

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

ROSIANE BONATTI RIBEIRO

**CONSIDERAÇÕES PARA UMA FERRAMENTA DE
AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO TÉRMICO E EFICIÊNCIA DE
EDIFICAÇÕES EXISTENTES QUANTO AO CONSUMO DE
ENERGIA ELÉTRICA E ÁGUA**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

CURITIBA

2015

ROSIANE BONATTI RIBEIRO

**CONSIDERAÇÕES PARA UMA FERRAMENTA DE
AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO TÉRMICO E EFICIÊNCIA DE
EDIFICAÇÕES EXISTENTES QUANTO AO CONSUMO DE
ENERGIA ELÉTRICA E ÁGUA**

Monografia apresentada como requisito parcial
para obtenção do grau de Especialista em
Construções Sustentáveis da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná. Área de
Concentração: Construção Civil

Orientador: Prof. José Alberto Cerri

CURITIBA

2015

FOLHA DE APROVAÇÃO

CONSIDERAÇÕES PARA UMA FERRAMENTA DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO TÉRMICO E EFICIÊNCIA DE EDIFICAÇÕES EXISTENTES QUANTO AO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA E ÁGUA

Por

Rosiane Bonatti Ribeiro

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construções Sustentáveis, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, defendido e aprovado em 06 de novembro de 2015, pela seguinte banca de avaliação:

Prof. Orientador – José Albero Cerri - UTFPR

Prof. Aloísio Leoni Schmid - UTFPR

Prof. Líbia Patrícia Peralta Agudelo - UTFPR

Ao meu esposo Evandro Marcelo e meus filhos Thor e Apollo pelo incentivo e compreensão sempre que precisei me ausentar do convívio familiar para dedicar-me aos estudos.

AGRADECIMENTOS

A Deus primeiramente.

Pelo dom da vida, saúde e ânsia em aprender.

Aos meus pais Raulino e Maria Cristina.

Por terem me apoiado em todos os caminhos que eu escolhi e proporcionado segurança para que eu sempre atingisse meus objetivos.

Aos meus irmãos Cesar Augusto e Marina.

Pelo companheirismo e pelas palavras amigas e serenas.

Ao meu esposo Evandro Marcelo.

Pelo seu amor, por me apoiar sempre, por zelar nossa família em todas as vezes que tive que me ausentar para estudar e por me proporcionar segurança para trilhar os caminhos de conhecimento escolhidos.

Aos meus filhos Thor e Apollo.

Por saberem esperar e ceder o seu tempo de filhos com a mãe por vezes em que o estudo carecia de maior atenção.

Ao professor e orientador José Alberto Cerri.

Por todo apoio, dedicação e por compartilhar seu conhecimento para que eu pudesse desenvolver este trabalho da melhor forma.

A todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para o meu ingresso e permanência no curso. Por acreditarem que eu poderia ir e buscar mais conhecimento para auxiliar nas atividades diárias do trabalho e da vida profissional.

“Não sabendo que era impossível, foi lá e fez.”
(Jean Cocteau)

RESUMO

RIBEIRO, Rosiane Bonatti. Considerações para uma ferramenta de avaliação de desempenho térmico e eficiência de edificações existentes quanto ao consumo de energia elétrica e água. 2015. 71 f. (Monografia (Especialização em Construções Sustentáveis) - Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2015.

Os recursos hídricos, onde a concentração da população é mais densa, vêm se tornando cada vez mais escassos na natureza pelas ações de degradação de mananciais, pelas alterações climáticas, pela poluição ambiental e inclusive pelo seu elevado consumo. Com a escassez da água, a produção de energia obtida por processo de conversão hidroelétrica, também é afetada, pois a interdependência entre elas é tácita. Com o passar dos anos e os avanços da tecnologia, o conforto térmico de forma passiva deixou de ser estudado na arquitetura das edificações e o condicionamento do ar por meio de equipamentos elétricos passou a ter ampla utilização, impactando diretamente no maior uso de energia e por consequência, maior consumo de água. Com as crises hídricas que vêm ocorrendo há alguns anos os estudos e práticas em prol dos usos racionais de água e energia vêm ganhando cada vez mais espaço e as edificações vêm se tornando cada vez mais eficientes. Nesta linha, este trabalho apresenta algumas considerações para uma ferramenta de análise que auxilia na avaliação do desempenho térmico e eficiência quanto ao consumo racional de água e energia de uma edificação. Sob outro aspecto, permite-se visualizar qual o potencial de economia de água e energia é possível em um processo de *retrofit*, contribuindo assim para aumentar o nível de desempenho de uma edificação já construída. Embora o foco do trabalho tenha sido avaliar o desempenho de edificações existentes pelo aumento da eficiência energética e hídrica, essa metodologia também pode ser aplicada na fase de projetos. Por meio da avaliação dos resultados as novas ações de melhoria e eficiência poderão ser planejadas para aumentar sua eficiência e reduzir o custo de operação.

Palavra chave: Avaliação, Água, Energia, *Retrofit*, Eficiência energética, Eficiência hídrica

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Zoneamento Bioclimático Brasileiro	15
Figura 2 - Zoneamento Bioclimático Brasileiro	21
Figura 3 - Ventilação Cruzada.....	24
Figura 4 - Resfriamento Evaporativo Indireto	25
Figura 5 - Resfriamento Evaporativo Direto	25
Figura 6 – Acabamento de válvula de descarga de parede com dois fluxos.....	31
Figura 7 – Botão de acionamento de descarga com dois fluxos para caixa acoplada.....	31
Figura 8 - Vaso sanitário	32
Figura 9 - Torneira com arejador.....	33
Figura 10 - Torneira com temporizador automático de acionamento manual.....	33
Figura 11 - Torneira com temporizador automático de acionamento por sensor de movimento	34
Figura 12 - Válvula de descarga para mictório com fechamento automático	34
Figura 13 – Sistema de captação, armazenamento e consumo de água de chuva ..	36
Figura 14 - Classificação entre águas negras e águas cinzas	37
Figura 15 - Aquecedor solar (coletores solares e reservatório térmico).....	38
Figura 16 – Módulo Solar Fotovoltaico.....	39
Figura 17 - Ar condicionado tipo compacto	40
Figura 18 - Ar condicionado tipo <i>Split</i>	40
Figura 19 - Gráfico de evolução do compressor em relação à temperatura do ambiente.....	41
Figura 20 - Diagrama de Instalação do sistema de ar condicionado com tecnologia VRF	42
Figura 21 – Unidade externa sistema VRV	42
Figura 22 – Distribuição de ar condicionado VRV.....	42
Figura 23 – Etiqueta Nacional de Conservação de Energia	45
Figura 24 – Primeira folha da planilha.....	49
Figura 25 – Segunda folha da planilha.....	50
Figura 26 – Terceira folha da planilha.....	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Características construtivas para cada Zoneamento Bioclimático pela NBR 15.220/2005.....	22
Tabela 2- Aberturas para ventilação	23
Tabela 3- Transmitância térmica, atraso térmico e fator de calor solar admissíveis para cada tipo de vedação externa	24
Tabela 4- valores mínimos admitidos para a Transmitância Térmica para SVVE.....	26
Tabela 5- Valores mínimos admitidos para a Capacidade Térmica para SVVE.....	26
Tabela 6- Transmitância e Capacidade Térmica para algumas vedações externas.....	27
Tabela 7- Valores Mínimos admitidos para a Transmitância Térmica de coberturas.	28
Tabela 8- Transmitância Térmica para algumas configurações de coberturas.	29
Tabela 9- Valores Perfil do Uso da Água em uma residência de 4 pessoas	30
Tabela 10- Nível de iluminação em cada tarefa	44
Tabela 11 - Questões de avaliação quanto ao desempenho térmico da edificação..	52
Tabela 12- Questões de avaliação quanto ao consumo eficiente de água	57
Tabela 13- Questões de avaliação quanto ao consumo eficiente de energia elétrica.....	59

LISTA DE ABREVIATURAS

ANA – Agência Nacional de Águas

BEN – Balanço Energético Nacional

DOE - Departamento de Energia dos Estados Unidos

EPE – Empresa de Pesquisas e Energéticas

MME – Ministério de Minas e Energia

MPOG – Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão

SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo

SFVCR - Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede Elétrica

SFVI - Sistema Fotovoltaico Isolado

SVVE – Sistemas verticais de vedação externa

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
	1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO	13
	1.2. JUSTIFICATIVA	16
	1.3. OBJETIVO.....	16
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
	2.1. <i>RETROFIT</i>	18
	2.2. INICIATIVAS PARA AUMENTO NA EFICIÊNCIA DE EDIFICAÇÕES.....	18
	2.3. DESEMPENHO TÉRMICO	21
	2.3.1. Parâmetros e condições de contorno.....	23
	2.3.2. Transmitância Térmica (U) e Capacidade Térmica (CT).....	26
	2.4. CONSUMO EFICIENTE DE ÁGUA.....	29
	2.4.1. Vaso sanitário	31
	2.4.2. Torneiras com arejadores	32
	2.4.3. Torneira com temporizador	33
	2.4.4. Hidrômetros individualizados.....	34
	2.4.5. Aproveitamento de água de chuva.....	35
	2.4.6. Captação e uso de águas cinzas	37
	2.5. CONSUMO EFICIENTE DE ENERGIA ELÉTRICA.....	37
	2.5.1. Coletor Solar Térmico	38
	2.5.2. Módulo Solar Fotovoltaico.....	39
	2.5.3. Sistema de condicionamento de ar.....	40
	2.5.4. Tipos de lâmpadas.....	42
	2.5.5. Nível de iluminação	43
	2.5.6. Etiqueta Nacional de Conservação de Energia.....	44
3	PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL.....	46
	3.1. FERRAMENTA DE AVALIAÇÃO.....	47

3.1.1.	Planilha	49
3.1.2.	Roteiro balizador de análise	52
4	RESULTADOS	61
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	62
5.1.	RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	62
6	REFERÊNCIAS	63
	APÊNDICE A	69

1 INTRODUÇÃO

Em 1973 com o embargo do petróleo houve o desencadeamento de uma crise econômica que tornou evidente a necessidade de se buscar novas soluções para a geração de energia, substituindo de forma gradativa as fontes de origem fóssil por fontes renováveis.

Da mesma forma, considerada abundante e de baixo custo, a geração de energia elétrica a partir do potencial dinâmico da água, historicamente, constitui a principal fonte da matriz energética do Brasil. Contudo, os investimentos nos setores elétricos não tiveram crescimento proporcional ao do consumo e, em 2001, com a escassez hídrica, houve o desencadeamento de uma grave crise de abastecimento de energia elétrica. Em 2014 a região de maior densidade demográfica do país e com desproporcional oferta hídrica e de energia elétrica sofreu com a escassez da oferta de água, quando houve a potencialização de estudos e medidas voltadas ao consumo racional de água e energia elétrica iniciadas na crise anterior.

Segundo Lamberts et al (1997) depois da Revolução Industrial quase tudo mudou com a rápida evolução tecnológica. Muito embora houvesse várias edificações que expressavam notavelmente os princípios bioclimáticos, a evolução dos sistemas estruturais, e a crescente utilização da luz elétrica houve uma grande contribuição para que se retirasse do envoltório a função térmica, passando para as tecnologias de refrigeração e aquecimento, e se substituísse as fontes de luz natural cuja função era das aberturas.

Com o crescente custo da energia elétrica a operação destas edificações passou a tornar-se cada vez maior. Neste caminho, este trabalho é apontado para a análise de uma edificação, de forma a possibilitar ao profissional reconhecer com maior clareza o nível de desempenho térmico, eficiência energética e consumo racional de água em que ela se encontra.

1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

Segundo Duarte (2014), para o desempenho de atividades humanas o conforto térmico é considerado fundamental e “quando não é possível obter níveis de conforto adequados naturalmente ou através de estratégias passivas, o uso de equipamentos mecânicos torna-se imprescindível”.

Ante a escassez hídrica instalada nos dias de hoje e conseqüente elevação dos custos da energia elétrica devido à ativação das usinas termelétricas as avaliações das edificações quanto ao custo de operação passaram a ser mais apreciadas. Com estas avaliações pode-se fazer o direcionamento de ações de melhoria, um *retrofit*, e então tornar menor o coeficiente entre o custo e o benefício para a operação de uma edificação.

Dependendo da edificação, diversas são as variáveis a ser consideradas para se realizar uma intervenção, um *retrofit*, como por exemplo, é diferente avaliar o grau e o modo de intervenção de uma edificação considerada patrimônio histórico de outra que não tenha estas características, ou seja, uma demolição, por menor que seja, e reconstrução de forma diferente pode ser proibida, dependendo do grau de tombamento da edificação, então se deve buscar solução alternativa.

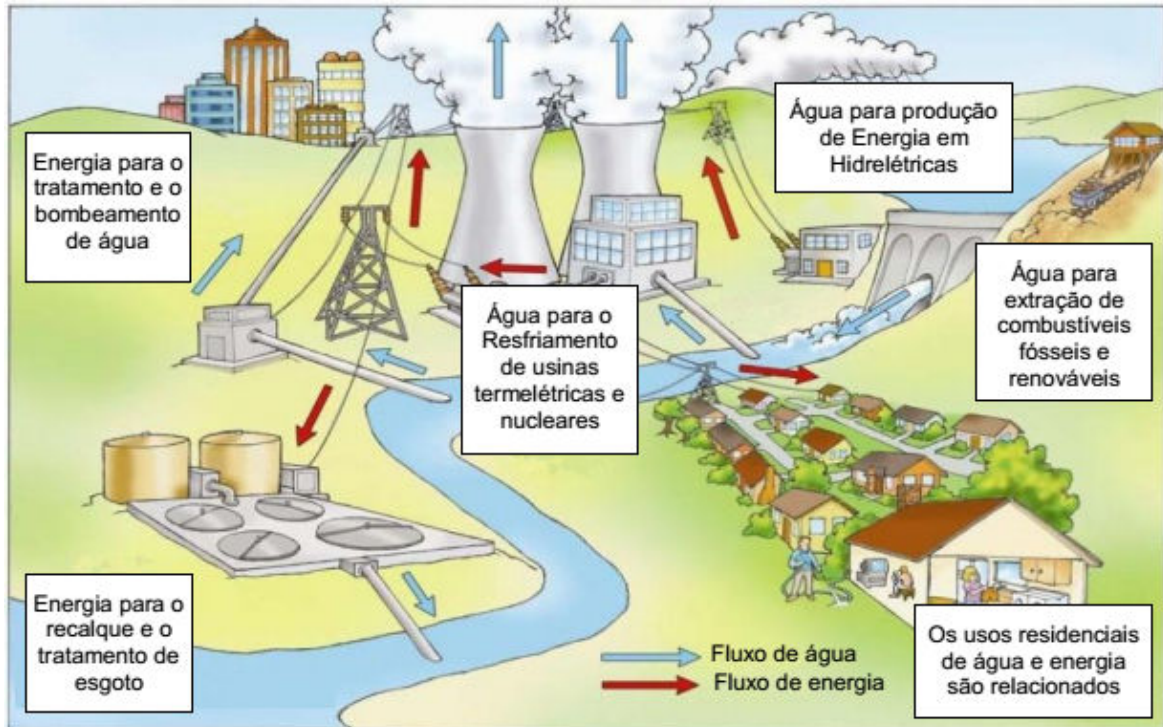
As diferentes formas de práticas sustentáveis voltadas para *retrofit* vêm se consolidando. A eficiência energética de uma edificação é um dos quesitos de maior relevância no custo de operação, pois está diretamente relacionado com o custo da energia elétrica. De modo similar ao que ocorreu em 1973 com o embargo do petróleo, ocorre em 2015 com a escassez hídrica, em que os custos da energia e da água aumentaram entre 50 e 75% em doze meses, e a perspectiva é que esses aumentos continuem nos próximos anos.

De acordo com o Balanço Energético Nacional (BEN, 2014), a matriz energética do Brasil é predominantemente hidráulica e em 2013 tal fonte contribuiu com 70,6% do total da energia gerada, 6,3% a menos do que a gerada em 2012 e o cenário atual da falta de chuva propicia uma maior diminuição em 2015. Esta baixa dos recursos hídricos obrigou a entrada em operação de geração de energia proveniente de fontes não renováveis em usinas termoelétricas para suprir a demanda, e conseqüentemente o custo da energia aumentou e afetou diretamente os custos de operação das edificações.

O consumo e a produção de energia e água são interdependentes. Para se consumir energia elétrica é necessário antes consumir de água, seja de forma direta ou indireta e o inverso também ocorre, pois para se consumir água, é necessário consumir energia elétrica nas estações de tratamento e bombeamento.

A Figura 1 apresenta algumas formas de interdependência.

Figura 1 - Zoneamento Bioclimático Brasileiro



Fonte: Adaptado de DOE (2006)

Para todos os sistemas envolvidos entre tratamento e distribuição de água para consumo e captação, bombeamento e tratamento de esgoto para devolução à rede fluvial há o consumo de energia elétrica. Para muitos dos sistemas de geração de energia há o consumo de água, seja como fonte de principal energia, com seu consumo direto, ou como resfriamento de seus sistemas em consumo indireto. Portanto, o consumo eficiente de energia economiza água e o consumo eficiente de água economiza energia. Adotar estratégias para a diminuição de consumo de ambas é essencial e duas das principais bases destas estratégias são: o Relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos do Brasil (2013) realizado pela Agência Nacional de Águas (ANA) e o Balanço Energético Nacional (2014) realizado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE). O Relatório de Conjuntura monitora como estão os recursos hídricos em função de sua qualidade e quantidade e o Balanço Energético apresenta quanto de energia foi gerado, distribuído e consumido no Brasil no ano anterior ao ano-base.

Neste contexto há que se considerar o uso de água de chuva como forma de alívio sobre o consumo de água que usa energia para produção e distribuição e, também, o uso das águas cinzas.

1.2. JUSTIFICATIVA

Com as previsões de escassez hídrica se apresentando para um futuro bem próximo, todas as ações de construção ou *retrofit* baseadas nas condições locais das edificações devem ser estimuladas e incentivadas. Em função de a matriz energética brasileira ser predominantemente hídrica, o uso racional da água, para consumo e produção, e da energia elétrica, tornam-se fatores relevantes no desempenho eficiente de uma edificação. Assim, formas racionais de uso alinham-se com a melhoria dos níveis de sustentabilidade deste recurso.

Para edificações públicas algumas diretrizes foram lançadas por meio de Portarias publicadas como a de nº 23 do Ministério de Estado do Planejamento, Orçamento e Gestão (MPOG) de 12 de fevereiro de 2015 que “Estabelece boas práticas de gestão e uso de Energia Elétrica e de Água nos órgãos e entidades da Administração Pública Federal direta, autárquica e fundacional e dispõe sobre o monitoramento de consumo desses bens e serviços” e a de nº 75 do Ministério de Minas e Energia de 18 de março de 2015 lançando a cartilha intitulada “Guia para Eficiência Energética nas Edificações Públicas”.

Se uma edificação for avaliada sob o aspecto de seu desempenho, seja térmico ou relativo ao consumo eficiente de água e energia, terá informado quais são as deficiências e, em quais pontos pode ser melhorada. Dessa forma, o *retrofit* poderá ser direcionado a partir do resultado desta avaliação.

1.3. OBJETIVO

Este trabalho pretende propor considerações para uma ferramenta de avaliação, ou seja, um questionário a ser aplicado em uma edificação existente cujo resultado servirá de base para uma avaliação de seu desempenho térmico e eficiência, especificamente quanto à redução nos consumos de água e energia.

Este questionário subsidiará ações de *retrofit* nas edificações uma vez obtidas as informações de quais pontos se encontram com menor eficiência. Possibilitará também estabelecer um parâmetro de comparação entre as edificações.

Este trabalho não tem o objetivo de esgotar as informações sobre cada item a ser analisado, mas, apresentá-los para embasar a análise durante o processo da avaliação da edificação.

Este trabalho apenas apresenta considerações para as definições dos parâmetros de avaliação. Os valores referenciados para o enquadramento no questionário não foram testados e não é objetivo deste a aplicação e teste em edificações assim como as comparações de resultados.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nesse capítulo serão abordados aspectos relativos a racionalização no consumo de água e energia nas edificações, com ênfase na adequação de sistemas de modo a torná-los mais eficientes e reduzir o consumo. Abordar-se-á também exemplos de sistemas que podem contribuir para redução no consumo e aproveitamento de águas pluviais e cinzas, assim como aparelhos para aumentar a eficiência energética e formas de reduzir o consumo da rede de distribuição por meio de energia solar, seja para aquecimento de água ou conversão fotovoltaica.

2.1. RETROFIT

Derivada do latim e do inglês, a palavra *retrofit* soma os significados de movimentar-se para trás com adaptação/ajuste. Surgiu na Europa e Estados Unidos na década de 90 do século XX.

Segundo Rocha e Qualharini (2001), o foco era a atualização e tendo ampliação da vida útil com a incorporação de tecnologias e materiais tornando-as mais confortáveis e funcionais.

A revitalização das edificações prolonga a sua vida útil e, se for alinhada com propostas de sustentabilidade, pode torná-las mais eficientes, inclusive ambiental e socialmente.

Mesmo com todas as tecnologias dos equipamentos e sistemas para racionalização de consumo disponível deve-se atentar para o estado de conservação em que a edificação se encontra. É imprescindível que, após o relatório de avaliação da sustentabilidade de uma edificação, a proposta de *retrofit* seja baseada em garantias de que as intervenções, as cargas e os desgastes provenientes da instalação e uso, não afetem o pleno desempenho desses equipamentos e sistemas.

2.2. INICIATIVAS PARA AUMENTO NA EFICIÊNCIA DE EDIFICAÇÕES

O PROCEL (Programa Nacional de Conservação de Energia elétrica) foi criado em 1985, com a função de promover o uso eficiente de energia elétrica, o combate ao desperdício e redução nos custos e investimentos setoriais.

Em 1993, por meio de Decreto Presidencial é criado o Selo PROCEL, que objetiva orientar o consumidor quando for adquirir algum produto, indicando os

níveis de eficiência energética de cada um. Para melhorar a comercialização de equipamentos domésticos mais eficientes que consomem gás, desde 2005 está em vigor o Selo PROCEL CONPET, com o objetivo de orientar importadores e fabricantes destes tipos de equipamentos. Em 2014 foi criado o Selo PROCEL EDIFICA que, com adesão voluntária, tem o objetivo principal de identificar e classificar edificações quanto à eficiência energética em uma dada categoria, sendo uma forma de motivar o mercado imobiliário quanto à aquisição de imóveis cada vez mais eficientes. Em julho de 2014 a adesão a esse programa passou a ser obrigatória para edifícios públicos. A lista dos subprogramas do PROCEL é a seguinte:

- Procel GEM - Gestão Energética Municipal
- Procel Sanear - Eficiência Energética no Saneamento Ambiental
- Procel Educação - Informação e Cidadania
- Procel Indústria - Eficiência Energética Industrial
- Procel Edifica - Eficiência Energética em Edificações
- Procel EPP - Eficiência Energética nos Prédios Públicos
- Procel Reluz - Eficiência Energética na Iluminação Pública e Sinalização Semafórica
- Selo Procel - Eficiência Energética em Equipamentos
- Procel Info - Centro Brasileiro de Informação de Eficiência Energética

Com a crise energética de 2001 no Brasil foi sancionada a Lei nº 10.295/2001 - Lei da Eficiência Energética, visando a alocação eficiente dos recursos energéticos e também a preservação do meio ambiente. Na sequência houve o Decreto nº 4.059/2001, que regulou a Lei, instituiu o “Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética e determinou os procedimentos para o estabelecimento dos indicadores e dos níveis de eficiência energética”.

Em 2010, com a publicação da Instrução Normativa nº 01 que “dispõe sobre critérios de sustentabilidade ambiental na aquisição de bens, contratação de serviços ou obras pela Administração Pública Federal direta, autárquica e fundacional” e embasada na Lei das Licitações, a de nº 8.666/1993, deu-se o início das bases legais para que se projetasse e construísse com vistas à sustentabilidade no meio público.

Em 2015, com o aumento da crise hídrica e por consequência energética, foi publicada a Portaria nº 23, pelo Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, que “estabelece boas práticas de gestão e uso de Energia Elétrica e de Água nos órgãos e entidades da Administração Pública Federal direta, autárquica e fundacional”, quando então se é solicitado o monitoramento e envio mensal dos consumos de energia elétrica e de água ao SisPES (Sistema do Projeto Esplanada Sustentável).

Ainda em 2015, foi aprovado o Guia para Eficiência Energética nas Edificações Públicas pela Portaria nº 75, pelo Ministério de Minas e Energia, com a finalidade de “orientar gestores da Administração Pública direta, autárquica e fundacional na elaboração de editais para a realização de diagnósticos de práticas de consumo energético e para a implantação de medidas de eficiência propostas”.

Todas estas portarias e instrução normativa tornaram-se ferramentas de apoio para que as novas licitações pudessem garantir a exigência de construções e reformas visando a eficiência energética, que trazem atrelada a sustentabilidade ambiental.

Como se sabe, o consumo de energia é interdependente ao consumo de água e com vistas na redução do seu consumo, ou mesmo seu consumo racional, muitos programas foram sendo criados visando o controle e principalmente a conscientização da população.

Em São Paulo, foi criado pela SABESP o Programa de Uso Racional de Água (PURA) em 1996 que objetivou a economia de água em prédios públicos e logo se estendeu às demais edificações. O programa prevê ações de troca de equipamentos por outros mais eficientes e a instalação de hidrômetros individuais eletrônicos para o monitoramento frequente dos consumos e ação imediata após indícios de vazamentos.

A Universidade Federal da Bahia criou um Programa de Uso Racional de Água, o chamado ÁGUAPURA, e vem desenvolvendo desde 2005 projetos para racionalização do consumo de água e combate ao desperdício. O programa considera ações de manutenção preventiva, troca de equipamentos, a conscientização das pessoas e participações de representantes de instituições de ensino, entre outros.

Em Curitiba, em 18 de setembro de 2003 foi aprovada a lei nº 10.785, que cria o PURAE, o Programa de Conservação e Uso Racional de Água nas Edificações

que versa sobre medidas de preservação, combate ao desperdício com ações educativas e, entre outras, a utilização de fontes alternativas de água que não a do Sistema Público de Abastecimento além do Uso de Águas Servidas.

2.3. DESEMPENHO TÉRMICO

O Brasil tem um extenso território e possui diferenciação quanto às características climáticas. Foram feitos estudos de cada característica semelhante e então elaborado um mapeamento com oito zonas bioclimáticas, de acordo com a NBR 15.220, como pode ser visto na Figura 2 (ABNT, 2005).



Figura 2 - Zoneamento Bioclimático Brasileiro
Fonte: NBR 15220-3/2005

Para que fosse possível o enquadramento das cidades em cada uma destas Zonas Bioclimáticas, houve a necessidade de se definir um dia típico de inverno e um dia típico de verão para que as análises pudessem ser parametrizadas. Estes dias foram estabelecidos em seus extremos segundo a temperatura do ar, velocidade do vento, umidade relativa do ar e radiação solar incidente.

Todo o método para a caracterização destas Zonas Bioclimáticas está definido na NBR 15.220/2005 em seu Anexo B.

Recomenda-se que todas as edificações a serem projetadas levem em consideração este zoneamento, pois eles fornecem diretrizes construtivas e estratégicas de concepção para conforto térmico de forma passiva aos ocupantes.

A Tabela 1 mostra diretrizes construtivas para cada Zona Bioclimática.

Tabela 1- Características construtivas para cada Zoneamento Bioclimático pela NBR 15.220/2005

	Abertura para ventilação	Sombreamento das aberturas	Vedações externas		Condicionamento térmico	
			Parede	Cobertura	Verão	Inverno
Z1	Médias	Permitir sol durante o período de frio	Leve	Leve isolada	-	Aquecimento solar da edificação e Vedação interna pesada (inércia térmica)
Z2	Médias	Permitir sol durante o inverno	Leve	Leve isolada	Ventilação cruzada	Aquecimento solar da edificação e Vedação interna pesada (inércia térmica)
Z3	Médias	Permitir sol durante o inverno	Leve refletora	Leve refletora	Ventilação cruzada	Aquecimento solar da edificação e Vedação interna pesada (inércia térmica)
Z4	Médias	Sombrear aberturas	Pesada	Leve isolada	Resfriamento evaporativo e massa térmica para resfriamento . Ventilação seletiva	Aquecimento solar da edificação e Vedação interna pesada (inércia térmica)
Z5	Médias	Sombrear aberturas	Leve refletora	Leve refletora	Ventilação cruzada	Vedação interna pesada (inércia térmica)
Z6	Médias	Sombrear aberturas	Pesada	Leve isolada	Resfriamento evaporativo e massa térmica para resfriamento . Ventilação seletiva	Vedação interna pesada (inércia térmica)
Z7	Pequenas	Sombrear aberturas	Pesada	Pesada	Resfriamento evaporativo e massa térmica para resfriamento . Ventilação seletiva	-
Z8	Grandes	Sombrear aberturas	Leve refletora	Leve refletora	Ventilação cruzada permanente	-

Fonte: NBR 15220/2005

A verificação quanto ao desempenho térmico neste trabalho será por meio da análise de dados como os parâmetros e condições de contorno, a transmitância e a capacidade térmica para uma edificação conforme a zona bioclimática em que se

encontra. O Apêndice A indica as zonas bioclimáticas de algumas cidades selecionadas.

2.3.1. Parâmetros e condições de contorno

Segundo a Norma de Desempenho Térmico (NBR 15.220/2005), para cada zona há diferentes parâmetros e condições de contorno. As características apresentadas nesta norma servem para embasar projetos de arquitetura e enfocam principalmente a envoltória. O tamanho das aberturas para ventilação proporciona maior ou menor volume de troca de ar, a proteção das aberturas permite o controle da entrada ou não de calor, a vedação externa é muito importante no controle da temperatura interna e as estratégias de condicionamento térmico passivo controlam a troca natural de ar da edificação. Todos estes detalhes fazem parte da concepção do projeto, quais sejam:

a) tamanho das aberturas para ventilação: referem-se à porcentagem de área de abertura em relação à área de piso do ambiente. As diretrizes estão apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2- Aberturas para ventilação

Aberturas para ventilação	A (em % de área de piso)
Pequenas	$10\% < A < 15\%$
Médias	$15\% < A < 25\%$
Grandes	$A > 40\%$

Fonte: NBR 15220/2005

b) proteção das aberturas: são dispositivos internos (ex. cortinas ou persianas) ou externos à abertura (ex.: venezianas ou *brise soleil*) que propiciam sombra ao ambiente.

De acordo com a Nota Técnica nº 02/2011 do LabEEE (Laboratório de Eficiência Energética em Edificações) da UFSC, o sombreamento das aberturas tem bastante influência na temperatura dos ambientes. Dispositivos que sombreiam externamente as aberturas, em geral com superfícies de vidro, impedem que aconteça o efeito estufa pela incidência da radiação solar, impedem o ganho de calor pela transmitância térmica da abertura no verão e no inverno a perda por convecção devido às baixas temperaturas noturnas.

c) vedação externa: são todos os sistemas verticais de vedação externa da edificação que têm a propriedade de isolar termicamente a área interna da edificação. Estes sistemas podem ser compostos por mais de um material, os quais contribuem com parcela de isolamento térmico para que a edificação atinja o nível exigido conforme a Zona Bioclimática em que se encontra a edificação. A Tabela 3 apresenta quais são as características de cada tipo de vedação externa, sejam paredes ou coberturas com os respectivos parâmetros de atendimento.

Tabela 3- Transmitância térmica, atraso térmico e fator de calor solar admissíveis para cada tipo de vedação externa

Vedações Externas		Transmitância Térmica U ($W/m^2.K$)	Atraso Térmico Φ (horas)	Fator Solar FS_o (%)
Paredes	Leve	$U \leq 3,00$	$\Phi \leq 4,3$	$FS_o \leq 5,0$
	Leve Refletora	$U \leq 3,60$	$\Phi \leq 4,3$	$FS_o \leq 4,0$
	Pesada	$U \leq 2,20$	$\Phi \leq 6,5$	$FS_o \leq 3,5$
Coberturas	Leve Isolada	$U \leq 2,00$	$\Phi \leq 3,3$	$FS_o \leq 6,5$
	Leve refletora	$U \leq 2,30 . FT$	$\Phi \leq 3,3$	$FS_o \leq 6,5$
	Pesada	$U \leq 2,00$	$\Phi \leq 6,5$	$FS_o \leq 6,5$

Fonte: NBR 15220/2005

d) estratégias de condicionamento térmico passivo: são diretrizes que orientam o projeto de arquitetura da edificação para que viabilize o condicionamento de forma passiva, utilizando-se das características do local em que se encontra, tipificada conforme cada Zona Bioclimática. Estas estratégias incluem: ventilação cruzada, resfriamento evaporativo indireto, massa térmica de resfriamento, ventilação seletiva, aquecimento solar da edificação e vedação interna pesada (inércia térmica).

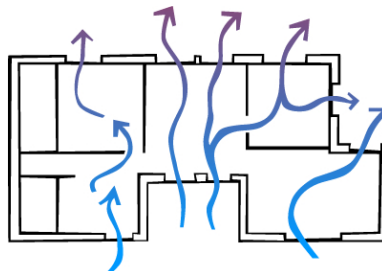


Figura 3 - Ventilação Cruzada
Fonte: www.build.com.au

A ventilação cruzada é apresentada na Figura 3, na qual são evidenciados os caminhos de corrente natural de ar pelo interior de uma edificação. Para que isso

ocorra deve ser verificada a direção predominante do vento na região para definir o posicionamento da edificação, a disposição dos ambientes e o local de suas aberturas.

O resfriamento evaporativo para uma edificação pode ocorrer de várias formas: por meio de um jardim de inverno, vegetações no exterior da edificação, paredes verdes (*Green skin*), telhado verde, espelhos d'água, etc. Qualquer situação que propicie a evaporação de água e o seu direcionamento para o interior da edificação pode ser considerado como tal. A Figura 4 apresenta outra situação de resfriamento evaporativo indireto, embora incomum, é bastante eficaz para a redução da temperatura superficial do teto. As telhas cerâmicas não vitrificadas são as mais recomendadas neste caso. O de modo direto é exemplificado pela Figura 5, um vapor de água espalhado por uma fonte de corrente de ar.

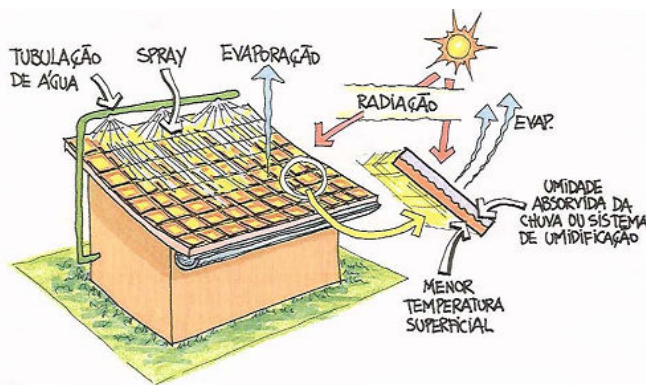


Figura 4 - Resfriamento Evaporativo Indireto
Fonte: Lamberts (2014)



Figura 5 - Resfriamento Evaporativo Direto
Fonte: Consul

Como exemplos de massa térmica de resfriamento têm-se paredes, pisos e coberturas espessas, que retardam a entrada de calor na edificação. Se analisado pelo lado do aquecimento, este atraso na transferência térmica inverte-se para a redução da perda de calor no inverno.

A ventilação seletiva é a possibilidade de abertura ou fechamento à corrente de ar. Desta forma, pode-se escolher o sentido do fluxo de circulação no interior da edificação pela seleção de quais aberturas permanecerão abertas e quais fechadas.

O aquecimento solar da edificação se dá por grandes aberturas, seja nas paredes ou teto, ou mesmo um jardim de inverno, que propiciam a entrada do sol, aquecendo assim o ambiente.

A vedação interna pesada ocorre com a construção de sistemas verticais internos à edificação com materiais de grande inércia térmica. Isto evita que as

paredes internas variem muito sua temperatura mantendo por mais tempo a temperatura mais baixa quando na parte externa ela está mais elevada e vice-versa.

2.3.2. Transmitância Térmica (U) e Capacidade Térmica (CT)

No estudo do desempenho térmico em edificações, a transmitância térmica e a capacidade térmica são muito importantes e devem ser analisadas para as vedações externas e cobertura. A transmitância térmica determina a transferência de energia térmica através da envoltória, sendo o inverso da resistência térmica. Quanto mais resistente o material for à transferência de calor, maior será a característica de isolamento térmico e conseqüentemente menor será a transmitância térmica. A capacidade térmica é a quantidade de calor necessário para que determinado corpo sofra uma alteração de temperatura e, portanto, quando maior for a sua capacidade térmica, maior será a sua capacidade de isolamento térmico, retardando o aquecimento ou o resfriamento.

Para as paredes, denominadas de sistemas verticais de vedação externa (SVVE), são analisadas as duas variáveis, mas, para as coberturas apenas a transmitância térmica é analisada. Na Tabela 4 estão apresentados os valores de transmitância térmica que devem ser comparadas às que se apresentam nas edificações e na Tabela 5 os valores de Capacidade Térmica. Para o cálculo destes valores pode ser usada a NBR 15.220/2005. Na parte 2 desta norma estão apresentados os métodos utilizados e na parte 3 algumas configurações mais usuais de SVVE. A Tabela 6 apresenta algumas destas configurações mais usuais.

Tabela 4- valores mínimos admitidos para a Transmitância Térmica para SVVE

Transmitância térmica U W/m ² .K		
Zonas 1 e 2	Zonas 3, 4, 5, 6, 7 e 8	
U ≤ 2,5	α* ≤ 0,6	α* > 0,6
	U ≤ 3,7	U ≤ 2,5
* - α é absorvância à radiação solar da superfície externa da parede.		









Fonte: NBR 15.575/2013

Tabela 5- Valores mínimos admitidos para a Capacidade Térmica para SVVE

Capacidade térmica (CT) kJ/m ² .K	
Zona 8	Zonas 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7
Sem requisito	≥ 130

Fonte: NBR 15.575/2013

Tabela 6- Transmitância e Capacidade Térmica para algumas vedações externas.

Transmitância térmica U	Descrição	U [W/(m ² .K)]	CT [kJ/(m ² .K)]
1 	Parede de concreto maciço Espessura total da parede: 5,0 cm	5,04	120
2 	Parede de concreto maciço Espessura total da parede: 10,0 cm	4,40	240
3 	Parede de tijolos maciços aparentes Dimens. tijolo: 10,0x6,0x22,0 cm Espessura arg. de assent.: 1,0 cm Espessura total da parede: 10,0 cm	3,70	149
4 	Parede de tijolos maciços, assentados na menor dimensão Dimensões do tijolo: 10,0x6,0x22,0 cm Espessura arg. de assentamento: 1,0 cm Espessura arg. de emboço: 2,5 cm Espessura total da parede: 15,0 cm	3,13	255
5 	Parede de blocos de concreto de 2 furos Dimensões do bloco: 14,0 x 39 x 19 cm Espessura arg. de assentamento: 1,0 cm Espessura arg. de emboço: 2,5 cm Espessura total da parede: 19,0 cm	3,66	160
6 	Parede de tijolos / blocos cerâmicos de 8 furos, assentados na maior dimensão Dimens. tijolo: 9,0x19,0x19,0 cm Espessura arg. de assent.: 1,0 cm Espessura arg. de emboço: 2,5 cm Espessura total da parede: 24,0 cm	1,80	231
7 	Parede de tijolos / blocos cerâmicos de 8 furos, assentados na menor dimensão Dimens. tijolo: 9,0x19,0x19,0 cm Espessura arg. de assent.: 1,0 cm Espessura arg. de emboço: 2,5 cm Espessura total da parede: 14,0 cm	2,49	158
8 	Parede de tijolos cerâmicos de 21 furos, assentados na menor dimensão Dimens. tijolo: 12,0x11,0x25,0 cm Espessura arg. de assent.: 1,0 cm Espessura arg. de emboço: 2,5 cm Espessura total da parede: 17,0 cm	2,31	227



Fonte: NBR 15.220/2005 - Parte 3

Para a avaliação de desempenho térmico da cobertura pode ser utilizado como referência, considerando a absorvância, o valor da Transmitância Térmica (U) com os limites admissíveis de acordo com cada zona bioclimática, como se verifica na Tabela 7.

Tabela 7- Valores Mínimos admitidos para a Transmitância Térmica de coberturas.

Transmitância térmica (U) W/m ² K					
Zonas 1 e 2	Zonas 3 a 6		Zonas 7 e 8 ¹⁾		Nível de desempenho
U ≤ 2,3	α ¹⁾ ≤ 0,6	α ¹⁾ > 0,6	α ¹⁾ ≤ 0,4	α ¹⁾ > 0,4	M
	U ≤ 2,3	U ≤ 1,5	U ≤ 2,3 FV	U ≤ 1,5 FV	
U ≤ 1,5	α ¹⁾ ≤ 0,6	α ¹⁾ > 0,6	α ¹⁾ ≤ 0,4	α ¹⁾ > 0,4	I
	U ≤ 1,5	U ≤ 1,0	U ≤ 1,5 FV	U ≤ 1,0 FV	
U ≤ 1,0	α ¹⁾ ≤ 0,6	α ¹⁾ > 0,6	α ¹⁾ ≤ 0,4	α ¹⁾ > 0,4	S
	U ≤ 1,0	U ≤ 0,5	U ≤ 1,0 FV	U ≤ 0,5 FV	

¹⁾ Na zona bioclimática 8 considera-se atendido o critério para coberturas em telhas cerâmicas, mesmo sem a presença de forro.
Nota: O fator de ventilação (FV) é estabelecido na ABNT NBR 15220-3, em função das dimensões das aberturas de ventilação nos beirais, conforme indicações seguintes:

$$FV = 1,17 - 1,07 \cdot h^{-0,4}$$

FV = Fator de ventilação;
h = altura da abertura em dois beirais opostos, em centímetros.
Obs.: Para coberturas sem forro ou com áticos não ventilados, Fv = 1.









Fonte: NBR 15.575/2013

Para o caso de a cobertura não atender a esta avaliação simplificada, o desempenho térmico da edificação deve então ser analisado por simulação computacional (recomenda-se o *EnergyPlus*) ou análise detalhada, como preconiza a NBR 15.575-1/2013.

O software *EnergyPlus* está disponível no endereço <https://energyplus.net/e> pode ser baixado gratuitamente. No site do Laboratório de Eficiências Energéticas em Edificações (LabEEE) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) está disponível também uma ferramenta facilitadora que se utiliza deste software e pode auxiliar nos cálculos destes valores. Esta ferramenta é o chamado Simulador de Eficiência Energética em Edificações, o S3E, disponível no link www.s3e.ufsc.br.

O método de cálculo da Transmitância Térmica constante na NBR 15.220/2005 - Parte 2 também pode ser aplicado para as coberturas. A Tabela 8 apresenta configurações de coberturas mais usuais já calculadas na mesma norma em sua parte 3.

Tabela 8- Transmitância Térmica para algumas configurações de coberturas.

Cobertura	Descrição	U [W/(m².K)]	C _v [kJ/(m².K)]
	Telha de barro sem forro Espessura da telha: 1,0 cm	4,55	18
	Telha de fibrocimento sem forro Espessura da telha: 0,7 cm	4,60	11
	Telha de barro com forro de madeira Espessura da telha: 1,0 cm Espessura da madeira: 1,0 cm	2,00	32
	Telha de fibrocimento com forro de madeira Espessura da telha: 0,7 cm Espessura da madeira: 1,0 cm	2,00	25
	Telha de barro com forro de laje mista Espessura da telha: 1,0 cm Espessura da laje: 12,0 cm $R_{t(laje)} = 0,0900 \text{ (m}^2\text{.K/W)}$ $C_{t(laje)} = 95 \text{ kJ/(m}^2\text{.K)}$	1,92	113
	Telha de fibrocimento com forro de laje mista Espessura da telha: 0,7 cm Espessura da laje: 12,0 cm $R_{t(laje)} = 0,0900 \text{ (m}^2\text{.K/W)}$ $C_{t(laje)} = 95 \text{ kJ/(m}^2\text{.K)}$	1,93	106
	Cobertura de telha de barro, lâmina de alumínio polido e forro de madeira Espessura da telha: 1,0 cm Espessura da madeira: 1,0 cm	1,11	32
	Cobertura de telha de fibrocimento, lâmina de alumínio polido e forro de madeira Espessura da telha: 0,7 cm Espessura da madeira: 1,0 cm	1,16	25

Fonte: NBR 15.575/2013

2.4. CONSUMO EFICIENTE DE ÁGUA

Segundo o BEN 2015, no Brasil, a água compõe a forma de geração de energia elétrica responsável por 65,2% da matriz energética e, quanto maior a preservação desse recurso, a manutenção e o consumo racional, maior será sua disponibilidade. Ao comparar a oferta de água *per capita*, o Brasil encontra-se em situação satisfatória se comparada a muitos países, porém sabe-se que a maior concentração de água está na região amazônica, local onde o contingente populacional é baixíssimo. Desta forma, há muitos locais onde há grande concentração da população e a oferta hídrica não necessariamente é adequada, e

se considerar a escassez das chuvas por períodos, ano após ano, a falta de água é iminente.

A racionalização no consumo de energia, portanto, é uma forma de reduzir o consumo de água. Desta forma, reduzir o consumo contribui diretamente na disponibilidade de recursos hídricos. Neste caminho de consumo eficiente de água muitos dispositivos e sistemas foram desenvolvidos e conquistam o mercado com a conscientização da população.

Na Tabela 9 são apresentados alguns valores de volumes de água consumidos nas atividades em uma residência para quatro pessoas.

Tabela 9- Valores Perfil do Uso da Água em uma residência de 4 pessoas

PERFIL DO USO DA ÁGUA NA ECONOMIA DOMÉSTICA PARA QUATRO PESSOAS			
Uso	Consumo para 1 mês (litros)	Consumo para 1 dia (litros)	Consumo per capita (litros)
Escovar os dentes (3x por dia / pessoa)	120	4	1
Banho de chuveiro elétrico (5 minutos, 1 vez ao dia / pessoa)	2.400	80	20
Descarga do sanitário (8x por dia)	2.400	80	20
Lavar Louça (3 vezes por dia)	1.800	60	15
Lavar roupa / tanque (15 minutos 3 vezes por semana)	1.920	64	16
Água para ingestão	240	8	2
Preparo de alimentos	600	20	5
Limpeza da casa (1 balde por dia)	600	80	5
Total	10.080	336	84

Fonte: Sanepar

Pode-se verificar que as atividades responsáveis pelos maiores valores de consumo são o chuveiro, o vaso sanitário, a lavagem de roupas e a lavagem de louças. Se forem instalados equipamentos economizadores nestes locais haverá menor consumo de água. Em edificações de diferente ocupação as similaridades podem ser utilizadas. A verificação da edificação quanto ao consumo eficiente de água neste trabalho será por meio da análise de alguns equipamentos ou dispositivos pelos quais ela é consumida. De maneira geral, são de utilização diária e influenciam de forma considerável no consumo e também no controle dos gastos de água.

2.4.1. Vaso sanitário

O vaso sanitário é um dos dispositivos que mais consomem água em uma edificação. A racionalização do consumo de água pela reformulação deste aparelho foi iniciada com a implantação do PBQP-H (Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat) pelo Ministério das Cidades em 1999. Esse Programa limitou a vazão da água em 12 litros por descarga e reduziu para 6 litros em 2003 com a entrada em vigor da NBR 15.097 (Aparelhos sanitários de materiais cerâmicos) hoje na versão 2011.

Para que fosse possível esta redução em 50% houve a necessidade de aprimoramento do fluxo hidráulico das bacias por meio de seu desenho interno que possibilitasse a lavagem completa com apenas este volume, considerando resíduos sólidos. A energia hidrodinâmica proveniente da vazão e volume da descarga produz um movimento dos líquidos e transfere-os para o sifão, onde então o fenômeno de retrossifonagem suga o restante do líquido do vaso finalizando a limpeza. Para a limpeza dos resíduos líquidos há necessidade de menor energia hidrodinâmica e, portanto, a escolha por um volume de lançamento menor (3 litros) completa o ciclo e reduz ainda mais o consumo. Desta forma, todos os vasos sanitários fabricados depois de 2003 devem atender a este quesito.

A alteração da válvula de descarga acompanhou esta evolução proporcionando ao usuário a escolha de qual vazão utilizar, com opção de dois tipos de fluxos: 6 litros para resíduos sólidos e 3 litros para resíduos líquidos.

Na Figura 6 estão apresentados dois modelos de acabamento de válvula de descarga com a opção de dois fluxos. Na Figura 7 o botão de acionamento de descarga utilizado para caixas acopladas também com dois fluxos.



Figura 6 – Acabamento de válvula de descarga de parede com dois fluxos
Fonte: Docol (2015)



Figura 7 – Botão de acionamento de descarga com dois fluxos para caixa acoplada
Fonte: Docol (2015)

Na análise para redução do consumo de água nas edificações há que se considerar a bacia sanitária e válvula de descarga em conjunto, ou seja, não adianta trocar a válvula de descarga se a bacia sanitária é de fabricação anterior ao ano de 2003. Para vasos mais antigos não ocorrerá a limpeza total do fundo com apenas 6 litros e haverá a necessidade de um novo acionamento gastando-se assim o dobro do volume esperado. Para verificar se o vaso sanitário tem sua fabricação posterior a 2003 é preciso verificar a existência da inscrição “6 Lpf” no local indicado pela seta na Figura 8.



Figura 8 - Vaso sanitário
Fonte: Incepa (2015)

2.4.2. Torneiras com arejadores

O arejador é um item de uso racional de água e que reduz entre 25 a 50% o consumo de água, dependendo da pressão da água no ponto de consumo, ou seja, quanto maior a pressão, maior a economia relativa.

Trata-se de um dispositivo colocado na torneira no ponto de saída de água que mistura o ar, ver Figura 9. Embora o fluxo de água seja reduzido, a sensação causada pela aeração ao usuário é de um volume de água igual ou até maior, comparado a uma torneira sem aerador.

A variedade de torneiras é grande e das mais variadas marcas. Muitas possuem modelo específico de arejadores outras recebem qualquer modelo, independente da marca.



Figura 9 - Torneira com arejador
Fonte: Deca (2015)

2.4.3. Torneira com temporizador

As torneiras são os dispositivos de consumo de água mais largamente utilizados em uma edificação, sendo instaladas no banheiro, na cozinha, na área de serviço e, a inclusão de temporizadores para controlar a abertura e fechamento é uma solução muito importante visando o consumo racional de água.

Os temporizadores são dispositivos que, quando acionados, permitem a vazão da água por um determinado tempo, em geral de 4 a 10 segundos e então interrompem o fluxo de água. Em algumas torneiras este tempo é fixo, em outras é possível ajustar, sendo a regulamentação deste quesito feita pela NBR 13.713/2009. O fechamento total é também outra qualidade importante destes temporizadores, pois não há a possibilidade de que a torneira fique pingando.

Na Figura 10 é apresentado um modelo de torneira com temporizador automático de acionamento manual e na Figura 11 de acionamento por sensor de movimento. Ambos os sistemas têm o mesmo desempenho.



Figura 10 - Torneira com temporizador automático de acionamento manual
Fonte: Deca (2015)



Figura 11 - Torneira com temporizador automático de acionamento por sensor de movimento
Fonte: Deca (2015)

Com a mesma função, a de temporizar a abertura, a válvula de descarga para mictórios, apresentada na Figura 12, também se configura como dispositivo de uso racional de água.



Figura 12 - Válvula de descarga para mictório com fechamento automático
Fonte: Docol (2015)

2.4.4. Hidrômetro individualizado

Estes equipamentos passaram a ser utilizados em prédios residenciais, para que as contas de água fossem individualizadas. Em São Paulo a Lei 14.018/05 instituiu o “Programa Municipal de Conservação e Uso Racional da Água e Reuso em Edificações” que prevê a individualização em edificações novas. Em Curitiba o Decreto nº 293/2006 regulamenta a Lei 10.785/2003 que “dispõe sobre os critérios de uso e conservação racional da água nas edificações” e regulamenta a instalação de hidrômetros individuais também em edificações novas.

A função da individualização das medições é a de separar cada unidade consumidora, não havendo mais o rateio da conta de água, desta forma o controle é mais efetivo e as estratégias de consumo podem ser mais bem analisadas, assim como algum vazamento facilmente identificado.

Não há a obrigatoriedade, mas utilizando-se desses benefícios proporcionados pelas medições individualizadas, podem ser adotadas também em instituições de planta horizontal, constituídas de várias edificações em um mesmo terreno. Essa condição ocorre quando houver apenas uma entrada de água e várias ramificações para o atendimento das caixas d'água de cada prédio que as compõem. Desta forma, cada unidade (prédio) poderá ser monitorada e prontamente sofrer intervenção caso note-se vazamento ou desperdício excessivo. A gestão de água e energia na rede pública é regulamentada pela portaria nº 23, citada no item 2.2.

Atualmente existem hidrômetros eletrônicos que fazem a medição remota, eles são facilitadores e monitoram eletronicamente o consumo, disponibilizando à edificação o controle automatizado, dispensando a etapa da leitura do hidrômetro no local em que está instalado todas as vezes que se deseja ter números atualizados.

2.4.5. Aproveitamento de água de chuva

Segundo Krishna *et al* (2002) há milênios a demanda de água é suprida com a técnica de aproveitamento de água de chuva. Não há registros de data, porém há evidências de que sejam anteriores a 3.000 a.C.. Podem ser encontradas em diversos lugares como o deserto de Negev em Israel, Egito, Grécia, Itália, México e Turquia. Os povos Incas também utilizavam técnicas de captação e aproveitamento desta água.

Segundo a NBR 15.527/2007, a água de chuva é resultante de precipitações atmosféricas coletadas em coberturas e telhados onde não haja o trânsito de pessoas, veículos e animais. O uso é para fins não potáveis e a torneira ou ponto de consumo deve ser identificado com uma placa de advertência com a seguinte inscrição "água não potável" e identificação gráfica.

São três as características que devem ser analisadas para se ter um bom dimensionamento do sistema: a demanda, a área de captação e a capacidade de armazenamento. Se a demanda for maior que o volume captado, com certeza há uma redução de gastos com água da concessionária, porém haverá muitos períodos em que o reservatório irá se esvaziar e o uso da água tarifada será frequente. Se a área de captação for muito grande, o reservatório muito inferior à demanda poderá passar boa parte do tempo extravasando e, conseqüentemente o aproveitamento da

água será reduzido. Por último, se a capacidade de armazenamento for muito grande, o custo será alto e a taxa de retorno do investimento poderá ser alta. Um reservatório pequeno de custo inferior terá a taxa de retorno mais baixa, porém a água da chuva será subutilizada.

O sistema inicia com a captação da água na cobertura, a qual é enviada ao reservatório no térreo por meio de tubulação de PVC. Antes passa por um filtro que separa os sólidos e os envia para a rede de drenagem. A elevação é feita por motobomba de recalque para o reservatório superior de onde serão alimentados pontos de consumo não potável, conforme mostra a Figura 13.

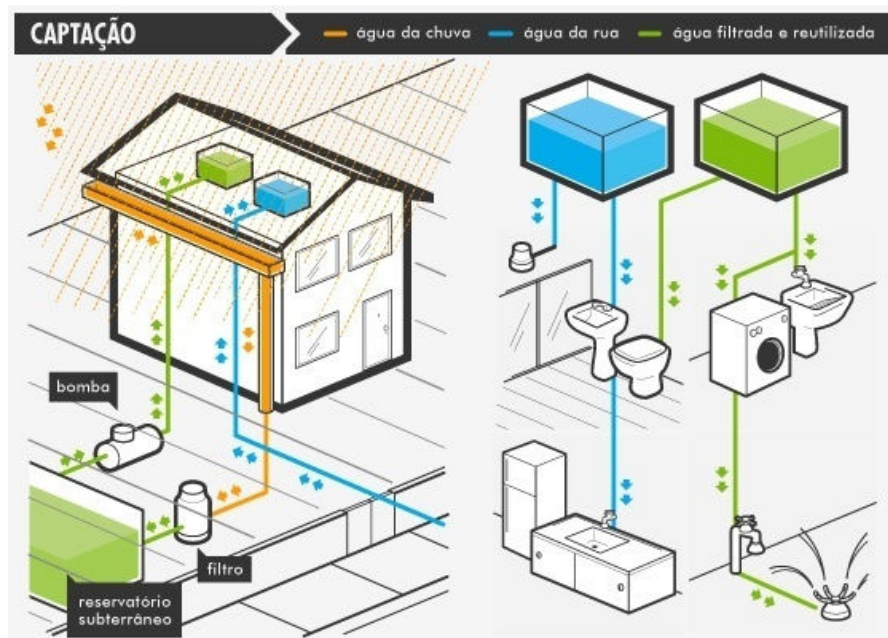


Figura 13 – Sistema de captação, armazenamento e consumo de água de chuva
Fonte: SAIS Consultoria

A NBR 15.527/2007 traz cinco métodos de calcular os reservatórios, todos estão corretos, desta forma cada edificação deve ser estudada e analisada quanto às três características anteriormente citadas para que a melhor escolha possa ser feita.

Giacchini e Filho (2011) destacam o uso de outro método de cálculo de reservatórios, o Método dos Dias Sem Chuva. Este não consta na NBR 15.527/2007, mas é de fácil aplicação se houver a disponibilidade dos dados hidrológicos, pois se baseia na seca máxima do ano (verificação de dias sem chuva) e nas demandas não potáveis de água. Em não havendo esta disponibilidade, os cálculos dos volumes dos reservatórios podem não ser satisfatórios.

Não obstante, cada edificação deve atender no mínimo as exigências da legislação do local onde se encontra.

2.4.6. Captação e uso de águas cinzas

Águas cinza são todos os efluentes derivados de máquina de lavar roupa, ralos de chuveiros, lavatórios e banheiras e que após receber o devido tratamento podem ser utilizados para irrigação de terrenos, no vaso sanitário e na lavagem de janelas, pisos e carros.

Águas negras são todos os efluentes derivados de vaso sanitário e tanque de lavar roupas que possuem alta concentração de carga orgânica e devem ser descartados diretamente na a rede coletora de esgoto ou então a um sistema de tratamento de esgoto.

Ambos os tipos de efluentes estão exemplificados na Figura 14.

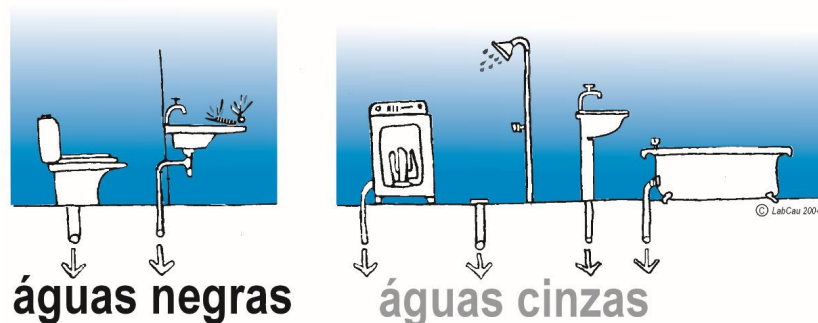


Figura 14 - Classificação entre águas negras e águas cinzas
Fonte: Laboratório de Bioarquitetura e Sistemas Produtivos.

Fazendo-se a separação destes tipos de esgoto, a água que entra na edificação seja pela rede pública de abastecimento ou pelo aproveitamento de água de chuva, possui um ciclo de uso mais prolongado. Porém, segundo VIEIRA (2012) a qualidade e a quantidade da demanda e oferta de águas cinzas de uma edificação influenciam diretamente no potencial de seu aproveitamento para reuso.

2.5. CONSUMO EFICIENTE DE ENERGIA ELÉTRICA

Conforme apresentado no item 2.2, as iniciativas para o aumento na eficiência energética vêm crescendo e o mercado está se adaptando cada vez mais com o lançamento de novos produtos e novas tecnologias mais eficientes.

A verificação da edificação quanto ao consumo eficiente de energia elétrica neste trabalho será por meio da análise de alguns equipamentos ou dispositivos pelo qual ela é consumida ou mesmo poupada de ser utilizada.

2.5.1. Coletor solar térmico

Denomina-se instalações de água quente o conjunto de equipamentos, fontes energéticas e materiais que permitem ao usuário das instalações prediais, a obtenção de água artificialmente aquecida, ou seja, com água chegando à temperatura de uso próxima a 50° C, às vezes próxima de 70° C ou mesmo 80° C.

Neste caso, devido ao aquecimento da água utilizar o calor do sol, ou seja, uma fonte de recurso disponível e natural, a geração de água quente possui um custo de operação inferior se comparado ao aquecimento a gás ou elétrico que necessitam de uma fonte, respectivamente, de combustível ou energia elétrica para aquecer a água.

Os dispositivos de maior evidência em um sistema de aquecimento solar são os coletores solares e o reservatório térmico, como apresentado na Figura 15.

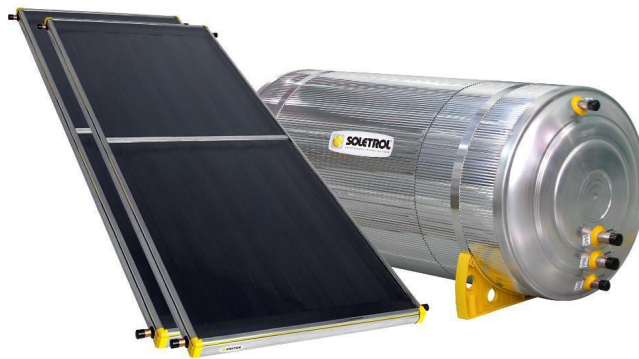


Figura 15 - Aquecedor solar (coletores solares e reservatório térmico)
Fonte: Soletrol

O funcionamento do sistema de aquecimento também acontece em dias nublados, porém com menor eficiência. Para dias chuvosos ou onde a quantidade de água solicitada supera a taxa de renovação de água quente devido às baixas temperaturas o funcionamento do sistema de apoio é solicitado. Este sistema de apoio é geralmente por meio de aquecimento a gás ou elétrico, que faz então a complementação da elevação da temperatura até a requerida pelo usuário.

Há anos com o advento da geração de energia abundante proveniente de uma matriz energética limpa e renovável, o chuveiro elétrico passou a ser a solução mais rápida e de menor custo de instalação. Porém, com o passar dos anos e com as crises hídricas presentes, outros sistemas de aquecimento de água foram sendo desenvolvidos e utilizados. Atualmente também são utilizados nas residências os sistemas de aquecimento com o uso de gás e o aquecimento solar.

Cada tipo de edificação tem uma demanda e se apresenta com algumas disponibilidades de instalação, de modo que o estudo de cada caso ainda é necessário para a melhor escolha do sistema de aquecimento ou dos melhores sistemas, que combinados apresentam maior eficiência.

2.5.2. Módulo solar fotovoltaico

Diferente do coletor solar térmico que usa o calor do sol para aquecer a água, os módulos solares fotovoltaicos usam os fótons da radiação solar para convertê-lo em energia elétrica.

Há duas formas de se fazer a instalação do sistema. Uma delas é o Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede Elétrica (SFVCR) e a outra é o Sistema Fotovoltaico Isolado (SFVI). O primeiro sistema, interligado à rede elétrica, possibilita enviar o excedente de energia gerada para a rede pública e o sistema isolado envia o excedente para um banco de baterias que a armazena para o uso durante a noite.



Figura 16 – Módulo Solar Fotovoltaico
Fonte: Kyocera

O sistema é composto basicamente por módulos fotovoltaicos (Figura 16) e por inversores de frequência e é calculado conforme a demanda, o percentual de carga a ser suprida, a área disponível e o aporte financeiro disponível para investimento, pois existe uma grande variedade de módulos e inversores e são muitas as configurações possíveis para se instalar.

Qualquer que seja o tamanho do sistema instalado configura uma diminuição do uso de energia proveniente da rede pública e, desta forma resulta em economia para a geração de energia e conseqüentemente para a edificação.

2.5.3. Sistema de condicionamento de ar

O aparelho de ar condicionado é um dos que mais consomem energia em uma edificação. Contudo, o desenvolvimento dos equipamentos de ar condicionado tem resultado em grande diferença no consumo de energia entre tecnologias de diferentes gerações.

O equipamento tipo compacto (Figura 17) é a mais antiga tecnologia ainda em utilização.



Figura 17 - Ar condicionado tipo compacto
Fonte: Consul



Figura 18 - Ar condicionado tipo *Split*
Fonte: Fujitsu

Na sequência, os equipamentos tipo *split* (Figura 18) são compostos por duas unidades: uma externa (condensadora) e outra interna (evaporadora). Este sistema possui dois tipos de sistemas de funcionamento, o convencional e o *inverter*.

A tecnologia *inverter* faz a regulação do fluxo de energia e altera a velocidade do compressor, que trabalha sempre ligado e com pouca oscilação para manter o ambiente resfriado ou aquecido. Diferente da tecnologia convencional que ao ligar gera um pico de energia e funciona em potência total até atingir a temperatura solicitada para então desligar. Quando a temperatura do ambiente atinge o limite para religar, o motor liga para devolver a temperatura requerida e gera com isso outro pico de energia na rede, como pode ser visto na Figura 19.

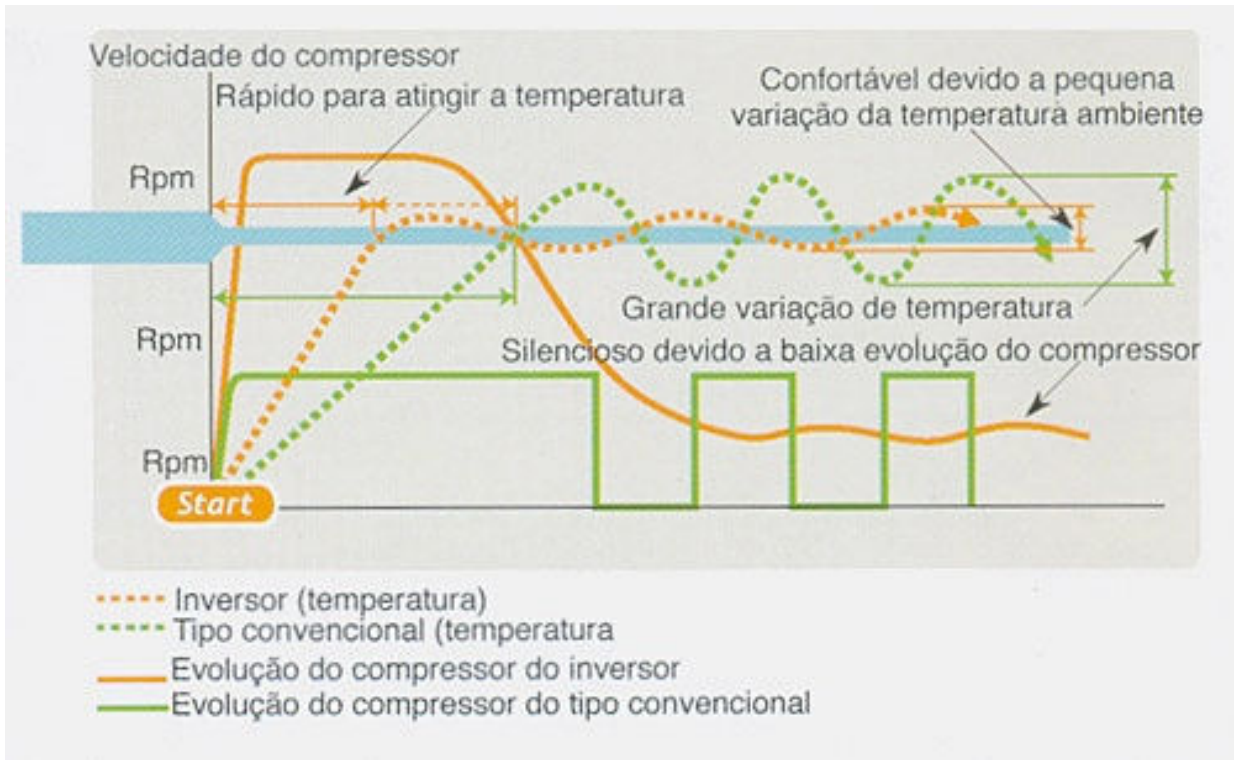


Figura 19 - Gráfico de evolução do compressor em relação à temperatura do ambiente
Fonte: Fujitsu

Atualmente existem no mercado dois tipos de sistema de ar condicionado central, um deles é o sistema de climatização que usa a tecnologia de fluxo variável de refrigeração, o VRF (*Variable Refrigerant Flow*) e o outro sistema o que usa água gelada e faz a distribuição de ar usando um volume de ar variável, o VAV (*Variable Air Volume*) tecnologia com mais tempo no mercado, consolidada e de custo um pouco inferior que o VRF.

Segundo Duarte (2014) o resultado de avaliações mensais entre estes dois tipos de sistemas estudados foi que o sistema VRF apresentou menor consumo de energia elétrica em relação ao VAV.

O sistema VRF é um multi-split em que a unidade externa se conecta com as unidades internas por meio de tubulações frigorígenas como mostra a Figura 20.

O sistema VRV trabalha o condicionamento do ar pelo envio de volumes de ar por meio de dutos que percorrem toda a edificação como mostra a Figura 21 e a Figura 22.

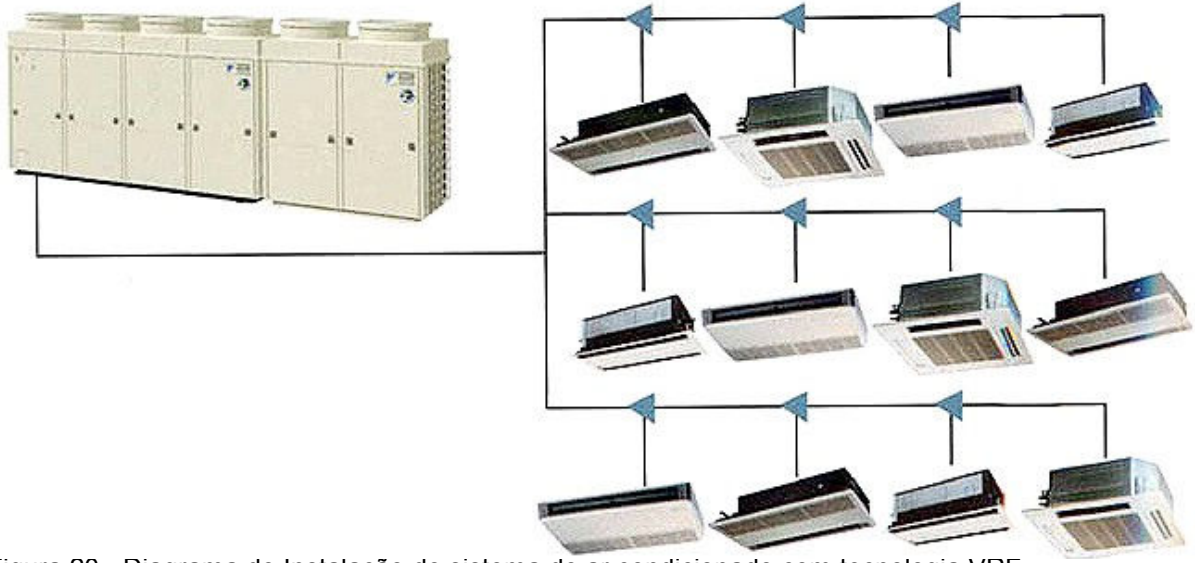


Figura 20 - Diagrama de Instalação do sistema de ar condicionado com tecnologia VRF
 Fonte: Termotec Ar condicionado (2015)



Figura 21 – Unidade externa sistema VRV
 Fonte: www.centrallestear.com.br



Figura 22 – Distribuição de ar condicionado VRV
 Fonte: www.arcondicionadosplit.org

2.5.4. Tipos de lâmpadas

As lâmpadas mais comuns em uso são a incandescente, a fluorescente e a LED. A diferença entre elas é grande tanto em eficiência quanto em valor e durabilidade.

As lâmpadas incandescentes devem sair de circulação até o fim de 2016, pois são as que mais consomem, sendo que de toda a energia consumida 95% é

convertida em calor e somente 5% em luz. Estas lâmpadas possuem as seguintes características:

- para base de comparação será utilizada a lâmpada de 60 W;
- atinge sua iluminação total logo que é ligada;
- índice de reprodução de cor: 100%;
- temperatura de cor de 3000 K;
- tempo de vida de 1.000 horas.

As lâmpadas fluorescentes são de sete a oito vezes mais eficientes que as incandescentes, porém a ação seguida de acender e apagar diminui a sua durabilidade. Algumas características:

- a versão de 15 W equivale a 60 W da incandescente;
- atinge seu fluxo luminoso total em até dois minutos após acionamento;
- índice de reprodução de cor: 80%;
- índice de reprodução de cor entre 6.500K (brancas) e 2.700K (amareladas);
- tempo de vida de 8.000 horas.

As lâmpadas de LED são mais eficientes que as fluorescentes, muito mais eficientes que as incandescentes e estão conquistando mercado como escolha de eficiência energética:

- a versão de 10 W equivale a de 60W da incandescente;
- atinge iluminação total logo que é ligada;
- índice de reprodução de cor: podem chegar até 95%;
- índice de reprodução de cor entre 6.500K (brancas) e 2.700K (amareladas);
- tempo de vida: 25.000 horas.

As lâmpadas de LED possuem um custo superior que as fluorescentes, porém a eficiência sobre elas não é significativa sendo a vida útil do sistema com LED o que mais diferencia, pois é cerca de três vezes maior.

2.5.5. Nível de iluminação

Para desenvolvimento de trabalhos, atingir o nível de iluminação ideal de um ambiente assemelha-se a executar proteções para atingir o nível de conforto térmico

ideal, ou seja, por ser tão subjetivo e variar conforme a idade e o sexo das pessoas, a complexidade dos trabalhos que estão sendo executados e a hora do dia (LAMBERTS et al, 1997).

O baixo nível de iluminação do ambiente pode provocar irritabilidade, dor de cabeça, fadiga além de acidentes ou erros e, desta forma evidenciou-se a necessidade de isso ser normatizado. A NBR 5413/1992 apresenta os níveis de iluminação como apresentado na Tabela 10.

Tabela 10- Nível de iluminação em cada tarefa

Classificação	Nível de iluminação a ser obtido	Tarefa
BAIXA	100 a 200 lux	<ul style="list-style-type: none"> • Circulação • Reconhecimento facial • Leitura casual • Armazenamento • Refeição • Terminais de vídeo
MÉDIA	300 a 500 lux	<ul style="list-style-type: none"> • Leitura/escrita de documentos com alto contraste • Participação de conferências
ALTA	500 a 1000 lux	<ul style="list-style-type: none"> • Leitura/escrita de documentos com fontes pequenas e baixo contraste • Desenho técnico

Fonte: NBR 5413/92

2.5.6. Etiqueta nacional de conservação de energia

Para receber esta etiqueta do Programa Brasileiro de Etiquetagem o produto deve atender a requisitos de desempenho previamente estabelecidos em regulamentos técnicos e normas.

A avaliação quanto a sua eficiência energética classifica o produto em uma escala que se inicia na letra A e define o mais eficiente e vai até a letra C (ou até G, dependendo do produto) definindo-o neste caso como menos eficiente. A escala também possui cores sendo a de maior eficiência na cor verde (A) e a de menor eficiência na cor vermelha (G). A Figura 23 traz um modelo de etiqueta que vai até a letra E, finalizando em cor laranja.

A etiqueta apresenta além das informações essenciais de características do produto e sua eficiência outra sobre o uso, como o volume de água gasto em um ciclo de lavagem na máquina de lavar roupas, para carros indica o consumo de combustível, entre outros.

A aprovação no Inmetro e Procel são pré-requisitos para a obtenção da etiqueta e então seus símbolos também devem estar presentes.

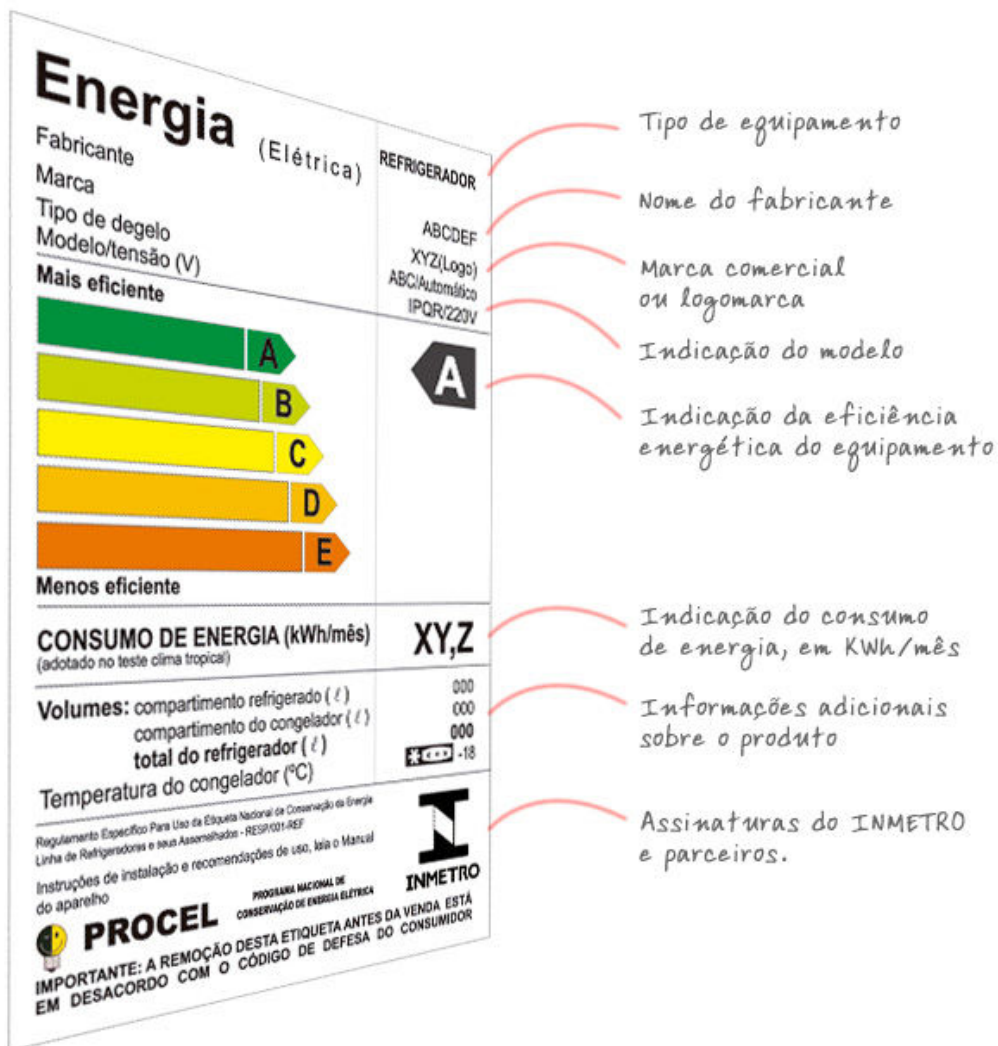


Figura 23 – Etiqueta Nacional de Conservação de Energia
Fonte: Inmetro

3 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Este trabalho apresenta considerações para uma ferramenta de avaliação, ou seja, um questionário no qual estão apresentados diversos itens relevantes a respeito de desempenho térmico, eficiência energética e consumo racional de água que serão analisados segundo referências baseadas em normas da ABNT, conforme apresentados na revisão bibliográfica e darão apoio nas ações de *retrofit*.

Na primeira folha da planilha de avaliação devem ser preenchidos alguns dados da obra para identificação e para que sirvam como parâmetros de acompanhamento. Outro aspecto quanto às informações da primeira folha é para que a própria obra seja uma referência quanto ao nível de eficiência antes das intervenções e a evolução possa ser mensurada a partir destas intervenções.

Na segunda folha a avaliação foi separada em três partes, sendo a primeira a respeito do desempenho térmico da edificação, em que todas as características voltadas para o condicionamento passivo e iluminação natural serão consideradas por meio das condições da envoltória. A segunda parte é relativa ao consumo eficiente da água, em que será avaliado a presença de dispositivos economizadores de água assim como o eventual aproveitamento da água da chuva e o reuso de águas cinzas. Na terceira e última parte serão avaliadas as formas eficientes de uso da energia elétrica na edificação por meio da existência de sistemas de aquecimento solar da água e módulos solares fotovoltaicos, qual sistema ou tecnologia é feito o condicionamento artificial do ar nas edificações, do possível atendimento dos níveis de iluminação e sua forma de acionamento. As três partes foram assim denominadas: desempenho térmico; consumo eficiente de água e consumo eficiente de energia elétrica. Todos os itens a serem avaliados possuem na sequência uma contextualização a respeito do que se pretende analisar e que servirá de apoio ao aplicador da avaliação, de forma a padronizar o enquadramento da resposta. Para cada item há três alternativas, das quais a edificação deverá se referenciar em somente uma, sendo elas:

- NS (Não satisfaz): não atende de forma satisfatória;
- SA (Satisfaz): atende de forma satisfatória;
- SU (Supera): apresenta-se superando as expectativas.

Na terceira folha são apresentados os números totais de enquadramento em cada ramo da avaliação: desempenho térmico, consumo eficiente de água e consumo eficiente de energia elétrica e também o resultado geral da edificação. São

apresentados também gráficos com estas respostas de forma a facilitar a visualização e comparação de dados.

3.1. FERRAMENTA DE AVALIAÇÃO

Apresenta-se em forma de questionário e é composto por uma planilha inicial contendo os campos a serem preenchidos com os dados da obra e indicadores de consumo imagem e planta para seu reconhecimento visual (ver Figura 24), o questionário propriamente dito (ver Figura 25), uma planilha de análise de resultados (ver Figura 26) e também por um roteiro que baliza o avaliador em como analisar a edificação em cada um dos itens apresentados (ver Tabela 11, Tabela 12 e Tabela 13), pois como a ferramenta está inserida no programa *Excel* da *Microsoft*, tão logo as respostas das análises forem sendo inseridas, os gráficos dos resultados vão sendo automaticamente corrigidos.

Quanto à análise de desempenho térmico da edificação, os itens a serem avaliados estão todos embasados na NBR 15.220/2005. Para os itens que possuem valor de referência na norma, o enquadramento em “Satisfaz” se dará se a edificação atender ao requerido por ela, caso contrário enquadrar-se-á em “Não Satisfaz”. Para o enquadramento no nível de “Supera” não há parâmetro normatizado, desta forma foi sugerido um acréscimo de 30%, ou seja, 30% a melhor do que a eficiência referenciada como atendimento à norma. Para os itens em que não há valores, apenas propostas de estratégias, foram sugeridos percentuais de atendimento a elas para cada um dos níveis de enquadramento.

Quanto à análise do consumo racional de água, os itens incluídos na análise foram embasados nas solicitações das concessionárias de água potável de diversas regiões do Brasil e de algumas normas individuais de equipamentos. Como as solicitações das concessionárias se apresentam pouco precisas e também em forma de estratégias a serem aplicadas, para montar os três enquadramentos do questionário foram sugeridas formas ou percentuais de atendimento às proposições delas, da mesma forma às normas individuais de alguns equipamentos.

Quanto à análise da eficiência energética, os itens incluídos na análise foram embasados nas estratégias de economia propostas pelas cartilhas de Eficiência Energética do Ministério de Minas e Energia, Selo Casa Azul da Caixa Econômica Federal entre outros. Da mesma forma que a anterior, as cartilhas apresentam

estratégias de consumo eficiente de energia elétrica, ou seja, de eficiência energética nas edificações, não havendo parâmetros definidos para limitar os enquadramentos propostos neste trabalho. Foram então novamente sugeridos formas ou percentuais de atendimento às proposições.

As sugestões de enquadramento propostos nos itens deste trabalho não foram testadas anteriormente e estão em caráter sugestivo. Todos os enquadramentos em cada item a ser analisado estão apresentados no roteiro balizador de análise. Este é o documento que o avaliador que for realizar a inspeção deverá ler atentamente e mantê-la junto para auxiliar no enquadramento da edificação item a item. Desta forma todas as edificações terão um padrão de respostas que facilitarão a análise e comparação final.

3.1.1. Planilha

Edificação: _____		Setor: _____	
DADOS PRELIMINARES			
Data do levantamento: _____		Responsável: _____	
DADOS DA OBRA			
Código da Edificação: _____		Setor que utiliza: _____	Horário de Funcionamento: _____ às _____
Endereço da Obra: _____			
Ano da Construção: _____		_____ Administrativo	_____ Retangular
Área: _____		Uso da Edificação: _____ Casa de Força	Forma geométrica: _____ Quadrada
Nº pavimentos: _____		_____ Casa Técnica	_____ Formato "U"
Pé Direito: _____		_____ Almojarifado / Garagem	_____ Outra
INDICADORES DE CONSUMO			
Energia		Mês de maior consumo: _____ com _____ kWh	Mês de maior consumo: _____ com _____ m ³
		Mês de menor consumo: _____ com _____ kWh	Água
		Mês de menor consumo: _____ com _____ kWh	Mês de menor consumo: _____ com _____ m ³
		Média anual: _____ com _____ kWh	Média anual: _____ com _____ m ³
RECONHECIMENTO VISUAL			
Fachada Principal (Foto)		Planta de cobertura (orientada)	
<div style="border: 1px solid black; width: 200px; height: 150px; margin: 0 auto;"></div>		<div style="border: 1px solid black; width: 150px; height: 50px; margin: 0 auto;"></div>	
Orientação Geográfica			

Figura 24 – Primeira folha da planilha
Fonte: Autoria Própria

Edificação:		Setor:			
AVALIAÇÃO DA EDIFICAÇÃO					
		NS (Não Satisfaz)	SA (Satisfaz)	SU (Supera)	
Desempenho Térmico	1 Capacidade Térmica da Parede Externa (CT) kJ/m ² .K				
	2 Transmitância Térmica da Parede Externa (U) W/m ² .K				
	3 Transmitância Térmica da Cobertura (U) W/m ² .K				
	4 Sombreamento das aberturas				
	5 Condicionamento térmico para o verão				
	6 Condicionamento térmico para o inverno				
	7 Aberturas para ventilação				
Consumo Eficiente de Água	1 Aproveitamento de Água de Chuva				
	2 Reaproveitamento de Águas Cinzas				
	3 Hidrômetro individual				
	4 Dispositivo de controle de fechamento em mictórios				
	5 Dispositivo de controle de fechamento em chuveiros				
	6 Dispositivo de controle de fechamento em torneiras				
	7 Dispositivo para redução de vazão de água em torneiras				
	8 Vazão do chuveiro				
	9 Dispositivo de acionamento de vasos sanitários com dois fluxos				
Consumo Eficiente de Energia Elétrica	1 Tipo de Lâmpadas				
	2 Aquecimento de chuveiros				
	3 Nível de iluminação I (Baixo)				
	4 Nível de iluminação I (Médio)				
	5 Nível de iluminação I (Alto)				
	6 Sensor de presença				
	7 Fotocélula para iluminação externa				
	8 Ar condicionado				
	9 Etiqueta Nacional de Conservação de Energia				
	10 Placas Fotovoltaicas				
TOTAL		26 Itens	0	0	0

Figura 25 – Segunda folha da planilha
Fonte: Autoria Própria

Edificação:	Setor:
-------------	--------

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Análise dos itens:

	"NS"	"SA"	"SU"
1. Desempenho Térmico	0%	0%	0%
2. Consumo Eficiente de Água	0%	0%	0%
3. Consumo Eficiente de Energia Elétrica	0%	0%	0%
4. Total Geral da edificação após a análise dos 26 itens	0%	0%	0%

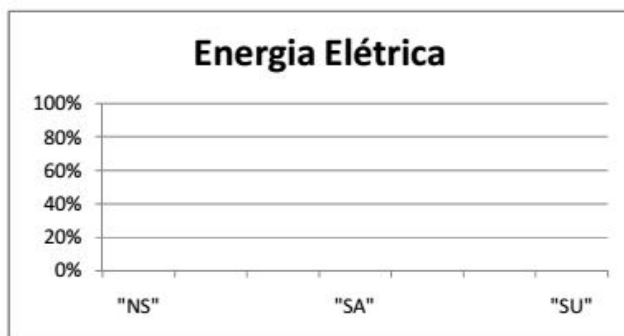
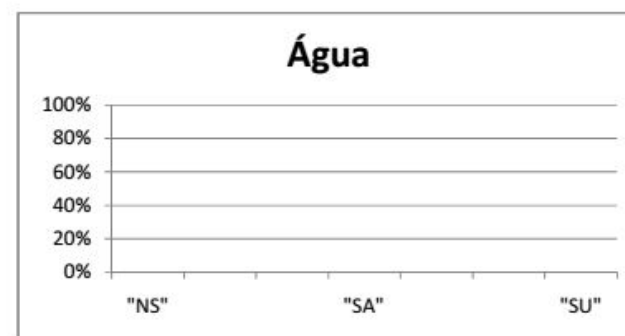
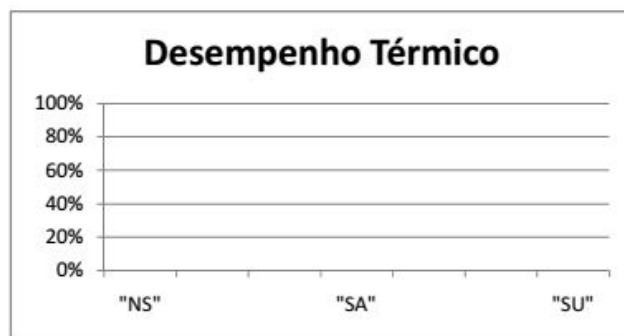


Figura 26 – Terceira folha da planilha
Fonte: Autoria Própria

3.1.2. Roteiro balizador de análise

Tabela 11 - Questões de avaliação quanto ao desempenho térmico da edificação

Item	Contextualização	NS (Nãosatisfaz)	SA (Satisfaz)	SU (Supera)
Capacidade Térmica da Parede Externa (CT) kJ/m ² .K	Identificar qual a Zona Bioclimática que a edificação se encontra. Identificar qual o tipo de parede que ela tem para calcular a sua Capacidade Térmica e enquadrá-la nos itens propostos. (Há paredes padrões já calculadas na NBR 15.220/2005 ou o método de cálculo) (Para paredes não contempladas na norma pode-se optar por calcular usando o software S3E) (Para edificações na Zona Bioclimática 8 deixar o item em branco).	Zonas Bioclimáticas 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 CT < 130	Zonas Bioclimáticas 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 CT ≥ 130	Zonas Bioclimáticas 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 CT > 170 (+ 30%)
		Zonas Bioclimáticas 1 e 2 U > 2,5	Zonas Bioclimáticas 1 e 2 U ≤ 2,5	Zonas Bioclimáticas 1 e 2 U ≤ 1,75 (-30%)
Transmitância Térmica da Parede Externa (U) W/m ² .K	Identificar qual a Zona Bioclimática que a edificação se encontra. Identificar qual o tipo de parede que ela tem para calcular a sua Transmitância Térmica e enquadrá-la nos itens propostos. (Há paredes padrões já calculadas na NBR 15.220/2005 ou o método de cálculo) (Para paredes não contempladas na norma pode-se optar por calcular usando o software S3E)	Zonas Bioclimáticas 3, 4, 5, 6, 7 e 8 eα ≤ 0,6 U > 3,7	Zonas Bioclimáticas 3, 4, 5, 6, 7 e 8 eα ≤ 0,6 U ≤ 3,7	Zonas Bioclimáticas 3, 4, 5, 6, 7 e 8 eα ≤ 0,6 U ≤ 2,6 (-30%)
		Zonas Bioclimáticas 3, 4, 5, 6, 7 e 8 e α > 0,6 U > 2,5	Zonas Bioclimáticas 3, 4, 5, 6, 7 e 8 e α > 0,6 U ≤ 2,5	Zonas Bioclimáticas 3, 4, 5, 6, 7 e 8 e α > 0,6 U ≤ 1,75 (-30%)

Tabela 11 (continuação)- Questões de avaliação quanto ao desempenho térmico da edificação

Item	Contextualização	NS (Nãosatisfaz)	SA (Satisfaz)	SU (Supera)
		Zonas Bioclimáticas 1 e 2 $U > 2,3$	Zonas Bioclimáticas 1 e 2 $2,3 \geq U > 1,0$	Zonas Bioclimáticas 1 e 2 $U \leq 1,0$
		Zonas Bioclimáticas 3, 4, 5 e 6 e $\alpha \leq 0,6$ $U > 2,3$	Zonas Bioclimáticas 3, 4, 5 e 6 e $\alpha \leq 0,6$ $2,3 \geq U > 1,0$	Zonas Bioclimáticas 3, 4, 5 e 6 e $\alpha \leq 0,6$ $U \leq 1,0$
Transmitância Térmica da Cobertura (U) W/m ² .K	Identificar qual a Zona Bioclimática que a edificação se encontra. Identificar qual o tipo de cobertura que ela tem para calcular a sua Transmitância Térmica e enquadrá-la nos itens propostos. (Há paredes padrões já calculadas na NBR 15.220, Norma de Desempenho Térmico ou o método de cálculo). Usar S3E para coberturas não contempladas	Zonas Bioclimáticas 3, 4, 5 e 6 e $\alpha > 0,6$ $U > 1,5$	Zonas Bioclimáticas 3, 4, 5 e 6 e $\alpha > 0,6$ $1,5 \geq U > 0,5$	Zonas Bioclimáticas 3, 4, 5 e 6 e $\alpha > 0,6$ $U \leq 0,5$
		Zonas Bioclimáticas 7 e 8 e $\alpha \leq 0,4$ $U > 2,3$ FV	Zonas Bioclimáticas 7 e 8 e $\alpha \leq 0,4$ $2,3FV \geq U > 1,0FV$	Zonas Bioclimáticas 7 e 8 e $\alpha \leq 0,4$ $U \leq 1,0$ FV
		Zonas Bioclimáticas 7 e 8 e $\alpha > 0,4$ $U > 1,5$ FV	Zonas Bioclimáticas 7 e 8 e $\alpha > 0,4$ $1,5FV \geq U > 0,5FV$	Zonas Bioclimáticas 7 e 8 e $\alpha > 0,4$ $U \leq 0,5$ FV

Tabela 11 (continuação)-Questões de avaliação quanto ao desempenho térmico da edificação

Item	Contextualização	NS (Não satisfaz)	SA (Satisfaz)	SU (Supera)
		Zona Bioclimática 1 Não permite sol durante período de frio	Zona Bioclimática 1 Permite sol durante período de frio em até 75% das aberturas	Zona Bioclimática 1 Permite sol durante período de frio mais de 75% das aberturas
Sombreamento das aberturas	Analisar quanto a quantidade de sol é permitido entrar na edificação através das aberturas	Zonas Bioclimáticas 2 e 3 Não permite o sol durante o inverno	Zonas Bioclimáticas 2 e 3 Permite o sol durante o inverno em até 75% das aberturas	Zonas Bioclimáticas 2 e 3 Permite o sol durante o inverno mais de 75% das aberturas
		Zonas Bioclimáticas 4, 5, 6, 7 e 8 Não há sombreamento das aberturas	Zonas Bioclimáticas 4, 5, 6, 7 e 8 Há sombreamento em até 75% das aberturas	Zonas Bioclimáticas 4, 5, 6, 7 e 8 Há sombreamento em mais de 75% das aberturas

Tabela 11 (continuação)-Questões de avaliação quanto ao desempenho térmico da edificação

Item	Contextualização	NS (Não satisfaz)	SA (Satisfaz)	SU (Supera)
		Zonas Bioclimáticas 2, 3 e 5 Não há ventilação cruzada.	Zonas Bioclimáticas 2, 3 e 5 Há ventilação cruzada que atende até 50% da edificação (não considerados banheiros)	Zonas Bioclimáticas 2, 3 e 5 Há ventilação cruzada que atende toda a edificação (não considerados banheiros)
Condicionamento térmico para o verão	Analisar se a edificação possui as características de condicionamento térmico que melhoram seu conforto térmico para a estação do verão (Para Zona Bioclimática 1 deixar o item em branco)	Zonas Bioclimáticas 4, 6 e 7 Não há resfriamento evaporativo e nem massa térmica para resfriamento.	Zonas Bioclimáticas 4, 6 e 7 Ou há resfriamento evaporativo, ou há massa térmica para resfriamento.	Zonas Bioclimáticas 4, 6 e 7 Há resfriamento evaporativo e há massa térmica para resfriamento.
		Zona Bioclimática 8 Não há ventilação cruzada permanente	Zona Bioclimática 8 Há ventilação cruzada permanente que atende até 50% da edificação (não considerados banheiros)	Zona Bioclimática 8 Há ventilação cruzada permanente que atende toda a edificação (não considerados banheiros)

Tabela 11 (conclusão)-Questões de avaliação quanto ao desempenho térmico da edificação

Item	Contextualização	NS (Nãosatisfaz)	SA (Satisfaz)	SU (Supera)
Condicionamento térmico para o inverno	Analisar se a edificação possui as características de condicionamento térmico que melhoram seu conforto térmico para a estação do inverno (Para Zonas Bioclimáticas 7 e 8 deixar o item em branco)	Zonas Bioclimáticas 1, 2, 3 e 4 Não há aquecimento solar da edificação e não há vedações internas pesadas (Inércia térmica)	Zonas Bioclimáticas 1, 2, 3 e 4 Ou há aquecimento solar da edificação ou há vedações internas pesadas (Inércia térmica)	Zonas Bioclimáticas 1, 2, 3 e 4 Há aquecimento solar da edificação e há vedações internas pesadas (Inércia térmica)
		Zonas Bioclimáticas 5 e 6 Não há vedações internas pesadas (Inércia térmica)	Zonas Bioclimáticas 5 e 6 Há vedações internas pesadas (Inércia térmica) que atendam 50% da edificação	Zonas Bioclimáticas 5 e 6 Há vedações internas pesadas (Inércia térmica) que atendam 100% da edificação
Aberturas para ventilação	Analisar o tamanho das aberturas para ventilação em relação a área de piso. (A= área de janela / área de piso)	Zonas Bioclimáticas 1, 2, 3, 4, 5 e 6 Médias $A < 15$	Zonas Bioclimáticas 1, 2, 3, 4, 5 e 6 Médias $15 \leq A \leq 20$	Zonas Bioclimáticas 1, 2, 3, 4, 5 e 6 Médias $20 \leq A \leq 25$
		Zona Bioclimática 7 Pequenas $A < 10$	Zona Bioclimática 7 Pequenas $10 \leq A \leq 13$	Zona Bioclimática 7 Pequenas $13 \leq A \leq 15$
		Zona Bioclimática 8 Grandes $A < 40$	Zona Bioclimática 8 Grandes $A = 40$	Zona Bioclimática 8 Grandes $A > 40$

Fonte: Autoria própria

Tabela 12- Questões de avaliação quanto ao consumo eficiente de água

Item	Contextualização	NS (Não satisfaz)	SA (Satisfaz)	SU (Supera)
Aproveitamento de água de chuva	<p>Analisar a respeito da utilização deste tipo de água na edificação</p> <p>(Esta água só deve ser utilizada para fins não potáveis, exemplo: sanitários, irrigação e limpeza de calçada ou veículos)</p> <p>(Para o caso de não haver irrigação, desconsiderar a particularidade da avaliação)</p>	Não utiliza	Utiliza só para torneiras de limpeza ou só para vasos sanitários ou só para irrigação.	<p>Utiliza para torneiras de limpeza, irrigação para vasos sanitários.</p> <p>Ou apenas para um deles, desde que seja o de maior consumo proporcional a área (quando torneira de limpeza) ou ao número de pessoas (quando vaso sanitário) ou a área irrigada.</p> <p>Utiliza para torneiras de limpeza e para vasos sanitários.</p>
Reaproveitamento de Águas Cinzas	<p>Analisar o reuso desta água na edificação</p> <p>(Esta água só deve ser utilizada para fins não potáveis, exemplo: sanitários ou limpeza)</p>	Não utiliza	Utiliza só para torneiras de limpeza ou só para vasos sanitários.	<p>Ou apenas para um deles, desde que seja o de maior consumo proporcional a área (quando torneira de limpeza) ou ao número de pessoas (quando vaso sanitário).</p>
Hidrômetro individual	<p>Analisar quanto à existência de medição individualizada da edificação</p> <p>(Se a edificação for única no terreno deixar o item em branco)</p>	Não há	Há hidrômetro individualizando a edificação	Há hidrômetro individualizando a edificação e ele faz leitura remota

Tabela 12(conclusão)- Questões de avaliação quanto ao consumo eficiente de água

Item	Contextualização	NS (Não satisfaz)	SA (Satisfaz)	SU (Supera)
Dispositivo para controle de fechamento de água em mictórios	Analisar quanto à ocorrência de registros automáticos (acionamento manual ou por sensor) que cortam o jato de água após um determinado tempo	Abaixo de 50% são automáticos	Igual ou acima de 50% são automáticos	Todos são automáticos
Dispositivo para controle de fechamento de água em chuveiros	Analisar quanto à ocorrência de registros automáticos (acionamento manual ou por sensor) que cortam o jato de água após um determinado tempo	Abaixo de 50% são automáticos	Igual ou acima de 50% são automáticos	Todos são automáticos
Dispositivo para controle de fechamento de água em torneiras	Analisar quanto à ocorrência de torneiras automáticas (acionamento manual ou por sensor) que cortam o jato de água após um determinado tempo	Abaixo de 50% são automáticas	Igual ou acima de 50% são automáticas	Todas são automáticas
Dispositivo para redução de vazão de água em torneiras	Analisar quanto à ocorrência de torneiras com dispositivos de redução de vazão chamados arejadores.	Abaixo de 50% possuem	Igual ou acima de 50% possuem	Todas possuem arejadores
Vazão do chuveiro	Analisar qual é a vazão do chuveiro (coletar a água por um minuto e medir o volume)	Acima de 18 l/min	Entre 18 e 12 l/min	Menor que 12 l/min
Dispositivo de acionamento de vasos sanitários com dois fluxos	Analisar a quantidade de vasos sanitários que possuem válvula de descarga com fluxos distintos: um para resíduos sólidos (6 litros) e um para resíduos líquidos (3 litros).	Abaixo de 50% são vasos sanitário com dispositivos de acionamento com dois fluxos. Ou, mesmo que a quantidade satisfaça mas as bacias dos vasos sanitários com o dispositivo possuem a data de fabricação anterior a 2003.	Igual ou acima de 50% são vasos sanitários (com fabricação posterior a 2003) com dispositivo de acionamento de dois fluxos.	Todos os vasos sanitários (com fabricação posterior a 2003) possuem o dispositivo de acionamento de dois fluxos.

Fonte: Autoria própria

Tabela 13- Questões de avaliação quanto ao consumo eficiente de energia elétrica

Item	Contextualização	NS (Não satisfaz)	SA (Satisfaz)	SU (Supera)
Tipo de Lâmpadas	Analisar quais são os tipos de lâmpadas que estão instaladas nas luminárias.	Todas ou mais de 50% são incandescentes	Acima de 90% são fluorescentes	Acima de 75% em LED e restante fluorescente
Aquecimento de chuveiros	Analisar qual o tipo de aquecimento da água dos chuveiros existentes. (Se a edificação não possuir chuveiro, deixar o item em branco)	Chuveiros elétricos ou aquecimento apenas a gás	Chuveiro elétrico conjugado com sistema de aquecimento de passagem a gás	Aquecimento solar da água com apoio elétrico ou a gás
Nível de iluminação I (Baixo)	Analisar o nível de iluminação para locais em com as seguintes tarefas: circulação de pessoas, reconhecimento facial, leitura casual, armazenamento, refeição e terminais de vídeo. (Uso do luxímetro)	Abaixo de 100 lux	Entre 100 lux e 150 lux	Entre 150 lux e 200 lux
Nível de iluminação II (Médio)	Analisar o nível de iluminação para locais em com as seguintes tarefas: Leitura / escrita de documentos com alto contraste, participação de conferências. (Uso do luxímetro)	Abaixo de 300 lux	Entre 300 lux e 400 lux	Entre 400 lux e 500 lux
Nível de iluminação III (Alto)	Analisar o nível de iluminação para locais em com as seguintes tarefas: Leitura / escrita de documentos com fontes pequenas e de baixo contraste, desenho técnico. (Uso do luxímetro)	Abaixo de 500 lux	Entre 500 lux e 750 lux	Entre 750 lux e 1.000 lux

Tabela 13 (conclusão)-Questões de avaliação quanto ao consumo eficiente de energia elétrica

Item	Contextualização	NS (Não satisfaz)	SA (Satisfaz)	SU (Supera)
Sensor de Presença	Analisar se a edificação possui sensor de presença (tempo de desligamento de 1h) em ambientes de uso coletivo	Abaixo de 50% dos ambientes possuem	Igual ou acima de 50% possuem	100% dos ambientes possuem
Fotocélula para iluminação externa	Analisar quanto à existência de fotocélulas para ligar e desligar as iluminações externas. (Se a edificação não possuir iluminação externas, deixar o item em branco)	Abaixo de 50% das iluminações externas possuem	Igual ou acima de 50% das iluminações externas possuem	100% das iluminações externas possuem
Ar Condicionado	Analisar quanto ao tipo de sistema de ar condicionado existente na edificação conforme a melhor eficiência. (Se a edificação não possuir ar condicionado, deixar o item em branco)	Todos os equipamentos de ar condicionado são individuais e do tipo janelheiro Ou do tipo central do tipo VRV	75% são individuais do tipo <i>split</i> sem tecnologia <i>inverter</i> , sendo aceito até 25% do tipo janelheiro	100% dos equipamentos de ar condicionado individuais forem com tecnologia <i>inverter</i> . Ou se o sistema for central com do tipo VRF
Etiqueta Nacional de Conservação de Energia	Analisar se os equipamentos possuem a etiqueta e qual é a sua eficiência	Abaixo de 50% dos equipamentos possuem a etiqueta	Igual ou acima de 50% dos equipamentos possuem a etiqueta	Todos os equipamentos possuem etiqueta com nível A de eficiência
Placas Fotovoltaicas	Analisar se a edificação possui placas fotovoltaicas para a geração de energia elétrica	Não possui placas	Possui placas, mas em produção de energia inferior à demanda da edificação.	Possui placas com produção de energia superior à demanda da edificação, conectada a rede de distribuição.

Fonte: Autoria própria

4 RESULTADOS

A ferramenta não foi testada, pois foram feitas apenas considerações a respeito de seus itens e formas de enquadramento em cada um deles a ser analisado na edificação. Desta forma não é possível apresentar um resultado específico, todavia muitas análises, de forma mais genérica, podem ser feitas mesmo sem sua aplicação, apresentando as possíveis utilizações dos resultados e aplicabilidade desta ferramenta.

O cenário apresentado na planilha Avaliação da Edificação (Figura 25) define pontualmente quais itens estão em pior, ou melhor, eficiência, possibilitando identificar e alinhar todas as intervenções necessárias, ou quais os menos eficientes que então devem ser melhorados nas primeiras ações. Outra forma de aproveitamento desta planilha é o embasamento fornecido quando da análise entre custo e benefício de uma reforma a ser executada na edificação.

Ao se verificar o gráfico de cada assunto (desempenho térmico, consumo eficiente de água e consumo eficiente de energia elétrica) é possível avaliar na edificação quantos itens ela “não satisfaz”, quantos ela “satisfaz” e em quantos ela “supera” às expectativas. Desta forma há a indicação do seu nível desempenho térmico e eficiência em relação a cada assunto analisado, sendo possível identificar em qual deles a edificação é mais ou menos eficiente.

O gráfico geral apresenta um cenário no qual as edificações podem ser comparadas, como se fosse uma escala de grandeza, ou seja, quanto esta edificação é mais eficiente que a outra. Esta escala possibilita a valorização do imóvel ou como mais um item para a sua avaliação, pois quanto mais eficiente uma edificação menos custo com a operação ela terá. Para situações em que o proprietário possui vários imóveis, este nível de eficiência passa a ser uma ferramenta de apoio ao direcionamento do investimento, ou seja, a edificação que está menos eficiente, que gasta mais para operar, deve ser priorizada.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Quando da análise da situação crítica em que a natureza se encontra atualmente, toda e qualquer ação que a preserve a natureza ou que devolva a sua manutenção, ou mesmo seu consumo sustentável será sempre benéfica.

Nesta linha, a construção de novas edificações ou mesmo a reforma em existentes que estejam alinhadas com a proposição de um bom desempenho térmico, uma boa eficiência energética e um consumo racional de água, trarão consigo uma maior economia para a sua operação.

A taxa de retorno financeiro destes investimentos em eficiência e desempenho pode muitas vezes não atender às expectativas, porém a taxa que se deve analisar é a da recomposição da natureza, é dela que provém nossa sobrevivência. Caso seja retirado da natureza quantidades de recursos maiores que ela possa repor, não haverá um compromisso em nível de sustentabilidade e as próximas gerações poderão não ter o necessário para suas atividades.

Políticas públicas gradativamente intensificam ações que vão de encontro com a sustentabilidade. Assim todos os incentivos e subsídios possíveis para que recursos naturais possam ser poupados ou mesmo utilizados de forma racional, devem ser tratados com o raciocínio de que a Natureza é interligada, uma degradação leva a outra, porém uma ação de preservação também leva a outra.

5.1. RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Considerando as limitações deste trabalho e visando aprofundar os níveis de análise, são apresentadas algumas sugestões de trabalhos e estudos:

- Avaliar os itens utilizados no questionário de avaliação;
- Pesquisar um maior número de itens a serem avaliados;
- Fazer a aplicação do questionário;
- Testar os parâmetros de enquadramento propostos;
- Comparar os resultados dos testes para as diversas análises propostas.

6 REFERÊNCIAS

ASM WATER METER. **Individual medidor de chorro de água.** Disponível em: <http://es.asmeter.com/single-jet-dry-type-domestic-coldhot-water-meter-13.html>.

Acessado em 28 de agosto de 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5.413/92: Iluminância de interiores.**Rio de Janeiro. 1992. 13 p.

_____. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5.626/98: Instalação predial de água fria.**Rio de Janeiro. 1998. 41 p.

_____. **NBR 5.674/99: Manutenção de edificações – Procedimento.** Rio de Janeiro. 1999. 6 p.

_____. **NBR 7.198/93: Projeto e execução de instalações prediais de água quente.** Rio de Janeiro. 1993. 6 p.

_____. **NBR 10.844/89: Instalações prediais de águas pluviais.** Rio de Janeiro. 1989. 13 p.

_____. **NBR 13.713/09: Instalações hidráulicas prediais - Aparelhos automáticos acionados mecanicamente e com ciclo de fechamento automático - Requisitos e métodos de ensaio.** Rio de Janeiro. 2009. 27 p.

_____. **NBR 15.097/11: Aparelhos sanitários de materiais cerâmicos.** Rio de Janeiro. 2011. 65 p.

_____.**NBR 15.220-2/05: Desempenho térmico de edificações – Parte 2: Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações.** Rio de Janeiro, Brasil: [s.n.], 2005. p. 66

_____. **NBR 15.220-3/05: Desempenho Térmico das edificações – Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes para habitações unifamiliares de interesse social.** Rio de Janeiro. 2005. 30 p.

_____. **NBR 15.527/07: Água de chuva: Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos.** Rio de Janeiro, 2007. 8 p.

_____. **NBR 15.569/08 : Sistema de Aquecimento Solar de Água em Circuito Direto – Projeto e Instalação.** Rio de Janeiro. 2008. 36 p.

_____. **NBR 15.575/13: Edificações Habitacionais - Desempenho.** Rio de Janeiro, Brasil: [s.n.], 2013. p. 66

BOTELHO, Manoel Henrique Campos, RIBEIRO Jr, Geraldo de Andrade, **Instalações Hidráulicas Prediais: Usando tubos de PVC e PPR**, 2ª Ed- São Paulo: Edgard Blücher, 2006.

BRASIL. **Portaria nº 23**, de 12 de fevereiro de 2015, do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Estabelece boas práticas de gestão e uso de Energia Elétrica e de Água nos órgãos e entidades da Administração Pública Federal direta, autárquica e fundacional e dispões sobre o monitoramento de consumo desses bens e serviços. Disponível em: http://lex.com.br/legis_26485628_PORTARIA_N_23_DE_12_DE_FEVEREIRO_DE_2015.aspx. Acessado em 10 de junho de 2015.

_____. **Portaria nº 75**, de 17 de março de 2015, do Ministério de Minas e Energia. Aprova o Guia de Eficiência Energética em Edificações Públicas. Disponível em: http://www.lex.com.br/legis_26601437_PORTARIA_N_75_DE_17_DE_MARCO_DE_2015.aspx. Acessado em 10 de junho de 2015.

_____. **Lei nº 8.666**, de 21 de junho de 1993. Institui normas para licitação e contratos da Administração Pública e dá outras providências. Disponível em: http://www.lex.com.br/doc_31518_LEI_N_8666_DE_21_DE_JUNHO_DE_1993.aspx Acessado em 10 de junho de 2015.

BUILD, **Wind ventilation and cross ventilation**. Disponível em: <http://www.build.com.au/wind-ventilation-and-cross-ventilation> . Acessado em 10 de setembro de 2015.

Conjuntura de Recursos Hídricos no Brasil 2013. **Agência Nacional de Águas – ANA**. Brasília. 2013.

CONSUL. **Ar Condicionado**. Disponível em <http://www.consul.com.br/categoria/ar-condicionados/>. Acessado em 05 de agosto de 2015.

DECA. **Metais para cozinha e banheiro**. <http://www.deca.com.br>. Acessado em 15 de setembro de 2015.

Desempenho de Edificações Habitacionais – Guia Orientativo para Atendimento à Norma ABNT NBR 15.575/2013. **Câmara Brasileira da Indústria da Construção - CBIC**. Brasília. 2013

DOCOL. **Metais para cozinha e banheiro**. <http://www.docol.com.br>. Acessado em 15 de setembro de 2015.

DOE - Departamento de Energia dos Estados Unidos. **Energy Demands on Water Resources** - Report to Congress on The Interdependency of Energy and Water. Departamento de Energia dos Estados Unidos, Power, Estados Unidos, 2006.

DORNELLES, Fernando. **Aproveitamento de Água de chuva no meio urbano e seu efeito na drenagem pluvial**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Tese (Doutorado em Engenharia de recursos hídricos e saneamento ambiental) – Porto Alegre. 2012.

DUARTE, Vanessa Cavalcanti Paes. **Comparação do Desempenho Energético de Sistemas de Climatização para uma edificação Comercial em Florianópolis/SC**. 2014. 184 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

EPE (Empresa de Pesquisa Energética) - **Balço Energético Nacional 2014**: Ano base 2013, Rio de Janeiro, 2014.

EPE (Empresa de Pesquisa Energética) - **Balço Energético Nacional 2015**: Ano base 2014, Rio de Janeiro, 2015.

FERRAGENS RIO SALERMO. **Economia em torneiras e chuveiros**. Disponível em:

<http://riosalerno.blogspot.com.br/2011/12/economia-em-torneiras-e-chuveiros.html>.

Acessado em 11 de outubro de 2015.

FUJITSU. **Ar Condicionado**. Disponível em <http://www.fujitsu-general.com/br/index.html>. Acessado em 05 de agosto de 2015.

GIACCHINI, Margolaine; FILHO, Alceu Gomes de Andrade. Estudo sobre o método dos dias sem chuva para o dimensionamento de reservatórios. **Revista de Engenharia e Tecnologia**.V.3, nº.1, disponível em: <http://www.revistaret.com.br/ojs-2.2.3/index.php/ret/article/viewFile/69/99>. Acessado em 18 de julho de 2015.

GOMIDE, Tito Lívio Ferreira; NETO, Jerônimo Cabral Pereira Fagundes; GULLO, Marco Antonio. **Inspeção Predial Total – Diretrizes e laudos no enfoque da qualidade total e da engenharia diagnóstica**. São Paulo. PINI. 2011.

INCEPA, **Louças Sanitárias**. Disponível em; <http://www.banheirosincepa.com.br/pt/produtos/>. Acessado em 18 de setembro de 2015.

JRRIO, **Estratégias E Técnicas Bioclimáticas**. Disponível em: <http://www.jrrio.com.br/construcao-sustentavel/pb-estrategias-bioclimaticas.html>. Acessado em 10 de setembro de 2015.

KYOCERA. **Módulos Solares Fotovoltaicos**. Disponível em: <http://www.kyocerasolar.com.br/modulos-solares.html>. Acessado em 25 de agosto de 2015.

KRISHNA, Hari J.; PHILIPS, Ann; POPE, Tim. **Rainwater Harvesting and Stormwater Recycling**. ASLA (American Society Landscape Architects) Annual Meeting, 2002.

LAMBERTS, Roberto. DUTRA, Luciano. e PEREIRA, Fernando O. R. **Eficiência Energética na Arquitetura**, 1ª Ed. São Paulo: PW, 1997. Disponível em: <http://www.labeee.ufsc.br/publicacoes/livros>. Acessado em 10 de setembro de 2015.

_____. _____. 3ª Ed. Rio de Janeiro: Eletrobrás / PROCEL, 2014. Disponível em: <http://www.labeee.ufsc.br/publicacoes/livros>. Acessado em 10 de setembro de 2015.

NAKAGAWA, Alessandra Keiko; KIPERSTOK, Asher; ESQUERRE, Karla Patrícia Oliveira. **ÁGUAPURA - Programa de Uso Racional da Água da UFBA: Metodologia e Resultados**. **CESEC UFPR**. Disponível em: http://www.cesec.ufpr.br/sispred/atas/artigos/231_FINAL.pdf. Acessado em 18 de setembro de 2015.

PROCEL. Centro Brasileiro de Informação de Eficiência Energética. Disponível em: <http://www.procel.gov.br/main.asp>. Acessado em 18 de setembro de 2015.

ROCHA, Marcius H.; QUALHARINI, Eduardo L. **“Modelagem gerencial de sistemas de manutenção predial em edificações históricas”**. In: Construção 2001, p.137-144, Lisboa, dezembro de 2001.

SAIS CONSULTORIA. **Como é o sistema para reaproveitar água de chuva**. Disponível em: <https://saisconsultoria.wordpress.com/2010/08/22/reaproveitamento-de-agua/>. Acessado em 25 de setembro de 2015.

SANEPAR. **Água, use sem desperdiçar**. Disponível em: <http://educando.sanepar.com.br/ensino1a4serie/%C3%A1gua-use-sem-desperdi%C3%A7ar>. Acessado em 10 de agosto 2015.

SANTANA, Mariana Vasconcelos. **Influência de parâmetros construtivos no consumo de energia de edifícios de escritório localizados em Florianópolis-SC**. Universidade Federal de Santa Catarina. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)- Florianópolis. 2006.

Selo Casa Azul, Boas Práticas para Habitação Mais Sustentável. **Caixa Econômica Federal**. Disponível em http://www.caixa.gov.br/Downloads/selo_azul/Selo_Casa_Azul.pdf. Acessado em 10 de junho de 2015.

SOLETROL. **Aquecedores solar para água**. <http://www.soletrol.com.br/produtos/>. Acessado em 15 de setembro de 2015.

SORGATO, Marcio José; VERSAGE, Rogério; LAMBERTS, Roberto. Sombrear ou não sombrear janelas. Nota Técnica nº 02/2011. **Laboratório de Eficiência Energética em Edificações**. Florianópolis. 2011. Disponível em: http://www.labee.ufsc.br/sites/default/files/publicacoes/notas_tecnicas/NT_Sombrear_ou_nao_sombrear_janelas.pdf. Acessado em 09 de outubro de 2015.

TERMOTEC AR CONDICIONADO. **Ar condicionado e refrigeração**. Disponível em www.termotecarcondicionado.com.br. Acessado em 16 de setembro de 2015.

SILVA VIEIRA, Abel. **Uso racional de água em habitações de interesse social como estratégia para a conservação de energia em Florianópolis, Santa Catarina**. 2012. 172 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

VIGGIANO, Mario Hermes Stanziona. Reuso das águas cinzas. **Laboratório de Bioarquitetura e Sistemas Produtivos**. Brasília. 2008. Disponível em: <http://issuu.com/marioviggiano/docs/aguascinzas2010>. Acessado em 25 de setembro de 2015.

APÊNDICE A – Relação de algumas cidades com as classificações da Zona Bioclimática

A relação abaixo indica o estado, o nome da cidade e a zona bioclimática em que ela se encontra.

Tabela 1: Zonas Bioclimáticas

UF	Cidade	ZB	UF	Cidade	ZB	UF	Cidade	ZB
AC	Cruzeiro do Sul	8	BA	Caravelas	8	CE	Quixadá	7
AC	Rio Branco	8	BA	Carinhanha	6	CE	Quixeramobim	7
AC	Tarauacá	8	BA	Cipó	8	CE	Sobral	7
			BA	Correntina	6	CE	Tauá	7
AL	Água Branca	5	BA	Guaratinga	8			
AL	Anadia	8	BA	Ilhéus	8	DF	Brasília	4
AL	Coruripe	8	BA	Irecê	6			
AL	Maceió	8	BA	Itaperaba	8	ES	Cachoeira Itapemirim	8
AL	Palmeira dos Índios	8	BA	Itiruçu	5	ES	Conceição da Barra	8
AL	Pão de Açúcar	8	BA	Ituaçu	6	ES	Linhares	8
AL	Pilar	8	BA	Jacobina	8			
AL	Porto de Pedras	8	BA	Lençóis	8	ES	São Mateus	8
			BA	Monte Santo	6	ES	Vitória	8
AM	Barcelos	8	BA	Morro do Chapéu	5	GO	Aragarças	6
AM	Coari	8	BA	Paratinga	7	GO	Catalão	6
AM	Fonte Boa	8	BA	Paulo Afonso	7	GO	Formosa	6
AM	Humaitá	8	BA	Remanso	7	GO	Goiânia	6
AM	Iauretê	8	BA	Salvador (Ondina)	8	GO	Goiás	7
AM	Itacoatiara	8	BA	Santa Rita de Cássia	6	GO	Ipameri	4
AM	Manaus	8	BA	São Franc do Conde	8	GO	Luziânia	4
AM	Parintins	8	BA	S. Gonçalo Campos	7	GO	Pirenópolis	6
AM	Taracuá	8	BA	Senhor do Bonfim	8	GO	Posse	6
AM	Tefé	8	BA	Serrinha/BA	5	GO	Rio Verde	6
AM	Uaupés	8	BA	Vitória da Conquista	5			
						MA	Barra do Corda	7
AP	Macapá	8	CE	Barbalha	7	MA	Breves	8
			CE	Campos Sales	7	MA	Carolina	7
BA	Alagoinhas	8	CE	Crateús	7	MA	Caxias	7
BA	Barra do Rio Grande	6	CE	Fortaleza	8	MA	Coroatá	8
BA	Barreiras	7	CE	Guaramiranga	5	MA	Grajaú	7
BA	Bom Jesus da Lapa	6	CE	Iguatu	7	MA	Imperatriz	7
BA	Caetité	6	CE	Jaguaruana	8	MA	São Bento	8
BA	Camaçari	8	CE	Mondibim	8	MA	São Luiz	8
BA	Canavieiras	8	CE	Morada Nova	7	MA	Turiaçu	8

Tabela 1: Zonas Bioclimáticas		(cont)			
UF	Cidade	ZB	UF	Cidade	ZB
MA	Zé Doca	8	MG	Santos Dumont	3
			MG	São Francisco	6
MG	Aimorés	5	MG	São João del-Rei	2
MG	Araçuaí	5	MG	São João Evangelista	3
MG	Araxá	3	MG	São Lourenço	2
MG	Bambuí	3	MG	Sete Lagoas	4
MG	Barbacena	3	MG	Teófilo Otoni	5
MG	Belo Horizonte	3	MG	Três Corações	2
MG	Caparaó	2	MG	Ubá	3
MG	Capinópolis	5	MG	Uberaba	3
MG	Caratinga	3	MG	Viçosa	3
MG	Cataguases	5			
MG	Conceição Mato Dentro	3	MS	Aquidauana	5
MG	Coronel Pacheco	3	MS	Campo Grande	6
MG	Curvelo	3	MS	Corumbá	8
MG	Diamantina	3	MS	Coxim	6
MG	Espinosa	6	MS	Dourados	3
MG	Frutal	6	MS	Ivinhema	5
MG	Gov. Valadares	3	MS	Paranaíba	6
MG	Grão Mogol	2	MS	Ponta Porã	3
MG	Ibirité	3	MS	Três Lagoas	6
MG	Itabira	2	MT	Cáceres	8
MG	Itajubá	3	MT	Cidade Vera	5
MG	Itamarandiba	6	MT	Cuiabá	7
MG	Januária	6	MT	Diamantino	7
MG	João Pinheiro	3	MT	Meruri	6
MG	Juiz de Fora	3	MT	Presidente Murtinho	3
MG	Lavras	5			
MG	Leopoldina	2	PA	Altamira	8
MG	Machado	3	PA	Alto Tapajós	8
MG	Monte Alegre Minas	7	PA	Belém	8
MG	Monte Azul	6	PA	Belterra	8
MG	Montes Claros	3	PA	Conceição Araguaia	8
MG	Muriaé	3	PA	Itaituba	8
MG	Oliveira	4	PA	Marabá	8
MG	Paracatu	6	PA	Monte Alegre	8
MG	Passa Quatro	2	PA	Óbidos	8
MG	Patos de Minas	4	PA	Porto de Moz	8
MG	Pedra Azul	5	PA	Santarém (Taperinha)	8
MG	Pirapora	4	PA	São Félix do Xingu	8
MG	Pitangui	4	PA	Soure	8
MG	Poços de Calda	1	PA	Tiriós	
MG	Pompeu	3	PA	Tracuateua	8
			PA	Tucuruí	8
			PB	Arco Verde	7
			PB	Areia	8
			PB	Bananeiras	8
			PB	Campina Grande	8
			PB	Guarabira	8
			PB	João Pessoa	8
			PB	Monteiro	6
			PB	São Gonçalo	7
			PB	Umbuzeiro	8
			PE	Barreiros	8
			PE	Cabrobró	7
			PE	Correntes	8
			PE	Fernando de Noronha	8
			PE	Floresta	7
			PE	Garanhuns	5
			PE	Goiana	8
			PE	Nazaré da Mata	8
			PE	Pesqueira	8
			PE	Petrolina	7
			PE	Recife	8
			PE	São Caetano	8
			PE	Surubim	8
			PE	Tapera	8
			PE	Triunfo	6
			PI	Bom Jesus do Piauí	7
			PI	Florianópolis	7
			PI	Parnaíba	8
			PI	Paulistana	7
			PI	Picos	7
			PI	Teresina	7
			PR	Campo Mourão	3
			PR	Castro	1
			PR	Curitiba	1
			PR	Foz do Iguaçu	3
			PR	Guaíra	3
			PR	Guarapuava	1
			PR	Ivaí	2
			PR	Jacarezinho	3
			PR	Jaguariaíva	2

Tabela 1: Zonas Bioclimáticas		(conclusão)			
UF	Cidade	ZB	UF	Cidade	ZB
PR	Londrina	3	RS	Bagé	2
PR	Maringá	1	RS	Bom Jesus	1
PR	Palmas	1	RS	Caxias do Sul	1
PR	Paranaguá	3	RS	Cruz Alta	2
PR	Ponta Grossa	2	RS	Encruzilhada do Sul	2
PR	Rio Negro	2	RS	Iraí	3
			RS	Passo Fundo	2
RJ	Angra dos Reis	8	RS	Pelotas	2
RJ	Barra do Itabapoana	5	RS	Porto Alegre	3
RJ	Cabo Frio	8	RS	Rio Grande	3
RJ	Campos	5	RS	Santa Maria	2
RJ	Carmo	3	RS	Sta Vitória Palmar	2
RJ	Cordeiro	3	RS	S. Francisco Paula	1
RJ	Escola Agrícola	5	RS	São Luiz Gonzaga	2
RJ	Ilha Guaíba	8	RS	Torres	3
RJ	Itaperuna	5	RS	Uruguaiana	2
RJ	Macaé	5			
RJ	Niterói	5	SC	Araranguá	2
RJ	Nova Friburgo	2	SC	Camboriú	3
RJ	Petrópolis	3	SC	Chapecó	3
RJ	Piraí	3	SC	Florianópolis	3
RJ	Resende	3	SC	Indaial	3
RJ	Rio de Janeiro	8	SC	Lages	1
RJ	Rio D'Ouro	5	SC	Laguna	2
RJ	Teresópolis	2	SC	Porto União	2
RJ	Vassouras	3	SC	São Francisco Sul	5
RJ	Xerém	5	SC	São Joaquim	1
			SC	Urussanga	2
RN	Apodi	8	SC	Valões	2
RN	Ceará Mirim	8	SC	Xanxerê	2
RN	Cruzeta	7			
RN	Florânia	7	SE	Aracaju	8
RN	Macaíba	8	SE	Itabaianinha	8
RN	Macau	8	SE	Propriá	8
RN	Mossoró	7			
RN	Natal	8	SP	Andradina	6
RN	Nova Cruz	8	SP	Araçatuba	5
			SP	Avaré	3
RO	Porto Velho	8	SP	Bandeirantes	3
			SP	Bariri/	3
			SP	Barra Bonita	3
			SP	Campinas	3
			SP	Campos do Jordão	1
			SP	Casa Grande	2
			SP	Catanduva	6
			SP	Franca	4
			SP	Graminha	3
			SP	Ibitinga	3
			SP	Iguape	5
			SP	Itapeva	2
			SP	Jaú	4
			SP	Juquiá	5
			SP	Jurumirim	3
			SP	Limeira	4
			SP	Limoeiro	4
			SP	Mococa	4
			SP	Mogi Guaçu	3
			SP	Paraguaçu Paulista	6
			SP	Pindamonhangaba	3
			SP	Pindorama	6
			SP	Piracicaba	2
			SP	Presidente Prudente	6
			SP	Ribeirão das Antas	3
			SP	Ribeirão Preto	4
			SP	Salto Grande	3
			SP	Santo	5
			SP	São Carlo	4
			SP	São Paulo	3
			SP	São Simão	4
			SP	Sorocaba	3
			SP	Tietê	3
			SP	Tremembé	3
			SP	Ubatuba	3
			SP	Viracopos	4
			SP	Votuporanga	6
			TO	Paraná	6
			TO	Peixe	7
			TO	Porto Nacional	7
			TO	Taguatinga	7

Fonte: NBR 15220/2005