#### UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

# ESCOLA DE ENGENHARIA DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MATERIAIS E CONSTRUÇÃO

Maria Rita Franco Gomes

# APLICAÇÃO DE PARÂMETROS DE CERTIFICAÇÕES AMBIENTAIS EM EDIFICAÇÕES HABITACIONAIS MULTIFAMILIARES

**Belo Horizonte** 

#### **Maria Rita Franco Gomes**

# APLICAÇÃO DE PARÂMETROS DE CERTIFICAÇÕES AMBIENTAIS EM EDIFICAÇÕES HABITACIONAIS MULTIFAMILIARES

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Especialização: Sustentabilidade e Gestão do Ambiente Construído do Departamento de Engenharia de Materiais e Construção, da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista.

Orientadora: Profa. Ms. Patrícia Elizabeth Ferreira Gomes Barbosa

**Belo Horizonte** 

G633a

Gomes, Maria Rita Franco.

Aplicação de parâmetros de certificações ambientais em edificações habitacionais multifamiliares [manuscrito] / Maria Rita Franco Gomes. – 2018.

55 f., enc.: il.

Orientadora: Patrícia Elizabeth Gomes Ferreira Barbosa.

"Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Produção e Gestão do Ambiente Construído da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais"

Bibliografia: f. 51-55.

Construção civil.
 Edifícios de apartamentos.
 Indústria de construção civil - Aspectos ambientais.
 Normas técnicas (Engenharia)
 Sustentabilidade.
 Barbosa, Patrícia Elizabeth Gomes Ferreira.
 Universidade Federal de Minas Gerais.
 Escola de Engenharia.
 Título.

CDU: 69

Cada geração acredita, sem dúvida, ter vocação para mudar o mundo. Todavia, a minha sabe que não vai refazê-lo. Porém, sua tarefa pode ser maior. Consiste em impedir que o mundo se desfaça.

**Albert Camus** 

#### **RESUMO**

A apropriação dos espaços de habitação, principalmente nas grandes cidades, vem se modificando ao longo dos anos diversificando a demanda de recursos para seu funcionamento. Em edificações privadas ou de uso coletivo, as residências tiveram suas funções ampliadas em decorrência de fatores inerentes à cultura de cada povo. Entretanto, para sustentar o modo de vida atual, o planeta consome mais recursos que a natureza tem capacidade de reconstituir, diminuindo sua disponibilidade e tornando inerente à sobrevivência a necessidade de redução na utilização. Com o objetivo de identificar a importância da conservação e reuso da água e energia nas habitações, esse estudo apresenta informações sobre esses recursos, a relação de alguns países com sua demanda e apresenta soluções indicadas para implantação de sistemas sustentáveis nas edificações habitacionais multifamiliares baseados em parâmetros de certificações ambientais direcionados a construção civil. Como conclusão, o entendimento de que a eficácia dos sistemas para redução e reuso desses dois importantes recursos tem como consequência a diminuição do custo de operação e a indução a um processo de consciência de coletividade. Como disse Winston Churchill: 'Nós moldamos nossos edifícios, e então nossos edifícios nos moldam'.

Palavras chaves: Edifícios residenciais, certificações ambientais, sustentabilidade.

# LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Dados do Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto 2016	4
Figura 2 - Distribuição de água no mundo	8
Figura 3 - Distribuição de água doce superficial no mundo	8
Figura 4 - Consumo doméstico de água no mundo (litros/habitante/dia)	10
Figura 5 - Consumo médio per capta dos prestadores de serviços	10
Figura 6 - Processo de purificação da água para consumo humano	11
Figura 7 - Perdas de água em alguns países do mundo (%)	12
Figura 8 - Principal fonte de energia nos países	17
Figura 9 - Geração de energia elétrica mundial por fonte (%)	18
Figura. 10 - Gráfico de Energia Elétrica por fonte no Brasil (%)	19
Figura. 11 - Tarifas medidas de energia elétrica em 2014 - Residencial	20
Figura 12 - Visão geral de eficiência hídrica no LEED	27
Figura 13 - Visão geral de eficiência elétrica no LEED	29
Figura 14 - Esquema de organização das categorias do método AQUA	31
Figura 15 - ENCE – UH Edifícios Residenciais	34
Figura 16 - ENCE Edifícios Residenciais Multifamiliares	34
Figura 17 - ENCE Edifícios Residenciais – áreas comuns	35
Figura 18 - Louça, Metais e Chuveiros; dispositivos redutores de consumo	37
Figura 19 - Manual para captação emergencial e uso doméstico	
de água de chuva	39
Figura 20 - Placas de painéis solares térmicos	44
Figura 21 - Placas de painéis solares fotovoltaicos em coberturas	45
Figura 22 - Placas de painéis solares fotovoltaicos em fachadas	45
Figura 23 - Classificação de eficiência energética nos elevadores	47
Figura 24 - Lâmpadas Led disponíveis no mercado	48

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Bandeiras sazonais de consumo de energia	5
Tabela 2 - Classificação da água segundo a OMS	9
<b>Tabela 3</b> – Perdas no sistema de distribuição de água em algumas cidades do	
mundo	12
Tabela 4 – Nível de atendimento de água e esgoto em regiões do Brasil	14
Tabela 5 – Usinas Hidrelétricas no Brasil	16
Tabela 6 – Capacidade instalada de geração hidrelétrica no mundo	16
Tabela 7 – Consumo cativo por classe de consumo (GWh)	20
Tabela 8 - Programas governamentais para eficiência energética em alguns	
países	21
Tabela 9 - Perdas anuais totais de energia na rede (%)	22
Tabela 10 - Certificações em diversos países	23
Tabela 11 – Classificação de países em Projetos com Certificação LEED	24

#### LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

ADEME - Agência de Meio Ambiente e da Matriz Energética (França)

ALERJ - Assembleia Legislativa do Estado do Rio de Janeiro

**ALESP** – Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo

ANA – Agência Nacional de Águas

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

ASN – Agência Sebrae de Notícias

BEPAC - Building Environmental Performance Assessment Criteria

**BREEAM** - Building Research Establishment Environmental Assessment Method

**CASBEE** - Comprehensive Assessment System for Building

**CMMAD** – Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento

**CONAMA** – Conselho Nacional de Meio Ambiente

CSTB - Certiveá, subsidiaria do Centre Scientifique et Technique du Batiment

**DGNB** - Deutsche Gesellshaft fur Nachhaltiges Bauen

EBC – Empresa Brasil de Comunicação

**EEA** - Agência Ambiental Europeia (União Europeia)

**EEAC** - Energy Efficiency Advice Centers (Inglaterra)

**EIA** – U.S. Energy Information Administration

**ENCE** - Etiqueta Nacional de Conservação de Energia

**EPA -** Environmental Protection Agency

**EPE** – Energy Efficiency Advice Centers

**EREE** - Energy Efficiency and Renewable Energy (EUA)

**EST -** Energy Saving Trust (Reino Unido)

**GSA** – Public Buildings Service

**HQE** - Haute Qualité Environnementale des Bâtiments

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IBNet – International Benchmarking Network for Water and Sanitation Utilities

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnólogicas

IQNet - International Certification Network

**LEED** – Leadership in Energy and Environmental Design

MMA – Ministério do Meio Ambiente

**MME** – Ministério das Minas e Energia

**MPR** – Minimum Program Requirement

**NABERS** - National Australian Buildings Environmental Rating System

**OEE** - Office of Energy Efficience (Canadá)

**OMS** – Organização Mundial de Saúde

**ONU** – Organizações das Nações Unidas

PBE Edifica - Programa Brasileiro de Etiquetagem para Edificações

PEE - Programa de Eficiência Energética

PNCDA – Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água

PNSB - Pesquisa Nacional de Saneamento Básico

PROCEL - Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica

PURAE - Programa de Conservação e Uso Racional da Água

RTQ-C - Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos

SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

**SNIS** - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

**UNESCO** - Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

**USGBC** - U.S. Green Building Council

USP - Universidade de São Paulo

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	
1.1 . Moradia e Sustentabilidade	
1.2. Objetivos	
1.2.1. Objetivo geral	
1.2.2. Objetivos específicos	3
	_
2. JUSTIFICATIVA:	3
O METODOLOGIA:	
3. METODOLOGIA:	0
4 ÁCHA:	7
4. ÁGUA:	
4.1. O recurso Água	
4.1. Perdas de água	
4.3. Saneamento basico	13
5. ÁGUA e ENERGIA - HIDRELÉTRICAS	15
J. AGUA E LINERGIA - HIDRELLI RICAS	10
6. <b>ENERGIA</b> :	17
6.1. O recurso Energia	
6.2. Perdas de energia	
0.2. I Grado de Griergia	
7. CERTIFICAÇÕES	23
7.1. Certificações no mundo	
7.2. Certificação LEED:	
7.2.1. Eficiência do sistema hídrico no LEED	28
7.2.2. Eficiência de energia no LEED	
7.3. Certificação AQUA	
7.3.1. Eficiência do sistema hídrico no AQUA	
7.3.2. Eficiência de energia no AQUA	
7.4. Etiquetagem de edificações no Brasil – Eficiência Energéti	ca33
8. SISTEMAS RELEVANTES para REDUÇÃO de CONSUMO e	<b>REUSO DE ÁGUA</b>
	35
8.1. Projetos	36
8.2. Equipamentos para redução do uso de água	36
8.3. Coleta de águas pluviais	38
8.4. Reuso de água cinza	40
8.5. Medição Individualizada	41
8.6. Redução do uso de água no paisagismo	42
_	~
9. SISTEMAS RELEVANTES para REDUÇÃO de USO e GERA	
9.1. Projetos:	
9.2. Painéis solares e fotovoltaicos	
9.3. Monitoramento dos sistemas elétricos	
9.4. Equipamentos com eficiência energética	
9.5. Eficiência energética na iluminação	47
40 CONCIDED ACÕES FINAIS	40
10. CONSIDERAÇÕES FINAIS	- 4
11. BIBLIOGRAFIA	51

### 1. INTRODUÇÃO:

#### 1.1 . Moradia e Sustentabilidade:

Atualmente o conceito de sustentabilidade abrange tantos assuntos que é preciso segmentá-los para entendimento dos objetivos pretendidos. A relação do ser humano com os espaços que habita é um grande universo a ser explorado.

Uma das consequências do crescimento da população nas grandes cidades é a verticalização da moradia, onde a modernização no setor da construção civil atinge boa parcela da população. Implantações de condomínios formados por várias edificações tem como obrigatoriedade para aprovação o licenciamento ambiental com o objetivo de adequação da área onde estarão localizados, seja com proposta para incremento da infraestrutura urbana, seja por demanda de redes de abastecimento e escoamento. Órgãos reguladores acrescentam como condição para viabilização dos empreendimentos contrapartidas visando planejamento de sistemas para compensar os fatores geradores de impacto.

A ideia de uma sociedade coesa pode ser traduzida através do conceito de comunidade com mais qualidade de vida e inclui a conscientização da necessidade de manter a existência dos recursos disponíveis no planeta. Já não se trata somente de redução de consumo para economia, mas para manutenção da vida como a conhecemos hoje.

O Relatório Brundtland de 1987, publicado sob o titulo de *Nosso Futuro Comum* na Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD, 1991), traz em seu texto uma definição de sustentabilidade:

""... é o desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem as suas próprias necessidades".

A diretriz dos 3 R's (reduzir, reutilizar e reciclar) é base sólida para a prática real de ações sustentáveis.

Contudo, essas necessidades só serão supridas se os recursos naturais passarem a ser preservados de forma a permitir que seu uso seja racionalizado com prazo suficiente para recuperação, o que exige planejamento e maior consciência coletiva (Agenda 21, MMA).

Varias ações propostas para redução e reuso de dois desses recursos, água e energia, vem surgindo em cidades do Brasil. Em São Paulo, desde 2007 a Lei 12.526 estabelecia Normas para contenção de enchentes e destinação de águas pluviais (ALESP- Assembleia Legislativa de São Paulo). No Rio de Janeiro a Lei 7.463 de 2016 (ALERJ - Assembleia Legislativa do Rio de Janeiro) trouxe a regulamentação para armazenamento de águas pluviais e regras para o reaproveitamento das águas cinza. Em Curitiba, cidade onde a preocupação com o meio ambiente foi pioneira, a Lei Ordinária Municipal 10485/2003 criou o Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações (PURAE). A aplicação de Leis direcionadas ao consumo de água atinge diretamente o setor de energia em decorrência de que grande parte da demanda energética no país é suprida por hidrelétricas.

A implantação de reuso e melhor aproveitamento desses recursos ainda não se apresentam de forma efetiva, a não ser em edificações comerciais que se envolveram nas questões sustentáveis através de selos de certificação ambiental criados pelo mundo. Nesse âmbito, os empreendimentos alcançaram valorização financeira que poderia ser transferida para o âmbito das construções residenciais mesmo sem a disposição do investimento nas certificações. Em parte, falta informação ao cliente e ao empreendedor para implementar mudanças nos programas de necessidades das edificações habitacionais multifamiliares.

O uso de sistemas racionalizados de água e energia nos projetos para edificações multifamiliares residenciais, quando existente, se restringe ao atendimento a Leis que obrigam a instalação de medidores individuais de água nas unidades habitacionais de edificações novas.

Por outro lado, esses agrupamentos de unidades residenciais trazem a oportunidade de revisar procedimentos para instalação de sistemas e equipamentos que possibilitem transformar recursos financeiros em benefícios, com soluções eficazes para redução e reuso de recursos naturais, principalmente os indicados nesse estudo.

Apesar desse estudo não ter como objetivo a Certificação Sustentável das edificações, a análise de referências utilizadas nos principais Selos no Brasil possibilitará identificar processos para alcançar o objetivo pretendido.

### 1.2. Objetivos:

#### 1.2.1. Objetivo geral:

Identificar sistemas e equipamentos para redução e reuso de água e redução e geração de energia próprias que apresentem custos-benefícios compatíveis com parâmetros sustentáveis e que promovam a responsabilidade social através da conscientização do coletivo em edificações residenciais multifamiliares.

#### 1.2.2. Objetivos específicos:

- Apresentar dados de consumos, normas e leis sobre o uso de água e energia no Brasil e no mundo para embasamento da importância desses recursos visando o entendimento de que a utilização das informações podem acrescentar sugestões na construção de habitações residenciais multifamiliares.
- Identificar parâmetros das melhores práticas das certificações sustentáveis direcionados à construção civil referente à redução do consumo e reuso de água e redução e geração de energia em edificações residenciais multifamiliares, incluindo a interação entre eles.
- Através dos processos de Project Management e Design Management identificar sistemas e equipamentos para redução e reuso dos recursos de água e energia na construção de edificações habitacionais multifamiliares que possam contribuir para economia na operação dos edifícios.

#### 2. JUSTIFICATIVA:

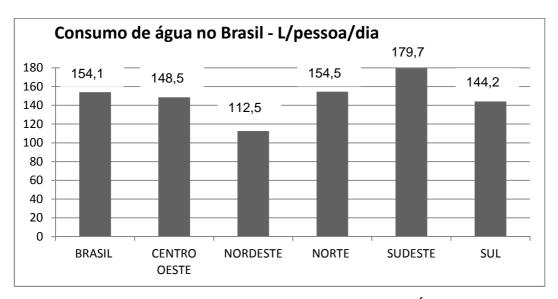
Comprovando a importância das ações ligadas a preservação da água, o governo brasileiro publicou em 30 de outubro de 2017 a Lei 13.501/2017 que promove alteração na Politica Nacional de Recursos Hídricos, e incluiu na Lei 9.433/97, chamada Lei da Águas, o paragrafo 2º., inciso 'IV, onde está descrito: - incentivar e promover a captação, a preservação e o aproveitamento de águas pluviais.' Brasil (2017).

Os dados de necessidade diária de água por habitante são diferentes entre os estudos dos Orgãos Mundiais. A OMS (Organização Mundial da Saúde) indica uma necessidade mínima diária de 50L a 100L de água por pessoa por dia, enquanto a

ONU indica que esse mesmo consumo é de 180L. (MMA – ANA). O dado indicado pela OMS se refere ao mínimo para sobrevivência.

Os grandes centros urbanos brasileiros enfrentam desafios com problemas de abastecimento de água em relação à disponibilidade do recurso ao longo do ano. De acordo com pesquisa do SEBRAE, em 2018 a falta de água pode afetar 31% dos empreendimentos brasileiros, do setor da construção civil ao de comércio, atingindo de forma diferente as regiões do país (ASN-Agência SEBRAE de Noticias).

O Ministério das Cidades apresenta dados de 2016 do consumo nas diversas regiões do Brasil indicadas no gráfico (Figura 1).



**Figura. 1** - Dados do Diagnostico dos Serviços de Água e Esgoto 2016 - Ministério das Cidades (elaboração da autora)

A média de consumo no Brasil é de 154,1L/pessoa/dia, sendo que em Minas Gerais a COPASA mantém uma referência para abastecimento de 150L/pessoa/dia.

A manutenção desse abastecimento em períodos de seca prolongada pode ficar comprometida, surgindo a necessidade de racionamento como tem sido constatado em várias regiões do país. Para conter parte do consumo o governo instituiu na conta de energia tarifas diferenciadas para épocas de estiagem, utilizando como referência bandeiras de verde à vermelha para classificação (Tabela 1).

Da mesma forma, problemas com o fornecimento de energia elétrica se encontram relacionados à manutenção dos mananciais aquíferos, uma vez que grande parte do abastecimento de energia no país tem origem nas hidrelétricas.

BANDEIRAS	VALOR EXTRA NO CONSUMO
Verde	Tarifa normal
Amarela	+ R\$ 0,010 p/cd kwh consumido
Vermelha – patamar 1	+ R\$ 0,030 p/cd kwh consumido
Vermelha – patamar 2	+ R\$ 0,050 p/cd kwh consumido

**Tabela 1** - Bandeiras sazonais de consumo de energia. fonte: ANEEL (Agencia Nacional de Energia Elétrica)

O Fórum Mundial da Água, realizado no Brasil em março de 2018, incluiu debates sobre saneamento e conservação de bacias hidrográficas, demonstrando que mesmo em um país de extenso território e muitos complexos de bacias é importante haver a consciência da preservação do recurso.

Em decorrência da necessidade da proteção das águas e visando a manutenção dos níveis de abastecimento se tornam urgentes ações que promovam outros tipos de fontes de água para uso geral. Conforme citado já existem Leis para algumas fontes alternativas como a coleta de água pluvial, outras como a reutilização de águas cinza envolvem muitas variáveis para regulamentação.

No país, há regiões com altos índices pluviométricos que poderiam suprir parte da demanda, principalmente no sul e sudeste conforme dados do CPRM (Serviço Geológico do Brasil). Ações dessa natureza podem trazer outros benefícios atrelados quando permitem o escoamento de um volume menor de água nas redes de drenagem pluvial, minimizando graves problemas com enchentes decorrentes da falta ou falha na infraestrutura urbana agravados pelo solo impermeável das cidades.

Outro problema a ser combatido é apresentado em dados da ANA (Agência Nacional de Águas), contidos no Manual de Educação para o Consumo Sustentável, relativos à taxa de desperdício na distribuição de água no Brasil que gira entre 20% e 60% sendo relacionados a perdas nos caminhos do abastecimento e no uso em residências.

Mesmo com vastas discussões sobre o assunto, a consciência da população ainda é restrita no que diz respeito ao uso da água. A consciência do coletivo é a principal ferramenta para a mudança desse paradigma. Há resistência por parte das empresas de construção civil na implantação de equipamentos para redução do

consumo dos recursos, justificadas pelo custo. Da parte do cliente/investidor falta conscientização dos benefícios e desconhecimento da economia financeira na operação e manutenção dos edifícios, um tema ainda pouco explorado.

A referência se faz a questões relevantes de redução do uso de recursos naturais e tem como objetivo valorizar a construção sob a ótica econômica na operação e manutenção das edificações, além do desenvolvimento de uma necessária consciência ecológica.

O estudo das relações dos moradores e empreendedores das edificações habitacionais multifamiliares com o uso racional da água é a motivação desse trabalho. Serão apresentados inicialmente dados sobre água e energia para embasamento da necessidade de incorporação das propostas de implantação dos sistemas e equipamentos. Como ferramentas balizadoras, a apresentação de parâmetros utilizados como análise de edificações em Certificações ambientais.

#### 3. METODOLOGIA:

A coordenação dos projetos desde a avaliação de viabilidade do empreendimento é baseada em soluções desenvolvidas em conjunto pelos projetistas e facilita a incorporação da sustentabilidade nas edificações. A qualidade dos edifícios se apoia nas decisões tomadas nessa fase incorporando, através da demanda principal a ser desenvolvida pela equipe, os conceitos de sustentabilidade na forma de projetar.

O embasamento desse trabalho em três pontos principais fornecerá argumentos para a implantação dos sistemas de redução e reuso dos recursos naturais de água e energia.

Em primeiro plano, a constatação da importância dos recursos água e energia que são intrinsicamente dependentes a partir do conhecimento de dados nacionais e mundiais para embasamento dos procedimentos propostos.

Em seguida, o entendimento do conteúdo das certificações sustentáveis para indicação dos parâmetros a serem utilizados, mesmo sem o interesse especifico nos selos, traz consigo gastos que o setor residencial ainda não considera relevantes.

No referencial teórico, a citação de leis federais, estaduais e municipais, agregadas à iniciativas de órgãos que regem o abastecimento de água e energia, apresenta um resumo de soluções que podem ser avaliadas para implantação.

Completando a metodologia, o conhecimento de sistemas e equipamentos para instalação em edificações residenciais multifamiliares traz a tona o uso da tecnologia a serviço da sustentabilidade. Projetistas especializados na área transformam em propostas esse conhecimento, com uma responsabilidade que ultrapassa o processo de *Design* acrescentando ao *Project* dados para viabilizar a economia dos recursos naturais no uso e operação das edificações.

A análise não engloba os requisitos obrigatórios da Norma de Desempenho. Estes se aplicam a todos os tipos de edificação para atendimento aos itens básicos de conforto do usuário e hoje são intrínsecos ao produto da construção.

Um estudo mais abrangente do assunto permite desdobramentos através da identificação de processos baseado no *Design Science Research*, dos problemas de pesquisa e da produção de material para avaliação dos sistemas sustentáveis propostos na construção de edificações residenciais multifamiliares.

A revisão bibliográfica contém parâmetros de sistemas adequados para implantação nas edificações além de leis e normas da área vigentes no país. O processo de *Construction Management* é importante ferramenta embasando o processo com supervisão dos projetos, do planejamento e da construção em todo o ciclo de vida do empreendimento.

Para sustentação dos processos implantados, a clara viabilização de operação e manutenção dos sistemas deve ser considerada no *Design*. Contudo, não será objeto de detalhamento nesse estudo, sendo relevante para trabalhos futuros.

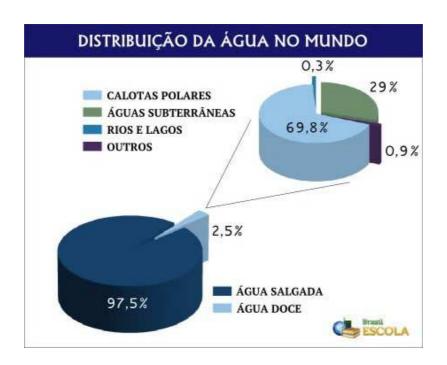
#### 4. ÁGUA:

#### 4.1. O recurso água

Constatado que 97,5% da água no mundo é salgada e apenas 2,5% da água do planeta é doce, e que dessa ultima 69% se concentra nas geleiras e 30% são águas subterrâneas (Figura 2), somente 1% disso está nos rios onde há acesso para

utilização (ANA, Agência nacional de Águas). Estamos falando de um futuro sombrio sem a conscientização da necessidade de proteção desse recurso.

Dados preocupantes, como os do Conselho Mundial da Água, indicam que em 2025 serão necessários mais 40% do volume utilizado hoje para suprir demanda proporcional a atual. De acordo com a ONU (Organização das Nações Unidas), em 2050 mais de 45% da população viverá em países que não poderão garantir uma cota mínima de 50L/pessoa/dia indicados pela OMS.



**Figura 2** – Distribuição de Água no mundo Superintendência de Informações Hidrológicas – fonte: UNESCO - ANA – Agencia Nacional de Águas



Figura 3 – Distribuição de Água doce superficial no mundo Superintendência de Informações Hidrológicas – fonte: UNESCO - ANA – Agencia Nacional de Águas

A distribuição dos 2,5% de água doce existente nos continentes indica o Brasil como um dos locais com mais disponibilidade do recurso (Figura 3).

Para classificação das águas no Brasil o CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) através da Resolução 20/86 utiliza o grau de salinidade para classificar e divide em 3 categorias: até 0,5% de salinidade são consideradas águas doces, de 0,5 a 30% salobras e acima de 30% salinas.

Dos 2,5% apresentados como água doce, a OMS – Organização Mundial de Saúde classifica a água desse universo de consumo em 5 tipos (Tabela 2).

Água pura	Quando composta somente por hidrogênio e oxigênio e				
	não encontrada na natureza,				
Água potável	Classificada pela OMS como tendo na sua composição				
	até 500mg/L de teor mineral. No Brasil vale o teto de				
	150mg/L				
Água servida	Usada, é o esgoto				
Água poluída	Geralmente turva e que recebeu substâncias físico-				
	químicas				
Água contaminada	Que contém substancias tóxicas				

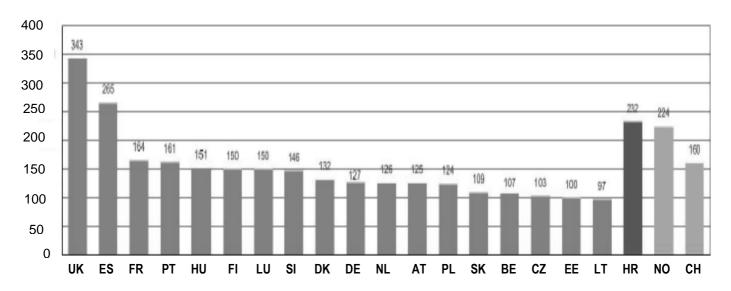
Tabela 2 - Classificação da água segundo a OMS.

Das categorias apresentadas, a Água Potável é o tipo fornecido pelas Companhias responsáveis para consumo da população. As crises provocadas pelo desabastecimento em decorrência de períodos de secas prolongadas tem direcionado a atenção dos governos para pesquisas em novas tecnologias. A captação de águas pluviais é uma das opções para suprir e complementar as fontes naturais desse recurso.

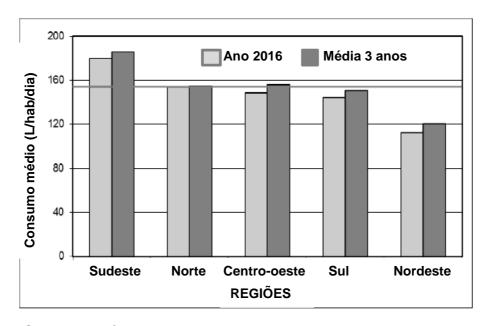
Um gráfico apresentado na EUROSTADT 2007 representa o consumo de água potável em países da Europa, destacando-se o Reino Unido e a Espanha como maiores consumidores (Figura 4).

O consumo com cada equipamento que utiliza água dentro das residências é comum a todos os países destacando-se como grande vilão o chuveiro (Pinheiro, 2008).

Na maioria dos países da Europa a consciência da coletividade é disseminada entre a população e há ações como na Austrália, que em 2005 desenvolveu o WELS ( Water Eficiency Labelling and Standards) para informar aos consumidores sobre a eficiência hídrica de alguns produtos incentivando o uso de produtos adequados à sustentabilidade. O programa WaterSense criado pelo EPA (Environmental Protection Agency) nos Estados Unidos impulsiona o desenvolvimento de produtos e serviços eficientes do ponto de vista hídrico, para motivar o uso consciente da água (Barroso, 2010).



**Figura 4** – Consumo doméstico de água no mundo (litros/habitante/dia) Fonte - Eurostadt , 2007



**Figura 5** - Consumo médio per capta dos prestadores de serviços participantes do SNIS (concessionárias) em 2016 e na média dos últimos 3 anos nas regiões do Brasil. Fonte: SNIS

No Brasil o consumo de água potável é maior nas regiões sudeste e sul do pais (Figura 5).

Para chegar ao consumidor final, a água potável passa por vários processos a fim de combater a contaminação e estar adequada para o consumo humano, conforme a classificação do Ministério da Saúde:

- <u>Adição de coagulantes</u> =processo para aglutinar as partículas em suspensão,
- <u>Coágulo-sedimentação</u> = permitem a formação de flocos que aglutinam impurezas que são decantados,
  - Filtração = filtros onde são retidos as impurezas restantes,
  - Desinfecção = aplicação de cloro,
  - Fluoretação = aplicação de flúor.

O processo é visualizado no modelo demostrado pela ANA (Agência Nacional de Águas) (Figura 6).

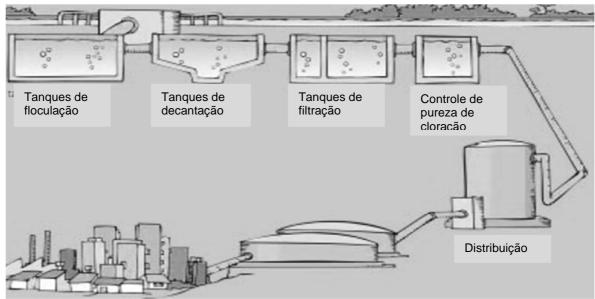


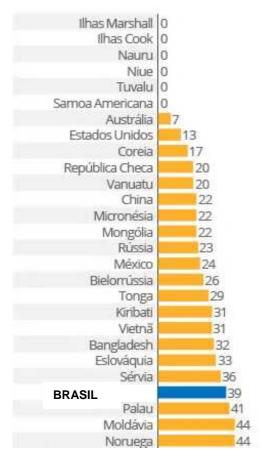
Figura 6 – Processo de purificação da água para consumo humano Fonte: Cartilha ANA (Agência Nacional de Águas)

#### 4.1. Perdas de água:

O caminho percorrido pela água em todo o processo de abastecimento é longo e as perdas são inevitáveis. Mesmo em países desenvolvidos as perdas são parte do abastecimento, entretanto, no Brasil a porcentagem em relação ao abastecimento medido é muito grande, 39% da água tratada é perdida em vazamentos e ligações clandestinas (ANA - Agencia Nacional de Água).

A coleta da água nos mananciais apresenta obstáculos. Despejos de indústrias e esgoto das cidades são constantemente encontrados nos rios e a recuperação desses recursos naturais é abaixo da demanda anual para coleta. A água contaminada em contato com a água pura contamina 10 vezes mais o seu volume. (Ministério das Cidades).

Levantamento do site G1 conduzido pelo IBNET (*International Benchmarking Network for Water and Sanitation Utilities*) em 2011 apresenta a realidade das perdas em países e cidades no mundo (Figura 7 e Tabela 3).



Cidade	Índice de perdas (%)
Barcelona	22,09
Sevilha	24,29
Munique	13,60
Frankfurt	4,81
Hamburgo	5,67
Paris	12,80
Bordeaux	21,48
Roma	25,03
Napoli	11,90
Bruxelas	15,17
Atlanta	11,92
Londres	42,35

Fonte: Cavalcanti Coelho (2001)

**Figura 7** – Perdas de água em em alguns países do mundo. fonte: ANA - Brasil

**Tabela 3** – Perdas no sistema de distribuição de água em algumas cidades do mundo

No Brasil, a ANA (Agência Nacional de Águas) define "perda como a água que escapa do sistema antes de ser utilizada e desperdício como utilização da água em quantidade superior a necessária".

Especifica que a conservação do recurso é qualquer ação que:

- Reduza a quantidade de água extraída
- Reduza o consumo de água
- Reduza o desperdício de água

- Aumente a eficiência do uso de água
- Aumente a reciclagem e o reuso da água.

Outra classificação que é feita pelo PNCDA (Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água) tem como objetivo a redução das perdas, classificadas como aparentes e reais. São classificadas como aparentes a falta de medição por falha em equipamentos ou ligações clandestinas e como perdas reais, as físicas, a água que não chega ao consumidor por vazamentos ao longo da tubulação de distribuição. Perdas são inerentes a qualquer sistema por ineficiências técnicas, vazamentos e devem ser minimizados já que tem seu custo repassado ao consumidor.

A escassez de água, além de estar relacionada à poluição e ao consumo crescente, é atribuída também ao desmatamento que é responsável pela redução das nascentes, ao desperdício e ao mau uso (MMA –ANA).

As fraudes entram como responsáveis por grande parte das perdas, seja como ligações clandestinas ou como fraudes nos hidrômetros que contribuem para a água não medida para tarifa.

Outra questão além das perdas que comprometem a qualidade da água é a falta de manutenção dos sistemas. O desperdício nessa área fica em torno de 40% (ANA). No envelhecimento da edificação a manutenção não realizada periodicamente passa a apresentar um alto custo, muitas vezes não percebido pelos moradores. Além do desperdício na rede há problemas internos nos apartamentos, torneiras pingando, válvulas de descarga mal reguladas e outros.

Reformas em unidades residenciais em edificações multifamiliares podem trazer problemas quando tubulações antigas são substituídas parcialmente criando pontos frágeis na ligação com a rede nova. Holanda (2007), indica que um problema de vazamento frequente em prédios antigos é causado após a troca de tubulação galvanizada por PVC, que, com a manutenção periódica das válvulas de descargas antigas podem causar uma pressão extra provocando fadiga na tubulação de PVC e consequente rompimento.

#### 4.3. Saneamento básico:

A Lei federal nº 11.445/07, que estabelece as diretrizes para o saneamento básico, contém em seu artigo 2º. a indicação da universalização do acesso aos serviços de

abastecimento de água, esgoto sanitário e limpeza urbana realizados de forma adequada à proteção do meio ambiente (Brasil).

No Brasil, cerca de 60 milhões de pessoas não são atendidos pela coleta de esgoto e ¼ desses não tem acesso à água encanada (Diagnóstico dos serviços de água e esgoto 2016 - SNIS). Como resultado desse panorama a OMS (Organização Mundial de Saúde) apresenta dados em que 80% das doenças e 65% das internações hospitalares no país são decorrentes de bactérias transmitidas pela água (Ministério das Cidades - Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental).

O SNIS (Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento) tem como principais objetivos:

- Planejamento e execução de políticas públicas de saneamento;
- Orientação da aplicação de recursos;
- Conhecimento e avaliação do setor saneamento;
- Avaliação de desempenho dos prestadores de serviços;
- Melhoria da gestão, elevando os níveis de eficiência e eficácia;
- Orientação de atividades regulatórias; e
- Benchmarking e guia de referência para medição de desempenho.'

	Índice	de atendime	Índice de tra esgot	tamento dos os (%)		
Região	Água		Água Coleta de esgotos		Esgotos gerados	Esgotos coletados
	Total	Urbano	Total	Total Urbano		Total
	(IN <sub>055</sub> )	(IN <sub>023</sub> )	(IN <sub>056</sub> )	(IN <sub>024</sub> )	(IN <sub>046</sub> )	(IN <sub>016</sub> )
Norte	55,4	67,7	10,5	13,4	18,3	81,0
Nordeste	73,6	89,3	26,8	34,7	36,2	79,7
Sudeste	91,2	96,1	78,6	83,2	48,8	69,0
Sul	89,4	98,4	42,5	49,0	43,9	92,9
Centro-Oeste	89,7	97,7	51,5	56,7	52,6	92,1
Brasil	83,3	93,0	51,9	59,7	44,9	74,9

**Tabela 4** – Nível de atendimento de água e esgoto em regiões do Brasil Fonte: SNIS (Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento), 2016

Em um país de dimensões continentais como o Brasil são claras as diferenças entre o atendimento de infraestrutura básica à população. A falta de saneamento básico compromete a qualidade da água coletada pelas concessionárias para distribuição à população, e em alguns casos mais graves de poluição, inviabiliza sua utilização (Tabela 4). Somente a região Sudeste apresenta atendimento de coleta de esgotos acima de 70%, sendo que no Nordeste essa taxa não passa dos 35% (SNIS).

Essa realidade se agrava nas grandes cidades com constantes inundações, consequência em grande parte da impermeabilização do solo, que poderiam ser minimizadas pela coleta da água pluvial e execução de projetos urbanos com maior incidência de solo permeável.

#### 5. ÁGUA e ENERGIA - HIDRELÉTRICAS

Por sua abundância no Brasil, a água é utilizada também para gerar energia através das hidrelétricas, constatando a interligação desses dois recursos. De acordo com o SNIS (Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento) 'O consumo de energia elétrica é indispensável na gestão e operação do abastecimento de água e da rede de esgotamento sanitário.'

A energia vem atrelada à disponibilidade da água com nossos sistemas de abastecimento sendo alimentados hoje em 65% pelas hidrelétricas. Com essa interligação a tarifa de energia é sujeita a variações consideráveis de custo nos períodos de seca. Também o equilíbrio ecológico é fator importante nesse sistema, já que a implantação das hidrelétricas interfere no equilíbrio local da fauna, flora e na função do rio represado.

A participação da força das águas na produção total de energia é indicada no Atlas de Energia Elétrica no Brasil, da ANEEL (Agencia Nacional de Energia Elétrica) e apresenta dados com a energia atrelada à disponibilidade da água.

São dez as maiores hidrelétricas em operação no Brasil em 2013 segundo a Newsletter — CHP Press @ 14:20 28 de novembro de 2013 (Tabela 5).

O Brasil ocupa o segundo lugar na lista dos 10 países com maior capacidade instalada de energia hidrelétrica no mundo (Tabela 6).

USINA	ESTADO	RIO	CAPACIDADE
Usina Hidrelétrica de Itaipu	Paraná	Paraná	14.000 MW
Usina Hidrelétrica de Belo Monte	Pará	Xingu	11.233 MW
Usina Hidrel. São Luíz Tapajós	Pará	Tapajós	8.381 MW
Usina Hidrelétrica de Tucuruí	Pará	Tocantins	8.370 MW
Usina Hidrelétrica Santo Antônio	Rondônia	Madeira	3.300 MW
Usina Hidrelétrica de Ilha Solteira	São Paulo	Paraná	3.444 MW
Usina Hidrelétrica de Jirau	Rondônia	Madeira	3.300 MW
Usina Hidrelétrica de Xingó	Alagoas Sergipe	São Francisco	3.162 MW
Usina Hidrel. Paulo Afonso IV	Bahia	São Francisco	2.462 MW
Usina Hidrelétrica Jatobá	Pará	Tapajós	2.338 MW

**Tabela 5** – Usinas Hidrelétricas no Brasil Fonte: ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica)

World hydroelectric generation installed capacity - 2014 top ten countries(GW)

	2010	2011	2012	2013	2014	Δ% (2014/2013)	Part. % (2014)
Mundo	903,9	929,9	957,5	1.000,4	1.038,3	3,8	100
CHINA	199,5	214,6	229,1	258,9	283,0	9,3	27,3
BRASIL	80,7	82,5	84,3	86,0	89,2	3,7	8,6
EUA DS	78,8	78,7	78,7	79,2	79,7	0,6	7,7
CANADÁ	74,9	75,4	75,4	75,4	75,4	0,0	7,3
RÚSSIA	47,4	47,3	47,4	47,4	48,8	3,1	4,7
INDIA	40,6	42,4	42,8	43,7	44,7	2,4	4,3
NORUEGA	28,4	28,6	29,2	29,7	29,8	0,4	2,9
TURQUIA	15,8	17,1	19,6	22,3	23,6	6,1	2,3
JAPÃO	22,4	22,1	22,2	22,2	22,2	0,3	2,1
FRANÇA	18,1	18,1	18,1	18,1	18,1	0,1	1,7
OUTROS	297,4	303,1	310,7	317,6	323,7	1,9	31,2

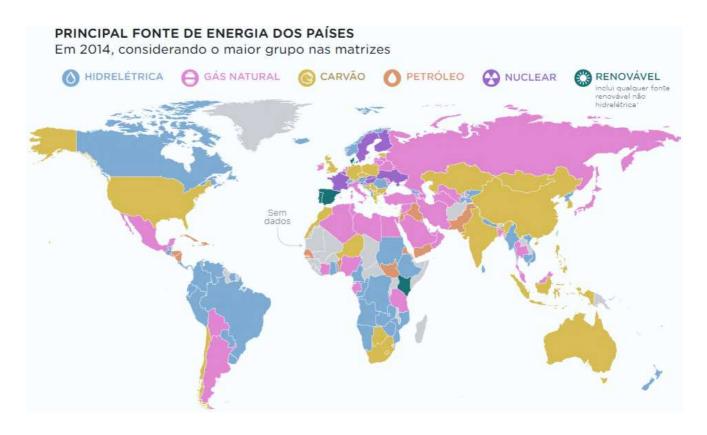
**Tabela 6** – Capacidade instalada de geração hidrelétrica no mundo Fonte: U.S.Information Administration para o Brasil, 2017

#### 6. ENERGIA:

#### 6.1. O recurso Energia

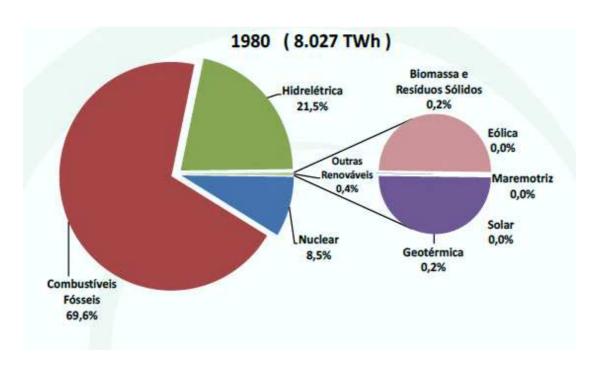
A energia consumida nas edificações habitacionais vem crescendo na medida do desenvolvimento de tecnologias onde equipamentos domésticos, apesar de apresentarem eficiência energética, estão presentes em maior número nas moradias. Como exemplo, controles remotos para diversos equipamentos, sistemas elétricos para piscina e banheiras.

A produção de energia vem de diferentes fontes em cada país (Figura 8), conforme dados da AIE (Agencia Internacional de Energia).



**Figura 8** – Principal fonte de energia dos países Fonte: Banco Mundial, dados da Agência Internacional de Energia (AIE)

Fontes de energia renovável vem sendo desenvolvidas e aumentaram consideravelmente sua importância no fornecimento de energia, entretanto, o mundo ainda é muito dependente dos combustíveis fosseis, constatado na comparação da situação mundial entre 1980 e 2014 (Figura 9).



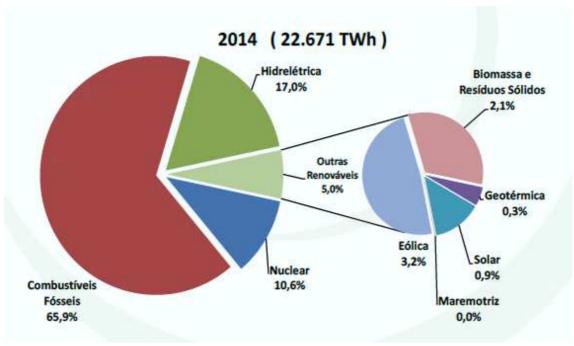


Figura 9 – Geração de energia elétrica mundial por fonte (%) Fonte: U.S. Energy Information Administration (EIA); Elaboração EPE Anuario estatístico de energia elétrica 2017, ano base 2016 Ministério de Minas e Energia

Enquanto os Estados Unidos tem no carvão sua fonte principal, no Brasil 65,8% da energia distribuída pelas concessionarias é produzida nas hidrelétricas (Figura 10). Apesar de crescente, ainda é pequena no país a produção vinda de energias renováveis, como a eólica.

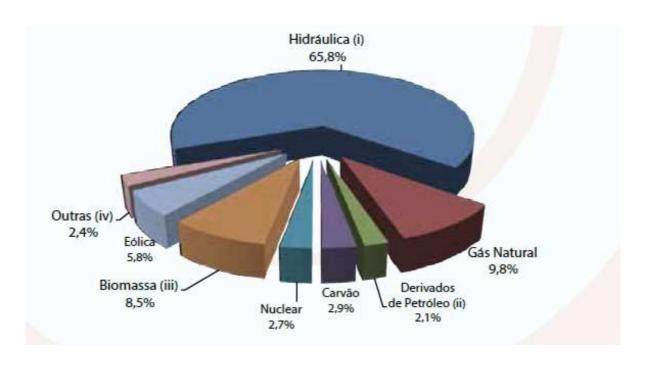


Figura. 10 - Gráfico de Energia Elétrica por fonte no Brasil (%)
Fonte: U.S. Energy Information Administration (EIA); Elaboração EPE
Anuário estatístico de energia elétrica 2017, ano base 2016
Ministério de Minas e Energia

De acordo com a classificação da capacidade instalada de fontes alternativas entre os países do mundo, em 2014 o Brasil estava em 10º. Lugar, quando não considerada as hidrelétricas. São fontes alternativas a energia geotérmica, eólica, solar, das marés, das ondas, biomassa e resíduos. (MMA)

Se por um lado a energia no país é produzida em sua maior parte por um recurso ainda abundante, a água, por outro a escassez desse recurso compromete a manutenção de sua produção. Ainda que o custo de implantação de hidrelétricas envolva cuidado com estudo hídrico adequado e análise de impacto nas terras do entorno, tem sua matéria prima fornecida em abundância pela natureza produzindo a energia elétrica no Brasil a um dos menores custos do mundo (Figura 11).

Conforme Tavares, 2006, o consumo de energia nas residências é basicamente para alimentação de equipamentos para sobrevivência (geladeiras, fogões, ferro elétrico, chuveiro) e lazer (TV's). A manutenção desses aparelhos quando não realizada se configura como um segundo patamar de custo para os usuários e pode provocar um consumo maior.

Os 3 segmentos que mais consomem energia elétrica no Brasil são o residencial, seguido pelo comercial e industrial (Tabela 7).

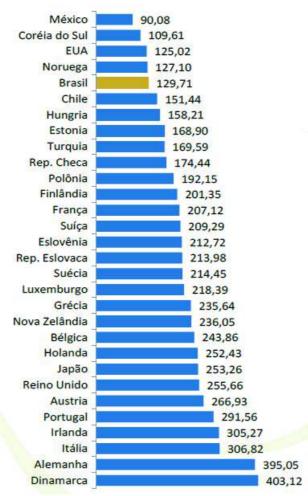


Figura. 11 - Tarifas medidas de energia elétrica em 2014 – Residencial Fonte: ANEEL

	2012	2013	2014	2015	2016	Δ% (2016/2015)	Part. % (2016)
Brasil	327.493	336.732	354.164	349.574	337.132	-3,6	100
Residencial	117.646	124.908	132.302	131.190	132.872	1,3	39,4
Industrial	69.940	67.180	67.815	63.305	52.816	-16,6	15,7
Comercial	74.707	77.399	83.003	83.930	78.892	-6,0	23,4
Rural	22.731	23.267	25.442	25.689	26.748	4,1	7,9
Poder público	14.003	14.584	15.285	15.119	15.022	-0,6	4,5
Iluminação pública	12.916	13.512	14.043	14.716	15.035	2,2	4,5
Serviço público	12.355	12.692	13.010	12.615	12.741	1,0	3,8
Próprio	3.201	3.189	3.265	3.011	3.006	-0,2	0,9

**Tabela 7** –Consumo cativo por classe de consumo (GWh) Anuário estatístico de energia elétrica 2017, ano base 2016 Ministério das Minas e Energia

Importantes programas de eficiência energética de órgãos governamentais de diversos países (Tabela 8), que tem como objetivo o uso racional da energia, Menkes (2004).

PAÍS	ÓRGÃOS DOS GOVERNOS	PRINCIPAIS AÇÕES E INCENTIVOS
INGLATERRA	Energy Efficiency Advice Centers - EEAC	Consultoria em eficiência energética para consumidores residenciais e industriais
REINO UNIDO	Energy Saving Trust – EST	Conscientização da eficiência energética, apoio ao programa Eletricity Standards of Performance, direcionado ao fornecimento de energia Combustíveis - incentivo a fontes de energias renováveis
CANADÁ	Office of Energy Efficience (OEE), vinculado ao Natural Resources Canada's (NRCan's), Energy Innovators e Energy Innovators Plus	-apoio financeiro ao desenvolvimento de combustíveis Eficientes, incentivo à contratação de projetos elétricos eficientes incentivar organismos, empresas e instituições públicas e privadas a economizar
FRANÇA	Agência de Meio Ambiente e da Matriz Energética – ADEME	energia em seus prédios Ações para redução de resíduos, sustentabilidade no uso da energia e redução da poluição.
ESTADOS UNIDOS	Energy Efficiency and Renewable Energy - EREE,	Fundo de Benefício Público (PBF) – taxa cobrada do setor energético para apoio a programas de eficiência energética Incentivo para a compra de veículos mais eficientes Proposta de incentivo para residências energeticamente eficientes.
UNIÃO EUROPEIA	Agência Ambiental Européia (EEA)	Introdução das ecotaxas e ecoimpostos, para apoiar o desenvolvimento de fontes alternativas de energia.
BRASIL	Programa de Conservação de Energia Elétrica – PROCEL	Redução de impostos e incentivos para aumento de uso de projetos, pesquisa e equipamentos de eficiência energética.
	ENCE (Etiqueta Nacional de Conservação de Energia)	Selo de qualidade de eficiência energética para edifícios comerciais, de serviços e públicos.
	Outros programas brasileiros	Rede de Cidades Eficientes em Energia Elétrica, Programa Nacional de Iluminação Pública – Reluz

Tabela 8 - Programas governamentais para eficiência energética em alguns países

Um alto consumo utilizado para conforto térmico, no caso do Brasil, é atribuído aos aparelhos de ar condicionado, mais concentrados em edificações comerciais, hotéis, escritórios, hospitais.

Um desperdício constatado após a criação dos controles remotos, são os aparelhos ligados em stand-by, consumo que apesar de pago pelo consumidor não deixa de configurar o uso não adequado da energia.

Retrações de consumo conforme a verificada em 2016 em relação a 2015, são pontuais e foram consequência da crise econômica ainda vigente. (MME).

#### 6.2. Perdas de energia:

A ANEEL classifica como técnicas e não técnicas as perdas de energia. Perdas técnicas são as ocorridas nas redes de transmissão e distribuição. Perdas não técnicas são as ligações irregulares/clandestinas, os erros de medição, os erros no processo de faturamento e as unidades consumidoras sem equipamentos de medição. (ANEEL). As regiões do Brasil apresentam variações nos percentuais de perdas (Tabela 9).

	2012	2013	2014	2015	2016
Sistemas Isolados	38,0	45,0	64,7	32,5	24,7
Sistema Interligado Nacional - SIN	17,2	16,9	17,5	18,5	19,3
Norte	17,6	21,5	25,7	28,5	28,2
Nordeste	19,8	18,8	18,4	18,9	19,9
Sudeste/C. Oeste	17,4	16,6	17,3	18,1	19,2
Sul	14,0	13,9	13,7	14,4	14,9

**Tabela 9** - Perdas anuais totais de energia na rede (%) Fonte: ONS, Eletrobrás e Distribuidoras, elaboração EPE Anuario Estatistico de Energia Elétrica 2017 ano base 2016 – MME

A falta de manutenção preventiva nos sistemas de distribuição e o uso clandestino da energia são as causas de maior comprometimento da eficiência energética.

Sistemas que proporcionem o uso consciente da energia serão relacionados após a apresentação das certificações, com os parâmetros propostos para habitações residenciais multifamiliares.

## 7. CERTIFICAÇÕES:

#### 7.1. Certificações no mundo

Com o objetivo de estender o olhar sustentável para a construção civil foram desenvolvidas ferramentas que permitissem a validação das ações a serem realizadas. Parâmetros sustentáveis foram organizados por institutos independentes pelo mundo e se tornaram certificações validando os benéficos incorporados às edificações.

Em vários países, organizações independentes desenvolveram selos sustentáveis voltados para a construção civil (Tabela 10).

SIGLA	CERTIFICAÇÃO	ORGANIZAÇÃO	ANO	PAÍS
BREEAM	Building Research Establishment Environmental Assessment Method	Building Research 2007Establishment	1990	Inglaterra
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design	USGBC ( U.S. Green Building Council)	1993	EUA
DGNB	Deutsche Gesellshaft fur Nachhaltiges Bauen	German Sustainable Building System	2007	Alemanha
HQE	Haute Qualité Environnementale dês Bâtiments	Certiveá, subsidiaria do Centre Scientifique et Technique du Batiment (CSTB)	1996	França
NABERS	National Australian Buildings Environmental Rating System	Auckland Services Limited	2004	Austrália
BEPAC	Building Environmental Performance Assessement Criteria	The BEPAC Foundation	1993	Canadá
CASBEE	Comprehensive Assessement System for Building Environmental Efficiency	Japan Sustainable Building Consortium (JSBC); Institute for Building Environment and Energy Conservation (IBEC) ambientais em diversos pa	2005	Japão

**Tabela 10** - Certificações ambientais em diversos países

No Brasil também foram desenvolvido selos verdes e certificações, sendo os principais:

- Processo AQUA de construção sustentável, desenvolvido pela Fundação Vanzolini com os professores da Escola Politécnica da USP (Universidade de São Paulo), em 2007 e baseado no HQE da França.
- PROCEL (Programa Nacional de Eficiência Energética) criado em 1995, desenvolvido pelo Ministério das Minas e Energia e das Cidades e de Universidades e Centros de Pesquisa, em 2003, responsável juntamente com o INMETRO pelo ENCE, selo de eficiência energética para edificações. Foi criado inicialmente para edifícios comerciais, de serviços e públicos (em 2009) e estendido para edificações residenciais (em 2010).
- o Selo CASA AZUL, desenvolvido pela Caixa Econômica Federal, em 2008.

Além dos selos nacionais, que são utilizados como balizadores para financiamento de construções de programas do governo Minha Casa Minha Vida, as certificações mais utilizadas no Brasil são o AQUA (baseado no HQE, certificação francesa) e o LEED (Leadership in Energy and Environmental Design, americano).

A importância da integração da sustentabilidade na vida cotidiana trouxe para a construção civil a adoção de parâmetros pré-definidos nas Certificações. O USGBC (U.S. Green Building Council) - Conselho de Construção Verde dos EUA, responsável pela Certificação LEED, divulgou em 2016 a relação dos países com maior número de projetos com metros quadrados certificados LEED, com o Brasil em 4º. Lugar.

RANK	COUNTRY NAME	CERTIFIED GROSS SQUARE METERS (em milhões de m²)	CERTIFIED NUMBERS OF PROJECTS
1	China	37,16	1.211
2	Canadá	40,77	2.970
3	India	20,28	752
4	Brazil	14,83	461
5	Germany	7,00	276
6	Republic of Korea	6,66	106
7	Taiwan	6,15	124
	<b>United Sates</b>	385,65	30.669

**Tabela 11** – Classificação de países em Projetos com Certificação LEED Fonte: GBC Brasil, 2017

Em nova divulgação em janeiro de 2018 o Brasil se manteve na 4º posição no Ranking Anual dos 10 Países em número de metragem quadrada de edificações certificadas LEED..

Com a ampliação dos estudos na área da sustentabilidade, as certificações são utilizadas também como meio de controle e quantificação das metas e dos resultados obtidos. Esses parâmetros permitem analisar cada categoria das edificações mais detalhadamente visando melhor qualidade de vida em consonância com o meio ambiente.

Para análise dos sistemas propostos visando redução do uso de recursos naturais na implantação em edifícios habitacionais multifamiliares, serão conhecidos a seguir os parâmetros das duas certificações mais utilizadas no país, o LEED e o AQUA.

#### 7.2. Certificação LEED:

A Certificação LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) foi criada pelo Conselho de Construção Verde dos EUA, o USGBC (United States Green Building Council), com o objetivo de promover construções sustentáveis e que contém em sua missão:

"Transformar a forma como edifícios e comunidades são projetados, construídos e operados, permitindo um ambiente saudável e próspero, ambiental e socialmente responsável, que melhore a qualidade de vida."

Para cuidar das certificações dos projetos e do credenciamento de profissionais independentes, o Órgão fundou em 2008 o GBCI (Green Building Certification Institute), responsável pela análise dos projetos e emissão das certificações das edificações e dos credenciamentos dos profissionais especializados mediante prova de competência aplicada pelo Instituto. Sua missão é:

"Apoiar um alto nível de competência em métodos de construção para alcançar eficiência ambiental como desenvolvimento e a administração de um programa formal de certificação e reverificação."

A importância desse movimento se traduz nas inúmeras solicitações de avaliação de projetos ao redor do mundo, onde o Brasil, apesar de desigualdade na distribuição

dessas ações em seus Estados, está entre os países mais interessados nas construções sustentáveis.

A preocupação com a sustentabilidade é indicada na lista das categorias de critérios e estudadas no LEED relacionadas a seus impactos no meio ambiente. A redução na utilização de recursos naturais, na emissão de poluentes e de resíduos é quantificada pelo Instituto. Em regra geral:

- redução de 24% a 50% de redução no uso de energia (Turner, C. & Frankel U. 2008)
- redução de 33% (GSA Public Buildings Service. 2008) a 39% (Kats, G. 2003) na de emissão de CO2,
- redução de 40% no uso de água (Kats, G. 2003)
- redução de 70% na produção de resíduos sólidos (Kats, G. 2003)

A Certificação LEED divide os tipos de construção de acordo com a fase, Green Building, Design and Construction para novas construções incluindo obras especiais como hospitais e escolas, Green Interior Design and Construction, para interiores comerciais e de varejo, Green Building Operation and Maintenance para edifícios existentes, Homes para casas e Neighborhood Development para bairros.

As categorias que são aplicadas para avaliação das reduções e reaproveitamento de recursos naturais e projetos se dividem em:

- Terrenos Sustentáveis
- Eficiência Hídrica,
- Energia e Atmosfera
- Materiais e Recursos
- Qualidade do Ambiente Interno.
- Inovação e Processos

Os processos podem ser conferidos pelos pré-requisitos e créditos necessários para que o edifício possa ser avaliado pelo LEED pois apresentam pontos chaves de informação de seu funcionamento para alcançar formas de reduções e reutilização no uso de recursos naturais pretendidas nesse estudo.

A análise se inicia na verificação dos Requerimentos Mínimos do Programa (MPR), que compreendem pontos específicos: como ser construção definitiva (permanente), ter área definida a ser certificada, área maior de 93m², relação mínima da área do 26

edifício com a área certificada é de 2%, e taxa de ocupação mínima relativo a 40hs/semana por pessoa – FTE (uso da área). Outros itens como atender à legislação ambiental local (federal, estadual e municipal) são realizados em qualquer fase do processo de projeto. O requerimento mais importante para confirmação faz ações sustentáveis está no gerenciamento pós-ocupação com o fornecimento dos dados de água e energia por 5 anos, que permitem analisar os impactos da implantação dos sistemas sustentáveis.

Além dos Requerimentos Mínimos, os Pré-requisitos são itens obrigatórios no LEED que complementam a exigência no atendimento aos parâmetros sem as quais a edificação não é passível de análise para certificação. Cada categoria de sistema contem as exigências mínimas em Pré-requisitos para Certificação, assim como as indicações de processos considerados nos Créditos, que constituem pontuação extra, que estão considerados dentro dos itens de eficiência analisados.

Com o atendimento aos créditos que adicionam pontos aos parâmetros obrigatórios as edificações podem alcançar níveis mais altos da Certificação LEED:

Certificado = 40 a 49 pontos, Silver = 50 a 59, Gold = 60 a 79, Platinum = 80 +

Inovações também podem ser propostas e são analisadas pelo Instituto.



Figura 12 - Visão geral de eficiência hídrica no LEED

#### 7.2.1. Eficiência do sistema hídrico no LEED (Figura 12):

Considerando a tendência de consumo de água no mundo atual crescente e insustentável, o LEED divide a análise para eficiência hídrica em três áreas:

- Água interna = utilizada dentro do edifício em sanitários e na cozinha
- Água de irrigação = utilizada para paisagismo
- Água de processo = utilizada em máquinas de lavar roupa e louça e em sistemas de ar condicionado central.

#### Pré-requisitos (obrigatórios):

- Redução de uso de água do exterior = na irrigação
- Redução de uso de água do interior = redução de 2% em relação ao consumo normal da edificação (baseline)
- Medição do uso de água do edifício = para identificar oportunidades de economia itens atendido em projetos específicos e reduzir o consumo de água reduz automaticamente o uso de energia que a aquece.

Em outro patamar da análise estão os créditos, que são pontos extras que a edificação pode acrescentar na pontuação e apresentam melhorias para seu funcionamento. Apesar de opcionais agregam valor ao projeto.

#### <u>Créditos (pontos extras):</u>

- Redução de uso de água do exterior (para paisagismo) (1 a 2) = Utilização de plantas nativas diminuindo necessidade de irrigação. Eficiência de sistema gotejador = 90%, eficiência de splinkers = 65%
- Redução de uso de água do interior (para descargas, lavar as mãos e beber) (7) = Usos de dispositivos para economia de água potável no interior do edifício
- Diminuir uso de água potável para torre de resfriamento (2)

#### 7.2.2. Eficiência de energia no LEED (Figura 13):

A análise da Certificação LEED sobre eficiência energética inicia no projeto com a observação da insolação do terreno visando melhor implantação da edificação. A consideração correta da orientação das aberturas do edifício em localização e dimensões contribui para melhor ventilação e indicação de áreas a serem envidraçadas ou protegidas com elementos de sombra como os brises.

A especificação do envelopamento do edifício é igualmente importante no estudo para reter ou dissipar calor.



Figura 13 - Visão geral de eficiência elétrica no LEED Fonte: USGBC LEED Green Associate Study Guide

Como ferramenta eficiente para o acompanhamento do consumo de energia, o LEED tem como importante premissa o monitoramento do consumo de energia para verificação do desempenho dos sistemas.

Algumas fontes de energia ainda tem pequena disponibilidade no Brasil, como a eólica. Apesar disso, painéis fotovoltaicos que transformam a luz solar em energia elétrica tem sido amplamente utilizados.

As estratégias da Certificação LEED se baseiam em 4 elementos:

- . Demanda de energia (utilização racional)
- . Eficiência energética (uso de equipamentos e parâmetros corretos de projeto)
- . Energia renovável (eólica, fotovoltaica, solar, geotérmica)
- . Desempenho energético contínuo (fornecimento de dados para acompanhamento)

#### <u>Pré-Requisitos</u> (obrigatórios):

- Comissionamento fundamental e verificação = Apoiar o projeto, construção e operação de acordo com os requisitos do proprietário
- Desempenho mínimo de energia = Reduzir os prejuízos ambientais e econômicos do usos excessivo de energia
- Medição de energia do edifício = Apoiar a gestão de energia e identificar oportunidades de economia
- Gerenciamento de gases refrigerantes

# <u>Créditos (não obrigatórios, acrescentam pontuação para aumento do nível da Certificação) :</u>

- Comissionamento avançado (2 a 6)
- Otimizar desempenho energético (16) = Os projetos de energia foram elaborados dentro das normas vigentes com utilização de equipamentos e sistemas eficientes
- Medição de energia avançada(1)
- Resposta a demanda(2) = Participação em tecnologias para tornar os sistemas mais eficientes
- Produção de energia renovável(3) = Uso de sistemas de energia solar e células fotovoltaicas
- Gerenciamento avançado de gases refrigerantes (1)
- Energia verde e compensação de carbono (2)

#### 7.3. Certificação AQUA:

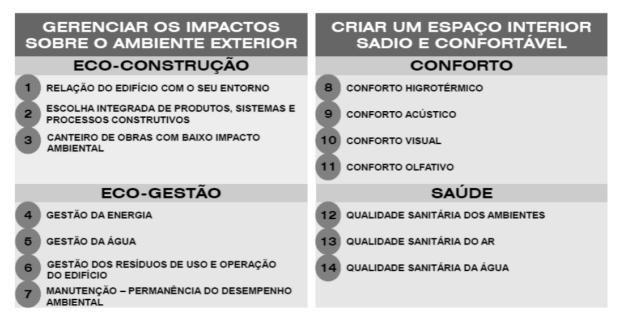
AQUA-HQE (Alta Qualidade Ambiental) desenvolvido pela Fundação Vanzolini em parceria com pesquisadores da Escola de Engenharia de Produção da USP, foi o primeiro sistema brasileiro de certificação ambiental criado para a construção civil em 2007, baseado no sistema francês HQE (Haute Qualité Environnmentale). A Fundação Vanzolini é membro do IQNet (The International Certification Network), rede internacional de entidades certificadoras.

Para implantação da Certificação AQUA devem ser listados os parâmetros relativos ao planejamento do empreendimento detalhando os passos das etapas de projeto com as atividades, interfaces e documentação.

Para a gestão do empreendimento devem ser feitos monitoramentos minuciosos com análises criticas e avaliação da qualidade ambiental do edifício corrigindo o que for necessário. A certificação detalha também a venda de unidades habitacionais

interligando as vantagens dos edifícios certificados à aquisição e manutenção pelo comprador.

O esquema de organização das categorias do AQUA incluem itens específicos sobre o ambiente exterior quanto dos espaços interiores à edificação (Figura 14).



**Figura 14 -** Esquema de organização das categorias do método AQUA (Fundação Vanzolini, 2007)

De acordo com o Referencial Técnico de Certificação para Edifícios Habitacionais, 2013 são 4 itens importantes para edifícios habitacionais: Energia e Economias, Meio Ambiente, Saúde e Segurança, Conforto, subdivididos em 14 categorias:

- 1- Relação do edifício com seu entorno (Local e Construção)
- 2- Escolha Integrada de produtos, sistemas e processos construtivos (Local e Construção)
- 3- Canteiro de obras (Local e Construção)
- 4- Energia (Gestão)
- 5- Água (Gestão)
- 6- Resíduo de uso e operação do edifício (Gestão)
- 7- Conservação e Manutenção (Gestão)
- 8- Conforto higrotérmico (Conforto)
- 9- Conforto acústico (Conforto)
- 10- Conforto visual (Conforto)
- 11- Conforto olfativo (Conforto)
- 12- Qualidade Sanitária dos Ambientes (Saúde)

- 13- Qualidade Sanitária do Ar (Saúde)
- 14- Qualidade Sanitária da Água (Saúde)

A Certificação AQUA caracteriza o desempenho Bom /Superior/Excelente em relação a cada categoria aumentando a pontuação adquirida pela edificação e inclui também a necessidade de atendimento a NBR9050, Norma brasileira de acessibilidade., além de especificações de atendimento à parâmetros de Normas gerais da construção civil.

As considerações sobre os processos a serem adotados sobre a eficiência hídrica indicadas nas certificações serão analisadas no capítulo a seguir, específico para conhecimento dos parâmetros e aplicações nas edificações.

#### 7.3.1. Eficiência do sistema hídrico no AQUA:

Os principais pontos a serem atendidos para gestão da água são:

- Redução do consumo de água potável com instalação de equipamentos econômicos de loucas, metais e medidores,
- Regulamentação do uso da água em áreas comuns e sistema de irrigação,
- Gestão de águas pluviais com aproveitamento para uso em paisagismo e limpeza de áreas comuns,
- Medição individualizada do consumo de água.

A indicação de consumo utilizada pela Certificação AQUA em habitações verticais é de 150L/pessoa/dia com 51 m³/pessoa/ano (considerados 340 dias)

As exigências para certificação no selo AQUA são descritas em minuciosas diretrizes de projeto, similares a normas adotadas pelas Prefeituras para aprovação dos empreendimentos para construção.

#### 7.3.2. Eficiência de energia no AQUA

Os seguintes processos são indicados na certificação AQUA como parâmetros principais para gestão de energia:

- Redução do consumo de energia por meio da concepção arquitetônica para melhoria da aptidão do edifício para reduzir as necessidades de energia e o desperdício.
- Uso de energia renováveis locais.

- Redução do consumo de energia primaria não renovável, com estudo térmico para controle de temperatura interna e estudo energético com uso de equipamentos com selo Inmetro , Procel.
- Controle da eficiência energética com medição e/ou sub-medição, controle de energia controle do consumo de energia nas áreas comuns na iluminação; produção de água quente com equipamentos adequados,
- Uso de painéis solares ou fotovoltaicos.
- Uso de elevador econômico.

Assim como para redução do consumo de água, a Certificação AQUA indica diretrizes para elaboração de projetos como os Códigos de Obra das cidades para aprovação dos empreendimentos.

#### 7.4. Etiquetagem de edificações no Brasil – Eficiência Energética:

No Brasil, O Ministério do Meio Ambiente através do PBE Edifica em parceria com o INMETRO e Procel, criou em 2009 o selo ENCE (Etiqueta Nacional de Conservação de Energia). Com procedimentos necessários reunidos no RTQ-C (Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos).

Com parâmetros detalhados a partir de 2010 para edificações residenciais, o manual do ENCE contém descrição das melhores práticas sustentáveis com cálculos para balizar as informações.

Informações relevantes da etiqueta ENCE organizada pelo LabEEE da UFSC (Universidade Federal de Santa Catarina) mostram os principais aspectos a serem considerados para análise das edificações.

O Selo ENCE UH para edificações residenciais, classifica o nível de eficiência da edificação, considerando a análise de sua envoltória para verão e inverno e a medição de água e energia como forma de controle do consumo (Figura 15).

O ENCE Edificação Multifamiliar especifica avaliação da eficiência energética do edifício como um todo (Figura 16).

O ENCE áreas comuns consta de verificação do nível de eficiência de iluminação, consumo de bombas e equipamentos como elevadores e sistemas de aquecimento. (Figura 17).

Como fator relevante para a eficiência energética de uma edificação, o acompanhamento dos sistemas é imprescindível no processo de uso e operação.

### ENCE UH: Edificações residenciais

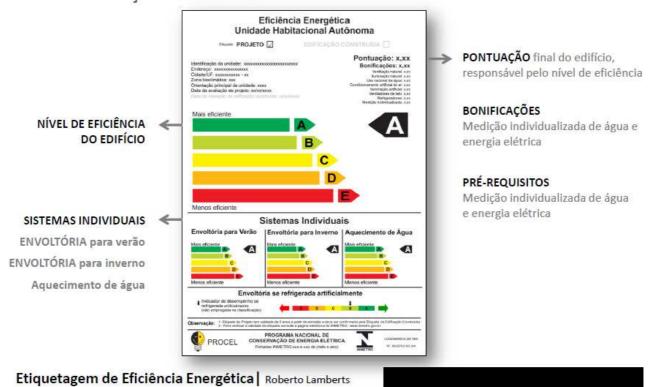


Figura15- ENCE UH – Edificações Residenciais (fonte: LabEEE – UFSC)

#### ENCE Edificação multifamiliar: Edificações residenciais

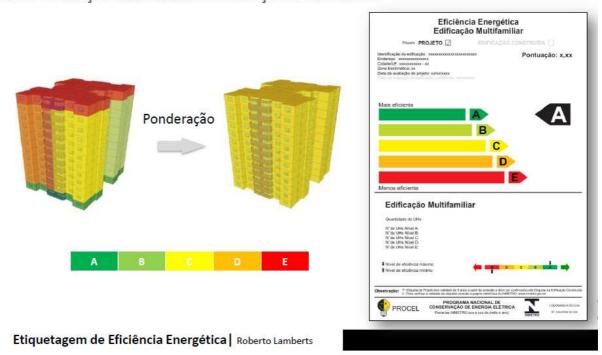
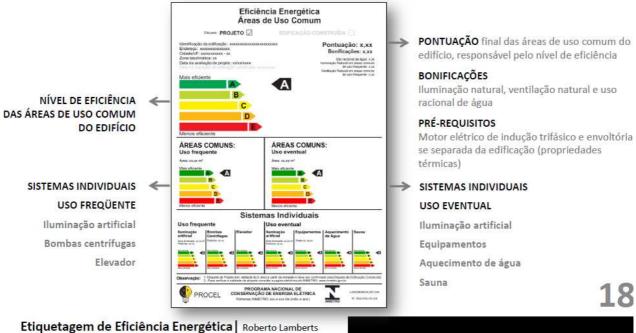


Figura 16- ENCE Edificações Residenciais Multifamiliares (fonte: LabEEE – UFSC)

## ENCE Áreas de uso comum: Edificações residenciais



**Figura17 -** ENCE Edificações Residenciais – áreas comuns fonte: LabEEE – UFSC

# 8. SISTEMAS RELEVANTES para REDUÇÃO de CONSUMO e REUSO DE ÁGUA:

Nas duas Certificações apresentadas como referência há pontos em comum para implantação de sistemas sustentáveis na gestão da água e devem ser indicados considerando a inserção de alternativas para redução e reuso do recurso desde o projeto. Um bônus trazido pela redução do uso da água é a economia de energia, utilizada para seu aquecimento com a utilização de placas de aquecimento solares e painéis fotovoltaicos.

Alguns sistemas são eficazes para alcançar a redução de consumo de água em edificações, como a medição individualizada, a coleta de água pluvial e o reuso de águas cinzas, esse último ainda pouco utilizado por se tratar de implantação com maior custo.

Perdas na distribuição por vazamentos também fazem parte de um programa de manutenção de um edifício, importante instrumento para manter o sistema em dia e evitando desperdícios.

#### 8.1. Projetos:

O sistema de projeto integrado possibilita que desse os primeiros estudos das edificações se tenha conhecimento da necessidade do volume de água para atendimento da demanda que pode ser suprida pela coleta de água pluvial. A indicação de uso de caixas de coleta deve fazer parte integrante do projeto hidráulico inicial para que corresponda aos objetivos possíveis de utilização e seja parte do sistema da edificação.

O projeto de paisagismo do edifício também pode auxiliar a redução do consumo de água com especificações de plantio de plantas nativas que necessitem de menor índice de irrigação.

#### 8.2. Equipamentos para redução do uso de água :

As especificações em projeto de dispositivos que auxiliam na redução do uso de água nos condomínios como torneiras com sensores, válvulas de descarga com comando duplo, chuveiros com dispositivos de aeração são alguns dos itens disponíveis no mercado e facilmente incorporados às obras (Figura 18).

Nas descargas dos vasos sanitários são utilizadas válvulas de duplo acionamento, que de acordo com os fabricantes utilizam metade da vazão de água para líquidos.

Os vasos com caixa acoplada, responsáveis por economia nas descargas, tem maior utilização nas obras atuais por apresentar modelos em todos os segmentos.

O uso de torneiras e chuveiros eficientes, com sensores, aeradores ou temporizadores, são dispositivos comuns em vestiários, salões de festas e áreas destinadas aos funcionários do condomínio. No interior dos apartamentos ainda há resistência dos proprietários com esses equipamentos, seja pelo costume de uso com maior vazão de água, seja pela pouca opção de modelos disponíveis no mercado ainda mais associados a áreas comerciais.

Para análise da quantidade de economia de água a certificação LEED utiliza parâmetros em relação a uma referência tida como básica que representa as taxas de vazão e descarga da EPAct 1992 (Energy Policy Act de 1992) do EPA (Environmental Protection Agency) dos EUA. Para atendimento ao pré-requisito de redução de consumo interno a mesma deve ser no mínimo de 2% em relação aos números abaixo. Para crédito extra é preciso aumentar a economia de água em relação à proposta básica.



**Figura 18** – Louca, Metais e Chuveiros com dispositivos redutores de consumo. Fonte: imagens da Internet

Considera-se como *baseline*: vazão de torneiras (incluídas torneiras de cozinha) é utilizado 2,2gpm (galão por minuto) (= 0,138 litros/segundo) e chuveiros 2,5gpm (galão por minuto) (= 0,157 litros/segundo).. Vazão de água nos vasos sanitários é de 1,6 galão/descarga (= 6 litros/segundo) e para mictórios de 1,0 galão/descarga.

Em paralelo, encontramos no Referencial Técnico de Certificação do AQUA indicações de consumo para os aparelhos e metais sanitários em litros/segundo:

Torneira de pia até 60kpa	0,23 litros/segundo
Torneira de pia de 130 a 300 kpa	0,42 litros/segundo
Torneira de uso geral/tanque	0,26 litros/segundo
Torneira de uso geral/tanque 150 a 300 kpa	0,42 litros/segundo
Ducha (água quente/fria) até 60kpa	0,19 litros/segundo
Ducha (água quente/fria) 150 a 300 kpa	0,34 litros/segundo
Vaso com caixa acoplada	6,8 litros /descarga

As informações sobre equipamentos com certificação de economia de energia são disponibilizadas pelos fornecedores através dos selos verdes.

Em geral, o custo de aquisição de metais com funções de economia de água não é maior que os tradicionais, a variação se dá pela diferenciação de modelos e acabamentos. O foco desses itens ainda tem seu uso mais restrito às edificações comerciais e de serviço.

Caberia ao governo instituir benefícios aos fornecedores para fabricação de dispositivos com direcionamento de economia de recursos, que atrelado a campanhas de conscientização da população comprovadamente com maior consumo de água, possibilitasse a disseminação da consciência sustentável.

#### 8.3. Coleta de águas pluviais :

Um dos instrumentos mais eficientes para redução da demanda de água tratada em condomínios é o aproveitamento da água pluvial, que aparece como fonte alternativa com baixo custo de captação em relação a outros processos. Contudo, é diretamente dependente do índice pluviométrico da região, que deve ser analisado no projeto hidráulico inicial com a previsão do reservatório observando a capacidade de armazenamento adequada ao gasto relativo.

As utilizações mais indicadas são a irrigação das áreas verdes e limpeza das áreas comuns, maiores consumidores de água em edifícios residenciais. Outras finalidades como o uso para descarga em vasos sanitários podem ser feitas pelo reuso de água cinza também. Tanto na distribuição da água potável quanto no reuso de águas cinza é obrigatório que a rede seja totalmente separada da rede de água

potável. Para o reuso de águas pluviais devem ser considerados cuidados com a filtragem e o armazenamento (Figura 19).

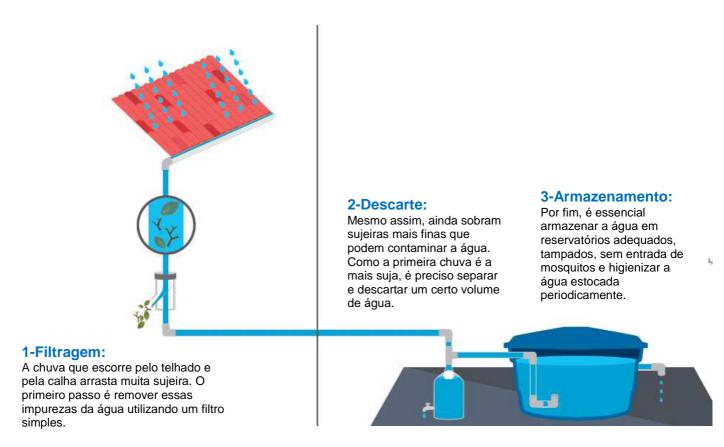


Figura 19 :- Manual para captação emergencial e uso doméstico de água de chuva fonte: IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas

Seu uso em limpeza de áreas comuns da edificação e irrigação no paisagismo diminui consideravelmente a demanda de água no condomínio. Os reservatórios devem ser calculados para o armazenamento considerando os níveis pluviométricos da região em relação à sua capacidade. Para a execução dos reservatórios devem ser observadas as normas e os mesmos cuidados que com os de água potável, possibilitando o aproveitamento da água de chuva corretamente.

Cardoso (2009), citado por .Chaib (2016) transcreve uma pesquisa feita com moradores de Belo Horizonte sobre a utilização de água de chuva para substituição parcial da água potável fornecida pela concessionária constatando que, apesar de alegarem ter consciência ambiental, faltava espaço, dinheiro e conhecimento sobre o sistema. As respostas incluíram também que um programa de incentivo poderia aumentar o interesse pela implantação de sistemas sustentáveis. Na mesma pesquisa foi registrada economia de até 62% de água potável por utilização de água pluvial variando conforme a região da cidade.

Aparentemente limpa, a água de chuva apresenta sujeira do telhado e calhas, não podendo ser consumida para ingestão como água potável e deve ser armazenada em reservatórios adequados e tampados.

Para armazenamento deve-se descartar a primeira água que traz detritos presentes no telhado (para cada 1m2 de telhado deve ser descartado 1 litro de água) e é indicada a instalação de um filtro simples (com tela) antes da entrada no reservatório. A água de chuva nunca deve ser misturada ao reservatório de água potável, entretanto, os reservatórios devem ter o mesmo cuidado de instalação dos outros.

A coleta correta da água pluvial deve ser somente da originada do telhado, depois de escoar pelo piso ou vinda de alagamentos apresenta alto nível de contaminação.

O uso desse sistema permite também a redução do descarte pela rede urbana de drenagem pluvial minimizando as enchentes dos centros urbanos. Entretanto, como objetivo exclusivo para esse fim a caixa de retenção utilizada deve permanecer vazia e não se enquadra nesse sistema.

Para auxiliar na conscientização da população sobre o reuso de água pluvial ações podem se originar nos governos com campanhas de esclarecimento sobre o sistema atrelado a uma politica de compensações por volume economizado. Chaib (2016) divide a análise das ações para economia de água em edificações em financeiro, interesse dos investidores e econômicos, onde são incluídos o social e interesse coletivo.

O custo de instalação de um sistema de coleta de água pluvial depende das dimensões dos reservatórios e da rede de distribuição necessária para atender o objetivo e deve ser dimensionado no projeto hidráulico inicial para tomada de decisões.

#### 8.4. Reuso de água cinza:

Classificadas como águas cinza, provenientes de banhos (chuveiro e banheiras), lavagem de cozinha e banheiros, tanques de lavar roupas e lavadoras de roupas, são provenientes de limpeza contendo resíduos químicos (sabões, etc.), sólidos (terra, etc.), gorduras, óleos e graxas (Ercole(2003), citado por Braga(2009)). Mesmo sem uma classificação unânime universal de sua composição, seu reuso deve se

dar após tratamento adequado (decantação, filtragem e desinfecção) visando a próxima destinação.

Esse sistema é pouco utilizado em edificações residenciais por seu maior custo de implantação em decorrência do tratamento necessário e separação obrigatória da rede de água potável originária das concessionárias para distribuição. No entanto, deve se considerado para estudo de viabilidade em condomínios maiores onde esse custo pode ser diluído pelo maior número de apartamentos.

Classificadas como outro tipo de água residuária estão águas negras, oriundas de vasos sanitários, que não serão incluídas nesse estudo por sua reutilização obrigar a implantação de ETA (Estação de tratamento de água) com custo inviável para edificações residenciais.

É importante pontuar que o tratamento para a destinação do reuso das águas cinza é variável de acordo com seu objetivo e devem ser descriminados no projeto sem desvio posterior de sua função. Águas para lavagem de piso e irrigação exigem tratamento diferenciado das reutilizadas para uso industrial ou na agricultura.

Mudanças de atitude em relação ao consumo de água podem ser assimiladas automaticamente pelos investidores e usuários se implantadas na fase da construção, contudo, é preciso verificar as Normas e Leis locais que podem ser mais restritas que as apresentadas em âmbito federal em relação às exigências de qualidade para cada processo.

Assim como para a coleta de água pluvial, o entendimento do processo de reuso de águas cinza deve incluir a economia financeira no custo mensal ao logo do ciclo de vida da edificação, apresentando vantagens para os usuários com consequente valor agregado para venda das unidades.

#### 8.5. Medição Individualizada:

O sistema padrão de instalação hidráulica para abastecimento das unidades residenciais impede a percepção do gasto de cada apt. e não propicia a visualização da diferença de custo entre eles. Somente com o monitoramento do consumo de água nas edificações multifamiliares residenciais, o uso nas áreas comuns apresenta uma redução média de 30% e nas unidades individuais chega a 50% (Coelho, 1999).

A resistência por parte dos construtores e investidores para implantação do sistema individualizado de medição está no custo dos hidrômetros, que são mais altos que a medição conjunta (Foletto, 2008). Confirmado posteriormente em resultado apresentado por Guedes (2015) em artigo no VI Congresso brasileiro de Gestão Ambiental, a implantação do sistema de medição individual de água fica em torno de 18% mais alto, sendo que apresenta uma variação para cima se instaladas válvulas de redução de pressão.

Entretanto, com a constatação da escassez de água, os governos tem se movimentado na criação de Leis Municipais em cidades como São Paulo, Recife, Brasília e Goiânia. De maior abrangência, a Lei federal 13.312 já em vigor como orientação, obrigará o uso dos sistemas de redução de uso de água potável para novas edificações a partir de 2021 (ANA), privilegiando a redução sobre o custo dos sistemas. Pela avaliação do consumidor, a medição individualizada se tornou item de valor agregado quando a família tem poucos membros.

No caso de reformas de edificações, a viabilidade de instalação de sistemas de redução de uso de água potável pode ser questionada pelo custo mais alto que o valor dos benefícios em decorrência do número de prumadas na edificação, além de dificultar a medição mensal nas áreas internas dos apartamentos.

#### 8.6. Redução do uso de água no paisagismo :

O uso eficiente de água no paisagismo é um fator indispensável na redução de consumo e desperdício nos condomínios. Equipamentos que auxiliam na irrigação com demanda de menor volume de água são encontrados com diversidade no mercado. Sistemas de irrigação por gotejamento e sensores de chuva instalados em redes automáticas que só são acionadas com o solo seco auxiliam no resultado de economia esperado.

Aliado aos procedimentos anteriores, a escolha cuidadosa das plantas propicia manutenção com menor uso de água quando são especificadas espécies adequadas ao clima da região. A variedade de plantas disponíveis permite aos profissionais agregar plantas que mantenham o custo da implantação do paisagismo dentro do planejado.

# 9. SISTEMAS RELEVANTES para REDUÇÃO de USO e GERAÇÃO DE ENERGIA:

A análise dos sistemas e equipamentos de economia de energia válidos para serem utilizados em edificações habitacionais multifamiliares será baseada em parâmetros das certificações LEED e AQUA, que contém importantes pontos em comum.

#### 9.1. Projetos:

A definição das premissas de projeto é o ponto de partida para a eficiência dos sistemas propostos. O desenvolvimento dos projetos com a integração de profissionais das várias especialidades envolvidas possibilita a análise conjunta de soluções contribuindo para a diminuição do uso de energia de concessionárias.

Para alcançar eficiência energética nas edificações residenciais multifamiliares, o primeiro cuidado da arquitetura deve ser a implantação da edificação no terreno, na observação da sua relação com o entorno e com a orientação solar.

A composição da alvenaria de fechamento das edificações e as especificações de revestimentos aliadas ao estudo de cores permitem adequada reflexão ou absorção do calor proporcionando ao interior das edificações maior conforto ambiental.

Áreas de iluminação natural com aberturas de dimensionamento adequado contribuem para minimizar os efeitos da carga térmica sobre a edificação, consequentemente diminuindo a necessidade de resfriamento mecânico. Elementos auxiliares como brises são ferramentas para as correções necessárias. Apesar do consumo de energia elétrica no Brasil ter pouca relação com a refrigeração residencial, dados da pesquisa do IBGE de 2000, citada por Tavares(2006), indica, que aparelhos de ar condicionado estavam presentes em 7,5% das residências brasileiras.

O tipo de vidro utilizado também colabora para a manutenção ou dissipação do calor dentro das edificações, contudo, sistemas mais eficientes de esquadrias apresentam custo mais elevado e devem se avaliadas em projeto.

As coberturas das edificações são grandes fontes de cargas térmicas. Como auxiliar na dissipação do calor estão disponíveis no mercado telhas com finalidade termo acústicas, além de alternativas como a utilização de telhados verdes. No entanto, essa solução traz outras demandas como impermeabilização e controle de pragas. Outras considerações a serem ponderadas são as dimensões de área e a solução

proposta do paisagismo que podem contribuir para a necessidade de reforço da estrutura da edificação e torna imprescindível que a adoção dessa proposta seja feita no planejamento do empreendimento. Na opção do paisagismo como controle térmico ainda podem ser propostas fachadas verdes, que assim como a cobertura traz a necessidade de cuidados com a escolha dos revestimentos e a proteção das vedações externas com impermeabilização.

Importante na fase de projeto com o objetivo de tornar eficiente o processo de operação e manutenção do edifício são as especificações de revestimento e equipamentos. A seguir a identificação dos principais sistemas que podem ser implantados em edificações residenciais multifamiliares visando economia de energia.

#### 9.2. Painéis solares e fotovoltaicos:

No mercado são encontrados mecanismos disponíveis como alternativas ou complemento da energia fornecida pelas concessionárias. São sistemas mais automatizados que os utilizados para a água, como os painéis solares que transformam a energia solar em energia térmica (em edificações residenciais é solução eficiente para aquecimento de água) e os painéis fotovoltaicos (transformam energia solar em corrente elétrica) e apresentam custo mais alto que o primeiro.

O uso de painéis solares térmicos (para aquecimento de água) deve atender aos pré-requisitos para o sistema de aquecimento solar estabelecido pelo regulamento RTQ-R para o nível de eficiência energética de edificações residenciais publicado pelo Inmetro/Procel.





Figura 20 - Placas de paineis solares térmicos Fonte: imagens da Internet

Uso de painéis solares fotovoltaicos (para produção de eletricidade) com a geração de energia renovável vem se difundindo, inclusive sendo utilizados como parte dos elementos de fachadas.





**Figura 21** - placas de paineis solares fotovoltaicos em coberturas Fonte: imagens da Internet



**Figura 22 -** Placas de paineis solares fotovoltaicos em fachadas Fonte: imagens da Internet

A quantidade de placas para atingir a geração de energia esperada para a edificação depende do objetivo pretendido, para aquecimento de água são

necessárias mais unidades de painel térmico proporcionalmente do que de painéis fotovoltaicos para outros fins.

Com a fusão dos dois dispositivos acima, já estão disponíveis no mercado painéis solares híbridos, utilizando a captação de energia solar para simultaneamente aquecimento de água e geração de energia. Para adoção do sistema mais adequado deve ser feito um levantamento do perfil dos usuários das edificações e da finalidade do uso dessa energia gerada por esses equipamentos.

#### 9.3. Monitoramento dos sistemas elétricos:

As manutenções dos sistemas elétricos devem ser detalhadas em manuais de uso e operação das edificações para monitoramento do consumo permitindo o acompanhamento de desempenho dos sistemas implantados.

No caso de edificações certificadas, a informação dos dados é obrigatória por 5 anos para a manutenção do Selo, confirmando no monitoramento a economia prevista dos recursos.

Em paralelo, o planejamento indica a periodicidade das verificações acionando procedimentos para manutenções preventivas e evitando o desperdício.

#### 9.4. Equipamentos com eficiência energética:

Os elevadores contribuem com grande parcela do gasto de energia em edificações residenciais multifamiliares, entretanto, a indústria é atenta à demanda do mercado e apresenta continuo desenvolvimento de equipamentos com características que reduzem consideravelmente o custo de operação. Com tecnologia que permite diminuir percursos desnecessários, a indústria usou de tecnologia avançada que além da economia de energia, reduz o desgaste do equipamento.

Para o consumo de energia dos elevadores foram criadas diretrizes pela Associação Alemã de Engenheiros em março de 2009 com a Certificação VDI de eficiência energética com parâmetros que pode promover redução de consumo em até 70% da energia total consumida por uma edificação (Figura 23).

Além da redução no consumo de energia, os elevadores podem contribuir com sistema regenerativo funcionando como geradores devolvendo à rede a energia gasta em forma de eletricidade. Medições feitas pela fabricante Thyssenkrup no

prédio Eldorado Business Tower, em São Paulo, indicam economia de 35% com o sistema.



**Figura 23** - Classificação de eficiência energética nos elevadores Fonte: Congresso Brasileiro de Eficiência Energética, 2016

Mais familiar ao consumidor final, a indústria de eletrodomésticos foi uma das primeiras a se adequar à demanda de equipamentos de baixo consumo de energia através de selos de eficiência energética. O uso de aparelhos que comprovadamente apresentam menor consumo de energia é relevante para a redução de consumo nas edificações residenciais e são identificados pelo consumidor como uma ferramenta valiosa.

#### 9.5. Eficiência energética na iluminação:

O uso de dispositivos para economia de energia em residências está disseminado entre os usuários. A procura por lâmpadas LED, o uso de sensores de presença, temporizadores, uso de sensores fotoelétricos para dia/noite, tem como objetivo a redução da demanda do recurso com consequente utilização de aparelhos com maior durabilidade.

A disponibilidade no mercado de dispositivos eficientes permite que desde o projeto se faça avaliação de custo para implantação desses sistemas. A utilização de sensores de presença em áreas comuns de condomínios apresenta resultado comprovado no valor mensal da energia consumida.

Pesquisas elaboradas para atendimento de fornecimento de energia mostram que há diferenças de consumo entre as classes econômicas dos usuários, quanto mais alto o nível financeiro maior é o gasto de energia comprovado pela instalação de mais equipamentos – aquecimento de piscina, sauna, etc.

No que diz respeito às áreas internas dos apartamentos, a ação mais considerada pelos moradores é a troca de lâmpadas comuns e fluorescentes por LED (Figura 24), entretanto, é preciso observar que o resultado varia de acordo com a escolha da potência pretendida. Sem a verificação dessa equivalência o objetivo de redução no custo mensal pode não ser alcançado. Aliada à economia há a vantagem da durabilidade das lâmpadas LED, que tem apresentado redução de custo significativo em relação à sua disponibilidade inicial, permitindo acesso mais amplo ao produto.



Figura 24 - Lâmpadas Led disponíveis no mercado.

### 10. CONSIDERAÇÕES FINAIS:

A prerrogativa dos profissionais da área e das empresas construtoras no entendimento da importância da correta utilização dos recursos naturais pode detectar ações para viabilizar a implantação de sistemas de economia de recursos naturais. Com a seleção das melhores práticas sustentáveis para construções, edifícios residenciais podem ser considerados integrados ao meio ambiente com reflexo ao longo prazo na melhoria da qualidade de vida da população.

Foram identificados sistemas que agregam valor às construções residenciais multifamiliares tendo como base parâmetros adotados em certificações sustentáveis com consequente diminuição de custo mensal, mas ainda não percebidos pelos 48

investidores e usuários como valor agregado. No ciclo de vida útil da edificação, a percepção para o consumidor final depende da disponibilidade dos recursos na natureza constatando o aumento de custo sazonal, ficando visível a necessidade da economia.

A tecnologia utilizada em aparelhos e equipamentos objetivando redução de água e energia auxilia na implantação de soluções eficazes. A instalação de equipamentos de economia de água e energia traz benefícios com soluções aplicáveis e assimiláveis na realidade das obras. Contudo, o resultado não se restringe à implantação, é necessário que a operação dos sistemas seja acompanhada para que o resultado das ações seja percebido pelos usuários.

Apesar de necessário um tempo para recuperação do investimento de alguns equipamentos com custo ainda elevado para os padrões do mercado tradicional, a ótica principal dessa visão é o entendimento de que os recursos disponíveis estão em franca diminuição pela própria disponibilidade no planeta.

Após o estudo dos parâmetros e a realidade verificada atualmente é possível dividir a conscientização sustentável em dois patamares visando a economia dos recursos propostos:

- 1- Em relação à água, a redução do consumo é parte do primeiro passo do processo com a conscientização da finitude do recurso. O entendimento da consequência da escassez de água no dia a dia leva a reflexão da necessidade de ações simples como diminuir o tempo de duração de banhos de chuveiro. Com essa atitude enraizada, o entendimento para uso de soluções como a coleta de água pluvial passam a fazer parte da importância da manutenção do funcionamento dos sistemas e não só sua implantação. É sabido que um dos maiores problemas das edificações no país é sua falta de manutenção.
- 2- Assim como para a água, o processo de economia de energia se inicia com a aceitação do uso de aparelhos simples como sensor de presença e a troca de lâmpadas para tecnologia mais atuais. O chuveiro é um exemplo comum aos dois recursos, água e energia, e a conscientização no uso atinge duas frentes de economia. No entanto, a geração de energia através de painéis solares e fotovoltaicos exige disposição de investimento e planejamento de manutenção

adequado e se encontra em um segundo patamar, quando já existe a conscientização e entende-se a necessidade de um esforço extra.

Apesar da globalização promovida pela Internet promover o acesso a informação e tecnologia, em um país de grandes dimensões como o Brasil, a disponibilidade dos recursos estudados aqui é bem diferente. A despeito dessa realidade, é relevante a criação da consciência sustentável em todos os níveis onde cada segmento possa assimilar uma mudança de paradigma como ferramenta para a melhoria da qualidade econômica, financeira e social da vida humana.

#### 11. BIBLIOGRAFIA

ABNT, **NBR 5626**: Instalação predial de água fria. Associação Brasileira de Normas Técnicas.

ANEEL, Agencia Nacional de Energia Elétrica – Programa de Eficiência Energética – PEE, **Revista de Eficiência Energética**, Brasília, junho 2017.

ANEEL, SMA - Agencia Nacional de Energia Elétrica (Brasil) **A sua conta de luz por sua conta** / Agencia Nacional de Energia Elétrica – Brasília, 2001

Barros, A. Quais são as barreiras e os benefícios da certificação ambiental LEED e AQUA? Dissertação Mestrado em Engenharia Civil - EESC/USP, 2011.

Barroso, Luís Pedro M. Construção sustentável – Soluções comparativas para o uso eficiente da água nos edifícios de habitação 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2010

Batista P.D. de S. **Medição e controle de consumo de água em instalações prediais -** Dissertação de Mestrado - Escola de Minas – UFOP, Ouro Preto, 2013

Bernardino C.S., Mayra; Salgado, M.S. O papel do usuário na manutenção da qualidade ambiental: estudo de caso em edificação certificada LEED - Universidade Federal do Rio de Janeiro – Brasil. ENTAC – Encontro Nacional de tecnologia do ambiente construído, Juiz de Fora, MG, 2012

Braga, Elizeth Duarte, **Estudos de reuso de água em condomínios residenciais**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Energia) — Universidade Federal de Itajubá, MG, 2009

BRASIL, **Panorama do enquadramento dos corpos d'água no Brasil e panorama da qualidade das águas subterrâneas no Brasil**. Coordenação geral: Joao Alberto Lotufo Cornejo.

BRASIL. Lei no 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Brasília. 2007.

Campos, M.A.; Ferrão, A.M.deA.; Engenharia de Empreendimentos Sustentáveis: classes de uso e níveis de certificação dos empreendimentos certificados no Estado de São Paulo. Artigo na Revista Eletrônica de Engenharia Civil, vol. 14, no. 1, 191-203. 2018.

Chaib, Erick Brizon D Angelo. **Avaliação de estratégias para redução do consumo de água de abastecimento como meio de diminuição da pressão sobre os recursos hídricos.** Tese (Doutorado em Saneamento) UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016

Coelho, a. c.; Maynard, j.c.b. **Medição individualizada de água em apartamentos.** Recife: Editora Comunicarte, 1999.

Coordenação executiva: Marcelo Pires da Costa, Jose Luiz Gomes zobi, Brasília, ANA, 2007.

Cordeiro, R.B.; Junior, A.R.. Custos e benefícios com o reuso da água em condomínios residenciais: um desenvolvimento sustentável. Artigo, 2011.

Dantas, Carlos Tadeu. **Análise dos custos de implementação do sistema de medição individualizada em edifícios residenciais multifamiliares** – Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003

Deivis Luis Marinoski (1); Enedir Ghisi (2); Luis Alberto Gómez (3) **Aproveitamento** de água pluvial e dimensionamento de reservatório para fins não potáveis: Estudo de caso em um conjunto residencial localizado em Florianópolis-SC.

**Diagnostico dos serviços de água e esgotos - 2016**, Secretaria nacional de Saneamento Ambiental, Ministério das Cidades, Brasília, 2018

Eurostat (2009). Panorama of energy - Energy statistics to support EU policies and

**Eurostat regional yearbook (2007).** Consumers in Europe - Facts and figures on services of general

**Eurostat regional yearbook (2007).** Eurostadt Statistical Books. Eurostadt. European Commission.

Fiori, S.; Fernandes, V.M.C.; Pisso, H. **Avaliação qualitativa e quantitativa do reuso de águas cinzas em edificações.** Artigo na Ambiente Construido, Porto Alegre, 2006.

Franceschini E.L.; González , M.A.S.; Kern A.P. **Análise dos custos no ciclo de vida útil de dois sistemas residenciais de aquecimento de água** – ENTAC 2010 (Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construido. out2010, Canela RS

GO Associados – Trata brasil, Saneamento e Saúde. **Perdas de água 2018 (SNIS 2016) Desafios para disponibilidade hídrica e avanço da eficiência do saneamento básico. São Paulo, 2018** 

Godoi, Bruna Canela de Souza – Requisitos de sustentabilidade para o desenvolvimento de projetos residenciais multifamiliares em São Paulo. Dissertação de Mestrado em tecnologia da Arquitetura. Faculdade de Arquitetura e urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

Godoi, Bruna Canela de Souza. **Requisitos de sustentabilidade para o desenvolvimento de projetos residenciais multifamiliares em São Paulo.** Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – FAUUSP, São Paulo, 2012

Haverá a idade das coisas leves: design e desenvolvimento sustentável – organizado por Thierry Kazazian ; tradução de Eric Roland Rene Heneault. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2005

Hernandes, T. Z.. **LEED-NC como sistema de avaliação da sustentabilidade: uma perspectiva nacional?** Dissertação Mestrado em Arquitetura. FAU- Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, USP, 2006.

Holanda, Marco A.A.G.. **Medição individualizada em edifícios residenciais: controle e redução do consumo de água potável**. Dissertação de Mestrado, Universidade Católica de Pernambuco, Recife, 2007.

I Conferência Latino-americana de Construção Sustentável - X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído - 18-21 julho 2004, São Paulo.

IBGE - Artigo - Brasil consome 6 litros de água para cada R\$1 produzido pela economia, Brasília, 2018.

Junior, José Vieira de Figueiredo. Custo da água com vistas à sustentabilidade dos sistemas urbanos de abastecimento. Tese (Doutorado em Gestão em Recursos Hídricos) Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, 2008.

Lamberts, R. – LabEEE UFSC. **A Etiquetagem de Eficiência Energética em Edificações e suas Vantagens.** UFSC (Universidade Federal de Santa Catarina), Santa Catarina.

Librelotto, Lisiane Ilha. Modelo para Avaliação da Sustentabilidade na Construção Civil nas dimensões Econômica, Social e Ambiental (ESA): Aplicação no Setor de Edificações. Tese de Doutorado — Programa de Pósgraduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, março de 2005.

LNEG - Construção sustentável: Oportunidade e Boas Práticas . Ana Paula Duarte. Laboratório Nacional de energia e geologia. Semana europeia da Energia Sustentável, Portugal, 2011

M. L. Oliveira a, C. B. da Silveira b, O. L. G. Quelhas c V. J. Lameira d - Análise da Aplicação da Certificação AQUA em Construções Civis no Brasil. Cleaner Production Iniciatives and challenges for a Sustainable World, 3rd. International Workshop Advances in Cleaner Production. São Paulo, Brazil, May 18th-20th – 2011.

Manual para captação emergencial e uso doméstico de água de chuva. Luciano Zanella, São Paulo, IPT, Instituto de Pesquisas Tecnologicas Do Estado de São Paulo, 2015.

Marcel Bursztyn (org.) Desafios ao novo século – Cortez Editora. São Paulo, 2005.

MENKES, MONICA Eficiência energética, políticas públicas e sustentabilidade, (UnBCDS, Doutor, Desenvolvimento Sustentável, 2004). Tese de Doutorado – Universidade de Brasília. Centro de Desenvolvimento Sustentável.

MMA - Agenda 21 Brasileira: resultado da consulta nacional / Comissão de Politicas de Desenvolvimento Sustentavel e da Agenda 21 Nacional. 2. Ed. Brasília: Ministério do meio Ambiente, 2004.

MMA - Água, um recurso cada vez mais ameaçado. Ministério do Meio Ambiente, Brasil.

MMA – ANA - A Água no Brasil e no Mundo - Água! Gota a gota está se tornando um recurso escasso e mal distribuido. Publicação do Ministerio do Meio Ambiente, ANA (Agencia Nacional de Águas), Brasilia. 2003

MMA, Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental – Departamento de Mudanças Climáticas. **Eficiência Energética – Guia de etiquetagem para** 

edifícios, vol2, Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C)

MME - Anuário Estatistico de Energia Elétrica 2017, ano base 2016. Ministério das Minas e Energia, Brasil, 2017.

Neves G.F.; Lima .M.V.A. Aproveitamento de água pluvial em edificações residenciais multifamiliares na cidade de águas claras- distrito federal Universidade Católica de Brasília. Brasília. 2014.

Oliveira M.L., Silveira C.B.da, Quelas O.L.G., Lameira V.J.. **Análise da aplicação da certificação AQUA em construções civis no Brasil,** "Cleaner production initiatives and challenges for a sustainable world". 3<sup>RD</sup> international workshop advances in cleaner production. São Paulo – Brazil, 2011

PARDINI, Andrea Fonseca. Contribuição ao entendimento da aplicação da certificação LEED e do conceito de custos no ciclo de vida em empreendimentos mais sustentáveis no Brasil, Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – UNICAMP, Campinas, 2009.

Processo ACQUA – Construção Sustentável - Referencial técnico de certificação "Edifícios Habitacionais – Processo ACQUA" © FCAV – 2013 - Versão 2 - Fundação Vanzolini em cooperação com CERQUAL (Certification Qualité Logement). São Paulo, 2013.

**Referencial técnico de certificação - Processo AQUA,** Construção Sustentável, Edifícios Habitacionais, 2013, versão 2. Fundação Vanzolini em cooperação com Cerqual, São Paulo.

Roberto Lamberts – A Etiquetagem de Eficiência energética em Edificações e suas vantagens – LabEEE, Universidade Federal de Santa Catarina.

Rosa, L. P.. **Tendência mundial do consumo, produção e conservação de energia – o meio ambiente e os avanços tecnológicos.** Revista Brasileira de energia, vol.1, no.3. SPBE, Sociedade Brasileira de Planejamento Energético.

Santo, H.M.I.do E. – **Procedimentos para uma certificação da construção sustentável**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil – Reabilitação de Edifícios) – Monte de Caparica, Universidade de Nova Lisboa, Portugal, 2010.

Tavares, Sérgio Fernandes. **Metodologia de análise do ciclo de vida energético de edificações residenciais brasileiras,** Tese (Doutorado em Engenharia Civil) UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006

Tecnologias Sustentáveis na Habitação Multifamiliar e os impactos no modo de vida Departamento de Arquitetura e Urbanismo, UFV, Brasil VI Encontro Nacional e IV Encontro Latino-americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis - Vitória – ES - BRASIL - 7 a 9 de setembro de 2011.

TELLO, Rafael. Guia CBIC de boas práticas em sustentabilidade na indústria da construção / Rafael Tello ; Fabiana Batista Ribeiro. — Brasília: Câmara Brasileira da Indústria da Construção; Serviço Social da Indústria; Nova Lima: Fundação Dom Cabral, 2012. 160p.

TISHMAN SPEYER – Disponível em: <a href="http://www.tishmanspeyer.com.br/comercial-venturaconceito">http://www.tishmanspeyer.com.br/comercial-venturaconceito</a>. php> Acesso em: 06 de janeiro de 2012 USGBC – **United States Green Building Council.** Página Institucional. Disponível em: <a href="http://www.usgbc.org">http://www.usgbc.org</a>>. Acesso em 12 de dezembro de 2011.

TOMAZ, Plínio. Aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis. Ed. Plinio Tomaz, São Paulo, 2003.

Triana M, Maria A., **Diretrizes para incorporar conceitos de sustentabilidade no planejamento e projeto de arquitetura residencial multifamiliar e comercial em Florianópolis**. Florianópolis, 17 de junho de 2005. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e urbanismo) – Programa de Pós-graduação, UFSC, 2005.

USGBC – LEED v4 for Building Design and Construction. Project Checklist.

USGBC – **LEED v4 for Building Operation and Maintenance**. Project Checklist.

**USGBC – LEED v4 Impact Category and Point Allocation Process.** 

USGBC – Rating System LEEDv4 for Building Design and construction – BD+C. USA, Atualização outubro 2014.

USGBC – Rating System LEEDv4 for Building Operation and Maintenance – **BO+M**. USA, Atualização outubro 2014.

Vargas, M.C.; Mestria, M.. **Eficiência energética em edificações residenciais: Iluminação e Refrigeração.** ENEGEP 2015. XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Fortaleza, 2015

XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção Fortaleza, 2015. **Eficiência energética em edificações residenciais: iluminação e refrigeração.** Yamada, E. S. **Os impactos da medição individualizada do consumo de água em edifícios residenciais multifamiliares**. 2001. 125 p. Dissertação (mestrado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

Yudelson, Jerry. **Green Building A to Z – Understanding the language of green building**, 2004. Canadá, 2007.

Zanella, Luciano Manual para captação emergencial e uso doméstico de água de chuva [livro eletrônico] / Luciano Zanella. -- São Paulo : IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2015. -- (Coleção IPT Publicações / coordenadores Luciano Zanella, Guilherme Mariotto, Mariana de Toledo Marchesi)

\_\_\_\_\_