exposição e uso previstas para cada empreendimento particular, sobre especificações de materiais e sistemas, incluindo simulações e ensaios, além das considerações sobre o detalhamento dos sistemas construtivos adotados (CAU, 2015).

Neste sentido e tendo em vista os objetivos da Norma, a segurança estrutural se faz um requisito importante. A preocupação com este requisito revela a importância dada pela Norma à segurança, que aparece não apenas nesta categoria, mas como também em várias outras. Neste sentido, o presente trabalho concorda com a obrigatoriedade da Norma por considerar esta categoria essencial e fundamental às edificações na construção civil.

Em um panorama geral, pode-se interpretar que, uma vez que a Norma é obrigatória, não há a necessidade de presença deste item nos selos apresentados. A sustentabilidade em seu sentido amplo, pode ser considerada como uma forma de promover a segurança e o bem-estar nos sentidos social, econômico e ambiental, na perspectiva adotada neste trabalho a presença do item segurança estrutural nas certificações é necessária.

Além das relações apresentadas quanto a sustentabilidade, se considera neste trabalho que a segurança estrutural é também essencial na constituição dos sistemas hidrossanitários em geral. Assim, a presença deste requisito na Norma é essencial, e pode-se entender que, uma vez que os selos de certificação ambiental AQUA-HQE, LEED e CASA AZUL não tratam especificamente desses sistemas, mas sim de um panorama sustentável da edificação, a ausência desta categoria nestes está relacionada ao seu objetivo.

#### **4.2.2 Segurança Contra Incêndio**

Esta categoria, assim como a segurança estrutural, aparece somente na Norma de Desempenho como os requisitos 1) combate ao incêndio com água; 2) combate ao incêndio com extintores; e 3) evitar propagação de chamas entre pavimentos (ABNT, 2013). A

segurança contra incêndio, na perspectiva deste trabalho, é fundamental, de modo que além de seu sentido imediato, ela também possui ligação com a sustentabilidade. Esta relação se dispõe no sentido dos impactos ambientais causados por incêndios e por sua possível propagação e, também, pelo aspecto social da segurança dos ocupantes das edificações. As águas pluviais não podem ser utilizadas para combate ao incêndio. Pois a água utilizada no combate ao incêndio é calculada e armazenada na caixa de água potável. Assim, todos os selos e a Norma de Desempenho, definem a separação total das águas potáveis e as não potáveis.

Assim como na categoria anterior, a ausência deste item nos selos de certificação ambiental pode estar relacionada aos objetivos e metas destes. No entanto, uma vez que a promoção da segurança é um elemento ligado à sustentabilidade, se considera que esta ausência é problemática, embora possa se apresentar como argumento, também, a obrigatoriedade da Norma no Brasil.

Também como na categoria anterior, é possível a reflexão acerca do objetivo dos selos, que não estão ligados estritamente com os sistemas hidrossanitários (como está a Parte 6 da Norma). Neste sentido, o combate ao incêndio, que geralmente depende de uma rede hidráulica, aparece como um dos objetivos da Norma e não dos respectivos selos de certificação.

#### **4.2.3 Segurança de Uso e Operação**

A categoria segurança de uso e operação está presente na Norma de Desempenho e no selo AQUA-HQE. Na Norma, aparece como os requisitos 1) risco de choques elétricos e queimaduras em sistemas de equipamentos de aquecimento e em eletrodomésticos ou eletroeletrônicos; 2) risco de explosão, queimaduras ou intoxicação por gás; 3) permitir utilização segura aos usuários; e 4) temperatura de utilização da água (ABNT, 2013).

No selo AQUA-HQE, aparece explícita na categoria quatorze, “Qualidade da Água”. Ela se refere ao sistema hidrossanitário e se busca reduzir os riscos de legionelose e queimaduras. Recomenda-se limitar a temperatura da água a 60°C em ambientes não destinados a higiene (cozinhas e lavanderias) e a 50°C em ambientes destinados a higiene (banheiros, lavatórios, pias e chuveiros) (FUNDACAO VANZOLINI, 2016).

Sob o âmbito da sustentabilidade, assim como nos dois itens anteriores, se considera a segurança um fator fundamental inclusive no uso e operação. Além disso, no que tange aos

sistemas hidrossanitários, essa categoria aparece como importante, de modo que a sua ausência nos selos LEED e CASA AZUL pode ser interpretada como problemática. Nesta categoria, o selo AQUA-HQE apresenta a menor restrição, depois da Norma de Desempenho.

#### **4.2.4 Estanqueidade**

Esta categoria é apresentada apenas pela Norma de Desempenho. Aparece como o requisito “estanqueidade das instalações dos sistemas hidrossanitários de água fria e água quente” (ABNT, 2013). Se refere, como descrito no item 2.2.6 deste trabalho, às instalações de água, às peças de utilização, às instalações de esgoto e água pluviais e às águas das calhas.

No que tange à necessidade dos sistemas hidrossanitários, se considera esta categoria relevante, de modo que instalações estanques e sem vazamentos contribuem não apenas para a redução do desperdício, mas também a redução da contaminação de fora pra dentro no caso de água potável e de dentro pra fora, no caso das águas servidas. Neste sentido, essa categoria é também relacionada à sustentabilidade talvez de forma mais direta ou explícita que as anteriores.

A ausência desta categoria nos selos de certificação ambiental em questão pode estar relacionada, mais uma vez, ao objetivo dos selos que não levam em consideração estritamente os sistemas hidrossanitários, mas a sustentabilidade geral das edificações.

#### **4.2.5 Desempenho Térmico**

O desempenho térmico é a única categoria que não aparece na Norma de Desempenho. No entanto, se encontra em um dos selos, o AQUA-HQE. Apresentado pela categoria quatro “Energia”, como exposto no item 2.4.1 deste trabalho, o desempenho térmico é determinado no selo AQUA-HQE pelo sistema RTQ-R. Por exemplo, o nível de eficiência do sistema de água quente é medido por níveis que vão de A à D.

Sob a óptica da sustentabilidade, o desempenho térmico é importante, pois permite a otimização dos sistemas e a redução do consumo de energia. Além disso, é relevante para os sistemas hidrossanitários em geral pelo mesmo interesse.

Nessa categoria, o selo AQUA-HQE se apresenta, de novo, o mais amplo entre os selos de certificação ambiental estudados. Isso pode estar relacionado aos objetivos

demonstrados, uma vez que este selo é o que se propõe a cumprir a maior quantidade de exigências, citando as normas técnicas e regulamentações.

#### **4.2.6 Desempenho Acústico**

Esta categoria é apresentada apenas pela Norma de Desempenho, que delimita, entre outros fatores, limites para os níveis de pressão sonora dos equipamentos hidrossanitários. Para a avaliação, a Norma estabelece que devem ser avaliados os dormitórios das unidades habitacionais autônomas com as portas e janelas fechadas. Como descrito pelo item 2.2.7 deste trabalho, há interesse em promover sistemas que sejam menos ruidosos.

Sob a perspectiva da sustentabilidade, o desempenho acústico é importante, pois promove o bem-estar quando há diminuição dos ruídos. Dentro de uma habitação, os sistemas hidrossanitários podem ser uma grande fonte de sons e, dessa forma, é de interesse dos ocupantes, dos projetistas e de outros desenvolver sistemas que oferecem esse tipo de conforto.

#### **4.2.7 Durabilidade e Manutenibilidade**

A categoria durabilidade e manutenibilidade se apresenta na Norma de Desempenho e nos selos AQUA-HQE e LEED. Na primeira, aparece como os requisitos 1) vida útil de Projeto das instalações hidrossanitárias; e 2) manutenibilidade das instalações hidráulicas, de esgotos e de águas pluviais (ABNT, 2013).

No selo AQUA-HQE, aparece na categoria de número sete, “Manutenção”. No aspecto sustentável, a durabilidade a manutenibilidade são fundamentais ao combate à geração de resíduos. Além disso, se relaciona à qualidade das instalações e à redução no consumo de água. No selo AQUA-HQE, a manutenção é apresentada de forma mais geral.

Tais especificações podem estar relacionadas aos objetivos dos selos, de forma que apresentam ligações mais claras com a sustentabilidade almejada nas edificações. O selo CASA AZUL e o LEED, nesta categoria, são os mais restritivos das certificações estudadas.

#### 4.2.8 Saúde, Higiene e Qualidade Do Ar

Se destaca “Saúde, higiene e qualidade do ar” em todas as certificações estudadas. Na Norma de Desempenho, é composta pelos requisitos 1) contaminação da água a partir dos componentes das instalações; 2) contaminação biológica da água na instalação de água potável; 3) contaminação da água potável do sistema predial; 4) contaminação por refluxo de água; 5) ausência de odores provenientes da instalação de esgoto; e 6) contaminação do ar ambiente pelos equipamentos (ABNT, 2013).

No selo AQUA-HQE, é descrita pelas categorias de número treze e quatorze, “Qualidade do Ar” e “Qualidade da Água”. No selo LEED, se encontra na categoria “*Indoor Environmental Quality* (qualidade do ambiente interior)”. Já no selo CASA AZUL, se mostra na categoria “Qualidade Urbana”.

No selo CASA AZUL a qualidade da água é mencionada, além daquela utilizada na edificação, mas também em seu entorno. No selo LEED, restringe-se a estabelecer critérios destinados a padrões na habitação. O selo AQUA-HQE, por sua vez, considera além da edificação, também o seu entorno. Já a Norma de Desempenho, nessa categoria, restringe-se à qualidade da água no sistema hidrossanitário, mas abrange o entorno em outras categorias.

A Norma e os selos estudados convergem nesta categoria, procurando estabelecer critérios para promover a saúde através da qualidade do ar e da água e da manutenção da higiene.

#### 4.2.9 Funcionalidade e Acessibilidade

Esta categoria aparece em todas as certificações e Norma estudada, exceto no selo CASA AZUL. Na Norma de Desempenho, encontram-se os requisitos 1) funcionamento das instalações de água; 2) funcionamento das instalações de esgoto; e 3) funcionamento das instalações de águas pluviais (ABNT, 2013).

No selo LEED, ocorre nos itens “Redução de Água no Interior” e “Redução de Água no Exterior”. Já no selo AQUA-HQE, refere-se à categoria cinco, “Água”. A funcionalidade e acessibilidade ocorre em outros critérios dos selos, mas este trabalho se restringiu à descrição desses elementos no sistema hidrossanitário.



Otimizar a funcionalidade dos sistemas e equipamentos hidráulicos contribui à sustentabilidade no sentido de evitar material desnecessário e de melhorar o consumo e o desperdício.

#### **4.2.10 Conforto Tátil e Antropodinâmico**

Esta categoria aparece somente na Norma de Desempenho. É composta pelo requisito “conforto na operação dos sistemas prediais”. Incluindo os sistemas hidrossanitários, considera-se essa categoria explícita apenas na Norma.

A ausência desta categoria nos selos de certificação ambiental pode ser interpretada como uma fragilidade, uma vez que o conforto tátil e antropodinâmico se relaciona ao bem-estar e, por isso, à sustentabilidade.

#### **4.2.11 Adequação Ambiental**

A adequação ambiental requer destaque e talvez seja a categoria mais explicitamente relacionada à sustentabilidade e se encontra em todas as certificações e norma estudadas. Na Norma de Desempenho, aparece como os requisitos 1) uso racional da água; e 2) contaminação do solo e do lençol freático (ABNT, 2013). No entanto, pode-se considerar o sentido amplo de “adequação ambiental” também presente em outras categorias.

No selo LEED, esta está explicitamente nos critérios da categoria “*Water Efficiency* (eficiência hídrica)”. No selo CASA AZUL, encontra-se dispersa entre as categorias, também se considerando o sentido amplo da expressão, assim como no selo AQUA-HQE.

Essa categoria expressa o sentido mais popular da sustentabilidade, e se relaciona aos objetivos dos selos citados anteriormente. Assim, convocar a adequação ambiental aos selos é caráter fundamental quando se propõe estabelecer padrões sustentáveis nos sistemas hidráulicos de edificações, habitações e à nível operacional.

#### **4.2.12 Norma de Desempenho x Selos de Qualidade**

Em uma nova construção residencial, seguindo a Norma de Desempenho em comparação ao LEED, a Norma atende apenas dois itens obrigatórios do Selo de Qualidade. Faltando apenas um item obrigatório que é a redução de consumo de água externa, para que se

possa atender o mínimo necessário para atender a categoria de água deste Selo. Para conseguir a pontuação máxima, a Norma precisaria atender mais onze itens do LEED.

No caso da comparação entre a Norma de Desempenho e a Casa Azul, acontece a mesma coisa. Ela atende dois itens obrigatórios que são: medição individualizada e dispositivos economizadores – bacia sanitária. Faltando atender apenas o item de área permeável para que se possa conseguir o mínimo requerido para essa categoria. Por sua vez, para conseguir a pontuação máxima, falta apenas os itens de retenção de águas pluviais, infiltração de águas pluviais e áreas permeáveis. Uma vez que a Norma já atende aos dispositivos economizadores arejadores e registro regulador de vazão, como também o aproveitamento de águas pluviais.

Na comparação da Norma de Desempenho com o Processo AQUA-HQE, a Norma só consegue atender o mínimo necessário das categorias 5, 7 e 14. Já na categoria 4, a Norma não consegue atender em nenhum item. No caso desta comparação, o enfoque dos sistemas hidrossanitários está espalhado em várias categorias do Processo AQUA-HQE. Assim, não pode comparar a quantidade de itens que falta para atender a certificação máxima. Pois ela abrange muito mais coisas do que apenas o sistema hidrossanitário.

Assim, a Norma de Desempenho não consegue atender aos critérios mínimos dos sistemas hidrossanitários nos três Selos de Qualidade estudados. Faltando poucos critérios para que se possa conseguir atingir o mínimo necessário de cada um dos selos. No caso para atingir o máximo em cada Selo, no selo Casa Azul é mais fácil ser atingido pois são menos critérios, e o mais difícil é o Processo AQUA-HQE, já que este abrange vários critérios diferentes.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A comparação entre a Norma de Desempenho e os selos AQUA-HQE, CASA AZUL E LEED, assim como entre os respectivos selos gerou resultados que apresentaram as potencialidades e fragilidades dessas certificações e, também, um *ranking* de abrangência no que tange os sistemas hidráulicos.

A maior fragilidade encontrada nos selos está relacionada à segurança, seja estrutural, contra incêndios ou de uso e operação. As três estão ligadas aos sistemas hidrossanitários e podem ser fonte de otimização e melhor funcionamento destes. Apesar de indiretamente relacionadas aos objetivos dos selos, é notório que a segurança deve ser entendida como uma prioridade não apenas no que diz respeito às construções sustentáveis.

As maiores potencialidades foram a adequação ambiental e qualidade da água. Tanto a Norma quanto os selos apresentam critérios, requisitos ou categorias responsáveis por assegurar esses aspectos de forma a garantir não apenas a saúde e o bem-estar, mas também a sustentabilidade.

Na comparação entre os selos, o mais abrangente quanto às possibilidades de promoção da sustentabilidade através dos sistemas hidrossanitários foi o selo Casa Azul,

seguido pelo selo AQUA-HQE e, por último, o selo LEED (quantidade de “sim” recebido de acordo com os critérios de Gestão de Água).

Já a partir da comparação dos selos com a Norma, obteve-se um *ranking* diferente. A Norma é a que aparece como a maior facilitadora de ações sustentáveis no que tange aos sistemas hidráulicos prediais, seguida pelo selo AQUA-HQE, pelo selo LEED e, por último, pelo selo CASA AZUL.

Na comparação contrária dos Selos com a Norma, esta consegue abranger várias áreas, atendendo aos critérios dos Selos de Qualidade. Mas em nenhum deles, se consegue atingir a quantidade mínima de critérios para classificação, faltando muito pouco para que se consiga a classificação.

Neste sentido, para a promoção da sustentabilidade e para a otimização do desempenho em sistemas hidráulicos prediais, a norma é útil e sua obrigatoriedade é justificada. Quanto à adoção voluntária dos selos, esta pode ser de interesse do empreendedor e varia de acordo com o objetivo do selo.

É possível afirmar que o objetivo do trabalho foi alcançado, de modo que a comparação proposta foi possível. Mas há algumas limitações presentes neste estudo, tais como o seu foco em sistemas hidrossanitários, o que não corresponde ao enfoque dado pelos selos. Isso pode gerar ruídos nas comparações, uma vez que a Norma de Desempenho possui uma seção destinada a esses sistemas. Outra limitação reside no fato de terem sido abordados apenas algumas das certificações existentes.

Estudos futuros podem levar em consideração estas limitações e tecerem comparações entre outras certificações ou selos e a Norma, além de analisar outros aspectos além dos sistemas hidrossanitários. Outra abordagem interessante seria demonstrar como essas certificações e a Norma cumprem cada uma das esferas da sustentabilidade: a econômica, a social e a ambiental.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. *ABNT NBR 15575/2013: Edificações habitacionais - desempenho*. Brasília, 2013.

BALCONI, L R. *Novas regras para o setor da construção civil*, 2013. Disponível em < <https://jus.com.br/artigos/25149/novas-regras-para-o-setor-da-construcao-civil>>. Acesso em 11 de set de 2020.

BORGES, C. A. M.; SABBATINI, F. H. *O conceito de desempenho de edificações e a sua importância para o setor da construção civil no Brasil*. São Paulo: Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica, USP, 2008.

BRASILEIRO, L L, MATOS, J M E. Revisão bibliográfica: reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria da construção civil. *Cerâmica*, v. 61, s. n., 2015.

CAIXA, 2010. *Manual: boas práticas para habitação mais sustentável*. Disponível em <[http://www.caixa.gov.br/Downloads/selo\\_casa\\_azul/Selo\\_Casa\\_Azul.pdf](http://www.caixa.gov.br/Downloads/selo_casa_azul/Selo_Casa_Azul.pdf)> Acesso em 13 de fev de 2020.

CALVI, L. F. H. *Sustentabilidade na construção civil: estudo de caso em uma organização não governamental*. Monografia apresentada ao curso de Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia UFRJ. Rio de Janeiro, 2018.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO – CBIC. *Desenvolvimento com Sustentabilidade*, 2014. Disponível em < [https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2017/11/Desenvolvimento\\_Com\\_Sustentabilidade\\_2014-1.pdf](https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2017/11/Desenvolvimento_Com_Sustentabilidade_2014-1.pdf)> Acesso em 17/11/2020.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO – CBIC. *Desempenho de edificações habitacionais: guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013*. 2 ed. Fortaleza: Gadioli Cipolla Comunicação, 2013.

CASADO, M. O mercado da Construção Sustentável no Brasil e Certificação LEED, 2012. Disponível em: <<http://www.ademi.org.br/download/PalestraGBC.pdf>>. Acesso em 11 de set de 2020.

CAVENAGHI, S. M.; ALVES, J. E. Domicilios y familias en la experiencia censal del Brasil: cambios y propuesta para identificar arreglos familiares. *Notas de Población*, Santiago de Chile, 2011

CONSELHO DE ARQUITETURA E URBANISMO DO BRASIL – CAU. *Guia para arquitetos na aplicação da Norma de Desempenho ABNT NBR 15575/2013*. Brasil: AsBea, 2015.

CORRÊA, L. R. *Sustentabilidade na construção civil*. Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia UFMG. Belo Horizonte, 2009.

FISK, P. *People, Planet, Profit: How to Embrace Sustainability for Innovation and Business Growth*, London: KoganPage, 2010.

FISK, P. *Sustainability as Competitive Advantage: People Planet Profit*, 2020. Disponível em < <https://www.thegeniusworks.com/event/sustainability-as-competitive-advantage-the-new-leaders/> >. Acesso em 19/11/2020

FUNDAÇÃO VANZOLINI. *Certificação AQUA-HQE*, 2020. Disponível em < <https://vanzolini.org.br/aqua/certificacao-aqua-hqe/> >. Acesso em 11 de set de 2020.

\_\_\_\_\_. *Referencial de avaliação de qualidade ambiental de edifícios residenciais em construção*. Brasil: Cerway, 2016.

GIBSON, E.J., Coord., *Working with the performance approach in building*. Rotterdam. CIB W060. 1982.

GIOVANELLI, A. *Triple bottom line ou tripé da sustentabilidade*, 2015. Disponível em < <https://logisticareversa.org/2015/06/15/triple-bottom-line-ou-tripe-da-sustentabilidade/> >. Acesso em 11 de set de 2020.

GREEN BUILDING COUNCIL – GBC. *LEED v4 for building design and construction*, 2019. Disponível em < [https://www.usgbc.org/sites/default/files/LEED%20v4%20BDC\\_07.25.19\\_current.pdf](https://www.usgbc.org/sites/default/files/LEED%20v4%20BDC_07.25.19_current.pdf) > Acesso em 11 de set de 2020.

JOHN, V M. Aproveitamento de resíduos sólidos como materiais de construção. In: CARNEIRO, A P, BRUM, I A S, CASSA, J C S (Org). *Reciclagem de resíduo para a produção de materiais de construção*. Projeto resíduo bom. Caixa Econômica Federal, Salvador, BA, 2001.

LEITAO, A. A água, um recurso cada vez mais escasso, 2018. Disponível em <<https://www.ecodebate.com.br/2018/03/22/a-agua-um-recurso-cada-vez-mais-escasso-artigo-de-alexandra-leitao/>> Acesso em 05 de mar de 2020.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. Construção sustentável, 2020. Disponível em <<https://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/planejamento-ambiental-e-territorial-urbano/urbanismo-sustentavel/construcao-sustentavel.html>> Acesso em 11 de set de 2020.

STRAUB, E. *Consumo de Água na Construção Sustentável*, 2017. Disponível em: <[https://www.aecweb.com.br/cont/a/consumo-de-agua-na-construcao-sustentavel\\_8741](https://www.aecweb.com.br/cont/a/consumo-de-agua-na-construcao-sustentavel_8741) > Acesso 11 de set de 2020.

THOMAZ, E. *Manutenção, reformas e desempenho das construções*. IPT – São Paulo, p. 5. 2014.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME – UNEP. *GEO3– Global Environment Outlook 3. Past, present, and future perspectives*. Nairobi: Unep, 2002

UNIVERSITY OF WISCONSIN. The Triple Bottom Line. Disponível em <https://sustain.wisconsin.edu/sustainability/triple-bottom-line/>>. Acesso em 19/11/2020

VIEIRA, J. *Evolução da sustentabilidade na construção civil e dos sistemas de certificação*, 2014. Disponível em: <<https://sustentarqui.com.br/evolucao-da-sustentabilidade-na-construcao-civil-e-dos-sistemas-de-certificacao/>>. Acesso 11 de set de 2020.

VOITILLE, N. *Certificação Selo Água*, 2017. Disponível em: <<https://www.cliquearquitetura.com.br/artigo/certificacao-selo-aqua.html>> Acesso em 11 de set de 2020.