

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO CIVIL**

ALEXANDRE LUIZ CASAGRANDE

**ANÁLISE DO SISTEMA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA
CERTIFICAÇÃO AQUA DO ESCRITÓRIO VERDE DA UNIVERSIDADE
TECNOLÓGICA DO PARANÁ**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**CURITIBA
2013**

ALEXANDRE LUIZ CASAGRANDE

**ANÁLISE DO SISTEMA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA
CERTIFICAÇÃO AQUA DO ESCRITÓRIO VERDE DA UNIVERSIDADE
TECNOLÓGICA DO PARANÁ**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à Disciplina Projeto Final 2 – CC30R, do Curso Superior de Engenharia de Produção Civil do Departamento Acadêmico de Construção Civil – DACOC – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro.

Orientador: Prof. Dr. Eloy Fassi Casagrande Jr.

**CURITIBA
2013**

Ficha Catalográfica

FOLHA DE APROVAÇÃO

ANÁLISE DO SISTEMA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA CERTIFICAÇÃO AQUA DO ESCRITÓRIO VERDE DA UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA DO PARANÁ

POR

ALEXANDRE LUIZ CASAGRANDE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção Civil, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, defendido e aprovado em 10 de Outubro de 2013, pela seguinte banca de avaliação:

Prof. Orientador – Eloy Fassi Casagrande Jr., Dr.
UTFPR

Prof^a. Vanessa R. Nahhas Scandelari , Dr^a.
UTFPR

Prof. Ivan Azevedo Cardoso, Dr.
UTFPR

AGRADECIMENTOS

A minha família, meus pais que sempre me apoiaram nas minhas escolhas e deram suporte a minha formação, meus irmãos que estão sempre ao meu lado e especialmente as minhas tias Rosângela e Rosana que me abrigaram e me ajudaram durante todos esses anos .

Ao meu orientador Professor Dr. Eloy Fassi Casagrande Jr. pela orientação na condução deste trabalho.

RESUMO

CASAGRANDE, A. L. **Análise do sistema de eficiência energética na certificação AQUA do escritório verde da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.** 2013. 50p. Trabalho de Conclusão de Curso – (Curso Superior em Engenharia de Produção Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2013.

O presente trabalho analisa o sistema energético implantado no Escritório Verde da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) para receber a certificação de Alta Qualidade Ambiental na Construção (AQUA) um sistema de gestão que visa obter a qualidade ambiental de um empreendimento em construção, renovação ou operação e uso. O Escritório Verde é um projeto inovador que foi premiado pela ONU na Coreia do Sul em 2012, um escritório modelo sustentável implantado no bloco V Campus Curitiba da UTFPR que segue os princípios da Agenda 21 apresentados na conferência ECO-92. O projeto procura englobar todos os aspectos de uma construção de alta qualidade ambiental e entre eles, destaca-se o sistema de energia implantado. Trata-se de um aproveitamento dos recursos disponíveis para geração de energia limpa e a utilização de equipamentos e dispositivos de última geração que consequentemente tem um baixo consumo de energia. A busca da eficiência energética é uma meta importante que se justifica cada vez mais, fazendo com que se torne o tema de diversos estudos e projetos que procuram novas fontes de energia e melhor aplicação dos recursos disponíveis, como é o caso do emprego de energias renováveis. A aplicação destes princípios na construção civil é de extrema importância na renovação dos projetos. Este estudo traz uma fundamentação teórica sobre o assunto eficiência energética no Brasil e em seguida mostra sua importância na implantação de um selo de certificação ambiental em uma construção sustentável, além da apresentação do selo AQUA. A segunda etapa é constituída de dados de medições do consumo de energia e estudo do projeto executado no EV. Para finalizar, a lista dos itens enquadrados nos parâmetros estabelecidos no Referencial Técnico de Certificação do Processo AQUA – Edifícios do Setor de Serviços – Operação e Uso (2010) é trazida.

Palavras-Chave: Escritório Verde. Sustentabilidade. Eficiência energética. AQUA. Energia limpa.

ABSTRACT

CASAGRANDE, A. L. **Analysis of system efficiency in the green office certification AQUA Federal Technological University of Paraná.** 2013. 50p. Conclusion Work in Progress - (Course in Civil Engineering Production) - Federal Technological University of Paraná. , 2013.

The present work intends to analyze the energy system implanted in the Green Office Federal Technological University of Parana - UTFPR - to receive the certification of high environmental quality in construction - AQUA - a management system that seeks environmental quality of a project under construction, renovation or operation and use. The Green Office is an innovative design of a sustainable model office which was awarded by the UN in South Korea in 2012 implanted in the Curitiba campus UTFPR block V that follows the principles of Agenda 21 presented in the ECO-92 conference . The project aims to incorporate all aspects of building a high quality environment and among them stand out the power system implanted. It is an use of the resources available for clean energy generation and use of equipment and devices of new generation that has a consequent low consumption. The search for energy efficiency is an important goal that justified increasingly making it becomes the subject of numerous studies and projects that seek new energy sources and better use of available resources, such as renewable energy. The implementation of these principles in construction is extremely important in the renovation projects. This study provides a theoretical foundation on the subject of energy efficiency in Brazil and then shows the importance of implementing an environmental certification seal on sustainable construction and the presentation of the seal AQUA. The second step is the data of the measurements of power consumption and study of the project performed in the EV. To finalize, brings the list of items fitted the parameters established in the Technical Reference Process Certification AQUA - Buildings Sector Services - Operation and Use (2010).

Keywords: Green Office. Sustainability. Energy efficiency. AQUA. Clean energy.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – OFERTA INTERNA DE ENERGIA ELÉTRICA POR FONTE.....	15
FIGURA 2 – CONSUMO SETORIAIS DE ENERGIA ELÉTRICA REFERENTE A 2005.....	20
FIGURA 3 – CONSUMO DE ELETRICIDADE POR APARELHO EM RESIDÊNCIAS BRASILEIRAS REFERENTES A 2005.....	22
FIGURA 4 – SISTEMA DE REAPROVEITAMENTO DA ÁGUA PLUVIAL DO ESCRITÓRIO VERDE.....	29
FIGURA 5 – TELHADO VERDE DO ESCRITÓRIO VERDE.....	30
FIGURA 6 –PAINÉIS DE CAPTAÇÃO DE ENERGIA SOLAR DO ESCRITÓRIO VERDE.....	30
FIGURA 7 – SISTEMA DE ILUMINAÇÃO DO ESCRITÓRIO VERDE.....	31
FIGURA 8 –SISTEMA DE ISOLAMENTO TÉRMICO/ACÚSTICO DO ESCRITÓRIO VERDE.....	31
FIGURA 9 – JANELAS DO ESCRITÓRIO VERDE.....	31
FIGURA 10 – SALA DE REUNIÃO DO ESCRITÓRIO VERDE.....	32
FIGURA 11 – ÁREA DE CAFÉ DO ESCRITÓRIO VERDE.....	32

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AQUA	Alta qualidade ambiental
ASHRAE	<i>American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers</i>
CERQUAL	<i>Certification Qualité Logement</i>
COPEL	Companhia Paranaense de Energia
ELETROBRAS	Centrais Elétricas Brasileiras S.A.
EPE	Empresa de Pesquisas Energéticas
EUA	Estados Unidos Da America
FCAV	Fundação Carlos Alberto Vanzolini
G-8	Grupo dos sete países mais desenvolvidos do mundo e a Rússia
IAS	<i>Institute for Advanced Study</i>
IEA	<i>International Energy Agency</i>
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
IQNet	<i>The International Certification Network</i>
LED	Diodo Emissor de Luz
NBR	Norma Brasileira
PBE	Programa Brasileiro de Etiquetagem
PET	Politereftalato de Etileno
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
RCR	<i>Regional Center of Expertise</i> aprovado na América
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná

USP Universidade de São Paulo

UNU *United Nations University*

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

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – PRINCIPAIS RESULTADOS ENERGÉTICOS DAS AÇÕES DA ELETROBRÁS PROCEL EM 2011	19
TABELA 2 – INDICADORES DE RESULTADOS DAS AÇÕES DA ELETROBRÁS PROCEL EM 2011.....	19
TABELA 3 – COEFICIENTE DE TRANSMITÂNCIA TÉRMICA EDIFÍCIO-BASE	35
TABELA 4 – COEFICIENTE DE TRANSMITÂNCIA TÉRMICA EV	35
TABELA 5 – REGISTRO DE ENERGIA ATIVA DO MEDIDOR 1	36
TABELA 6 – REGISTRO DE ENERGIA ATIVA DO MEDIDOR 2	36
TABELA 7 – REGISTRO DE ENERGIA ATIVA DO MEDIDOR 3	36
TABELA 8 – FATORES DE CONVERSÃO DE ENERGIA EM KG DE CO ₂	39
TABELA 9 – COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS	42

LISTA DE QUADROS

QUADRO 2 – PRINCIPAIS CERTIFICADORES DO MUNDO.....	23
QUADRO 2 – ITEM 4.1 E 4.2 DA QUALIDADE INTRÍNSECA.....	34
QUADRO 3 – ITEM 4.3 DA QUALIDADE INTRÍNSECA.....	37
QUADRO 4 – ITEM 4.3 DA QUALIDADE INTRÍNSECA.....	38
QUADRO 5 – ITEM 4.5 DA QUALIDADE INTRÍNSECA.....	39
QUADRO 6 – ITEM 4.6 DA QUALIDADE INTRÍNSECA.....	40

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS

RESUMO

ABSTRACT

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE SIGLAS

LISTA DE TABELAS

LISTA DE QUADROS.....	23
1 INTRODUÇÃO.....	14
1.2 JUSTIFICATIVA.....	16
1.3 OBJETIVOS.....	17
1.3.1 Objetivo Geral	17
1.3.2 Objetivos Específicos	17
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO	17
2 REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.2 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA.....	18
2.2.1 Eficiência energética no Brasil	18
2.2.2 Projeto Inteligente	21
2.3 CERTIFICAÇÕES DE CONTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS	23
2.3.1 Certificação de Alta Qualidade Ambiental AQUA	24
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	27
4 GESTÃO DE ENERGIA NO ESCRITÓRIO VERDE.....	28
4.1 ESCRITÓRIO VERDE	28
4.2 ANÁLISE DA GESTÃO DE ENERGIA NO ESCRITÓRIO VERDE SEGUNDO CRITÉRIOS DA METODOLOGIA AQUA.....	33
4.2.1 ESTUDO DA QUALIDADE INTRÍNSECA (QI)	34
4.2.2 ESTUDO CONTROLE DA QUALIDADE INTRÍNSECA (CQI).....	40
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	42
5.1 CONCLUSÃO	42
5.2 SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS	43
REFERÊNCIAS.....	44
ANEXO I.....	47
ANEXO II.....	48

1 INTRODUÇÃO

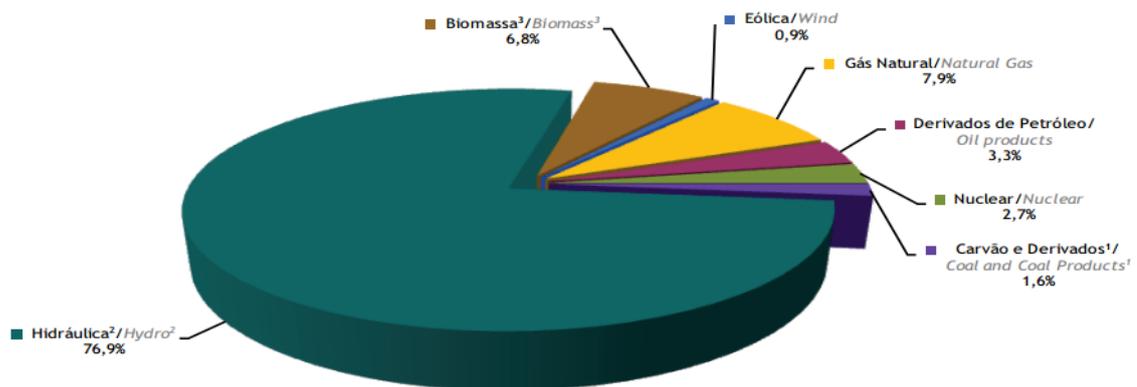
Nossa sociedade passa por um momento de intenso crescimento. Revoluções tecnológicas tiveram grande impacto em nossos sistemas produtivos e ocorreram durante a revolução industrial na Europa no século XVIII, e a partir do século XIX se espalharam pelo mundo. Essas mudanças fizeram com que gerasse um aumento significativo na produção e no consumo em todas as esferas da sociedade; o crescimento aconteceu de forma exponencial tanto no consumo de recursos naturais para suprir a demanda da produção, quanto na geração de resíduos. Gases nocivos lançados na atmosfera na queima de carvão mineral para gerar energia, ou ainda o lançamento sem tratamento do subproduto de uma fábrica têxtil diretamente em um rio, são exemplos de práticas comuns. O resultado deste processo ao longo dos anos, foi uma grande degradação ao meio ambiente.

Este modelo gerou muita preocupação, levando a ONU - Organização das Nações Unidas a organizar uma Conferência sobre o Ambiente Humano, a qual ocorreu em Estocolmo no ano de 1972. A partir desta, outras conferências ao redor do mundo foram realizadas, e metas passaram a ser propostas como no Rio de Janeiro (1992). Essas metas foram reunidas e publicadas na AGENDA 21, que gerou um manual de estratégias de desenvolvimento sustentável. Adotada por 178 países, a AGENDA 21 contém medidas de longo prazo sobre questões de necessidades econômicas, sociais e sustentabilidade, medidas estas que foram novamente discutidas em 2012 na RIO+20 que acontece vinte anos depois da primeira conferência.

Dentre os diversos assuntos discutidos nestas conferências, foram propostas metas para a redução na emissão de gases do efeito estufa (GEE), na cúpula de 2008 em Hokkaido, no Japão, e em seguida em L'Aquila, na Itália, líderes mundiais que compõem o G-8 propuseram uma redução de 50 por cento na emissão de GEE até 2050. Para alcançar estas metas precisa-se de mudanças que envolvam todas as variáveis que afetam nosso planeta, dentre elas pode-se destacar o consumo e produção de energia. Este bem é essencial para o funcionamento dos mais diversos setores de atividade da sociedade, e especificamente falando a energia elétrica é responsável pela maior parte dos equipamentos de residências, edifícios comerciais e públicos.

A energia é um bem de extrema importância para a sociedade e durante o passar dos anos foram criadas diversas formas de se obtê-la. Inovações tecnológicas proporcionaram a possibilidade de aumentar sua geração, no entanto com a grande demanda surgiram problemas ambientais ligados a essa produção e a necessidade de criar novas fontes de energia, alternativas com impactos ambientais menores, que se utilizem de recursos renováveis, chamadas também de energias limpas. No Brasil, a forma de geração de energia mais utilizada é a hidroelétrica, a qual corresponde a 76,9% da matriz nacional como mostra a Figura 1. A implantação de uma usina hidroelétrica acarreta impactos no meio ambiente em função da construção da represa, mesmo assim ela é considerada uma forma de energia limpa. Somada com as demais fontes de energia renováveis, chega a 84,6% da geração nacional .

FIGURA 1 – OFERTA INTERNA DE ENERGIA ELÉTRICA POR FONTE.



FONTE: EPE (2013)

O potencial hidroelétrico do Brasil é de aproximadamente 260GW, mas utiliza-se apenas cerca de 38% deste total, segundo o Ministério de Minas e Energia (2012). Grande parte do percentual restante é economicamente inviável devido à grande distância dos maiores centros consumidores, de não se dispor de financiamentos para construção de hidroelétricas maiores e o impacto ambiental que gera sua instalação. Essas dificuldades fazem com que procuremos outras formas de geração de energia. Muitas destas formas alternativas de geração de energia trazem danos ambientais, pois utilizam fontes não renováveis, como as termoelétricas. Outras porém, são mais interessantes como a energia solar e eólica, que no âmbito mundial representam apenas de 3% do total gerado.

1.1 JUSTIFICATIVA

Um projeto com responsabilidade ambiental se destaca no mercado, uma evolução para atender o consumidor. Segundo Given(2011), consultor de mercado e escritor do livro *"No-Hype options trading"* uma das medidas a serem tomadas para se manter no mercado é ficar atento às escolhas do consumidor. A implantação de uma certificação representa uma importante ferramenta de informação a este consumidor. O certificado permite uma maior noção dos resultados da edificação analisada, sendo que o projeto de gestão energética está ligado diretamente ao consumo de energia, o que gera custos para o utilizador.

Percebendo isso, a UTFPR implantou o primeiro *"Green Office"* do Brasil, com base em modelos já implantados em universidades dos Estados Unidos, Canadá e Europa, colocando o campus universitário em um cenário mais sustentável. Com um projeto que leva em consideração a redução da emissão de carbono, o Escritório Verde da UTFPR procura a eficiência energética com a implantação de um sistema de geração de energia elétrica através da energia solar, aproveitamento da iluminação natural, uso de lâmpadas de LED, instalação de painéis de energia fotovoltaica para aquecimento produção de energia elétrica. O projeto que reúne uma gestão total de processos permitirá a obtenção do AQUA – Alta Qualidade Ambiental, em uma parceria com a fundação Vanzolini, vinculada à USP – Universidade de São Paulo.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Analisar as condições de instalação do projeto de eficiência energética do Escritório Verde da UTFPR, segundo os parâmetros definidos para certificação AQUA de Operação e Uso.

1.2.2 Objetivos Específicos

Constituem-se objetivos específicos do trabalho:

- a) Descrever as características técnicas do sistema de eficiência energética do Escritório verde;
- b) Apresentar medições do consumo de energia e do sistema de iluminação;
- c) Analisar o atendimento dos requisitos para a obtenção do selo AQUA de Operação e Uso;

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

Capítulo 1– Contextualização do trabalho, apresentação do tema e seus objetivos.

Capítulo 2 – Referencial teórico.

Capítulo 3 – Procedimentos metodológicos.

Capítulo 4 – Resultados da pesquisa.

Capítulo 5 – Considerações finais.

Referencias.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

A empresa EPE (2010) define eficiência energética como a relação entre e a quantidade de energia final utilizada e o resultado obtido em um bem produzido ou serviço realizado. Segundo a *International Energy Agency (IEA,2007)*, eficiência energética é a obtenção de serviços energéticos, como produção, transporte e calor, por unidade de energia utilizada, como gás natural, carvão ou eletricidade. De acordo com Patterson(1996), o entendimento de eficiência energética seria um processo associado a um menor uso de energia por cada unidade de produção.

A preocupação com a eficiência energética surgiu quando se colocou em “cheque” as fontes de geração até então utilizadas, as quais eram basicamente os combustíveis fósseis, especificamente em 1972, na conferência de Estocolmo. Segundo a IEA(2007) o consumo mundial de energia seria hoje 56% maior, sem as diferentes políticas de eficiência energéticas implementadas desde 1973, quando países começaram a se preocupar em formular leis específicas para o uso e racionalização da energia. Um dos primeiros países a criar estas leis foram os Estados Unidos da America (EUA), com a criação da Standard 90 – *Energy Conservation in New Design* pela ASHRAE, em 1975, além do estado da Califórnia que criou a *Title 24* em 1978, um programa de eficiência energética em edifícios.

2.1.1 Eficiência energética no Brasil

No Brasil, segundo Geller (2003) estima-se que aconteceu um aumento de 250% no consumo de energia no período de 1975 a 2000, porém uma mobilização para o consumo racional aconteceu somente em dezembro de 1985 quando foi criado o PROCEL – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica. Criado pelo Ministério de Minas e Energia e da Indústria e Comércio, segundo a ELETROBRÁS o PROCEL foi implantado com o objetivo de promover a

racionalização da produção e do consumo de energia elétrica, de forma que desperdícios sejam eliminados e custos reduzidos. Os investimentos setoriais, segundo a ELETROBRÁS(2013), foram na ordem de R\$1 bilhão desde sua criação.

Em 2013, no relatório anual com os resultados do PROCEL as Tabela 1 e 2 trazem os resultados do ano de 2012. A economia no ano equivale ao fornecimento de energia por um ano a 4,8 milhões de residências, considerando uma usina de 2.182 MW. Diante dos resultados acumulados do PROCEL no período 1986 a 2012, a economia total obtida foi na ordem de 60,3 bilhões de kWh.

TABELA 1 – PRINCIPAIS RESULTADOS ENERGÉTICOS DAS AÇÕES DA ELETROBRÁS PROCEL EM 2012.

Principais resultados energéticos das ações da Elétrobrás Procel	
RESULTADO	TOTAL
Energia Economizada (Bilhões de kWh)	9,097
Redução de Demanda na Ponta (MW)	3458
Usina Equivalente (MW)	2182
Emissão de CO2 Equivalente Evitada (mil tCO2e)	624

FONTE: PROCEL(2013)

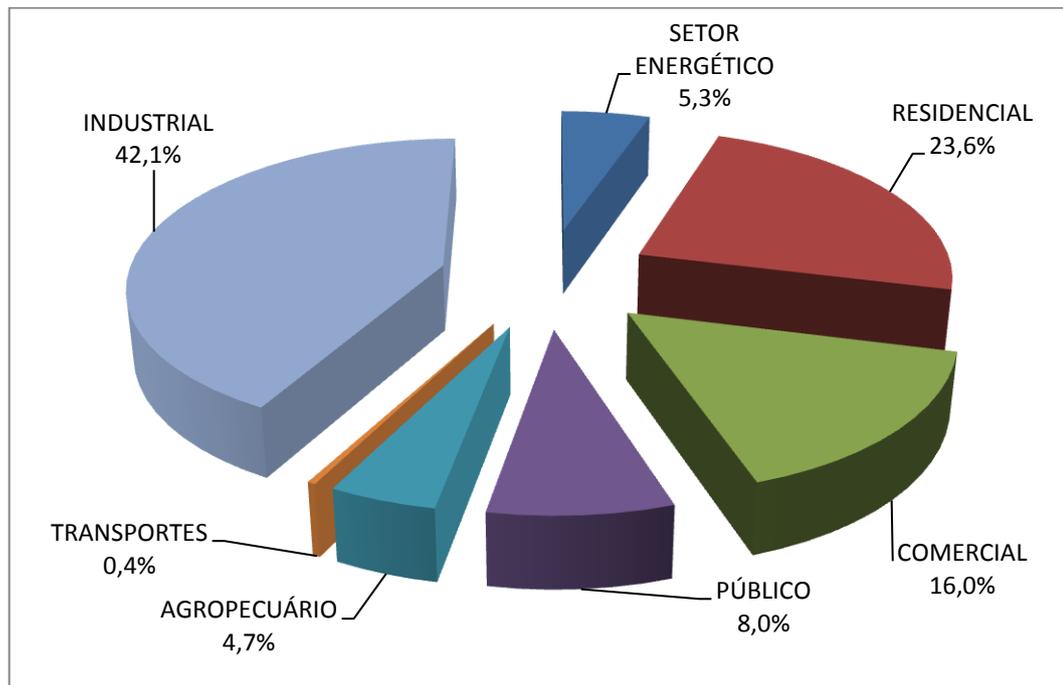
TABELA 2 – INDICADORES DE RESULTADOS DAS AÇÕES DA ELETROBRÁS PROCEL EM 2012.

Indicadores de resultados das ações da EletrobrasProcel em 2012	
Economia em relação ao consumo total de energia elétrica no Brasil (%)	42,03
Economia em relação ao consumo residencial de energia elétrica no Brasil(%)	7,74
Número de residências que poderiam ser atendidas com a economia de energia,durante um ano (milhões)	4,8

FONTE: PROCEL(2013)

Em 2001, um colapso no sistema energético ocorreu devido ao grande crescimento do setor industrial, somado ao aumento dos serviços energéticos em residência e edifícios comerciais que juntos representam 81,8% do consumo de energia elétrica do país(Figura 2). A preocupação gerada pelo racionamento de energia na época deu origem à Lei N°10.295/2001 que estabelece uma política Nacional de conservação e Uso Racional de Energia .

FIGURA 2 – CONSUMO SETORIAIS DE ENERGIA ELÉTRICA REFERENTE A 2012.



FONTE: EPE (2013)

Para Lamberts (2010), um edifício é considerado energeticamente mais eficiente que outro quando proporciona as mesmas condições ambientais de conforto ao seu usuário, com menor consumo de energia. A introdução de novas tecnologias junto com a reeducação dos usuários são as mudanças mais importantes para a busca da eficiência energética. Para que essas mudanças ocorram são necessário investimentos nos setores de pesquisa e programas do governo para o uso racional da energia. Um dos programas que se destacam na educação dos consumidores é o PBE – Programa Brasileiro de Etiquetagem estabelecido pelo INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial que classifica um produto segundo o seu consumo de energia,

recebendo etiquetas de “A” até “G”, sendo a etiqueta “A” referente ao produto mais eficiente.

Outro programa com a mesma característica já tinha sido implantado pelo PROCEL em 1993, o SELO PROCEL, que tem como objetivo “orientar o consumidor no ato da compra, indicando os produtos que apresentam os melhores níveis de eficiência energética dentro de cada categoria, proporcionando, assim, economia na sua conta de energia elétrica” e ainda estimular “a fabricação e a comercialização de produtos mais eficientes, contribuindo para o desenvolvimento tecnológico e a preservação do meio ambiente” (ELETROBRAS, 2009)

Existe também o PROCEL EDIFICA, o qual desenvolve atividades de divulgação e estímulo à aplicação dos conceitos da eficiência energética em edificações e apoia a viabilização da Lei de eficiência energética. Esse programa se sustenta em cinco diferentes vertentes: “Capacitação”, “Tecnologia”, “Disseminação”, “Subsídio à regularização” e “Habitação e eficiência energética”.

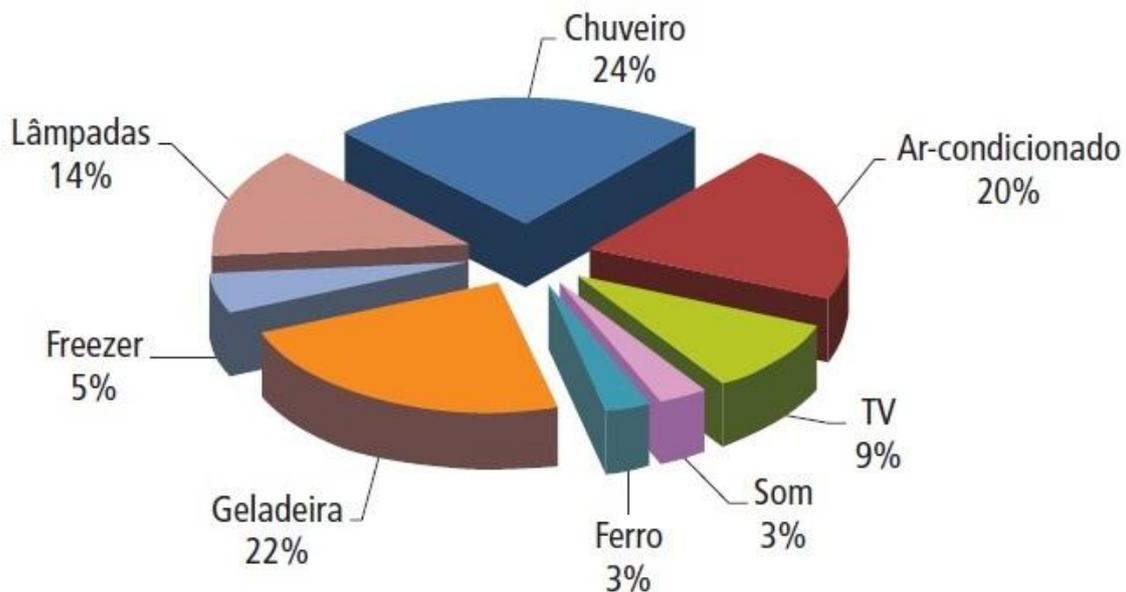
2.1.2 Projeto Inteligente

O projeto é uma etapa muito importante na concepção de uma construção energeticamente eficiente, já que é nele que se determina as principais variáveis de consumo como, o uso de aparelhos domésticos (Figura 3) . Por este motivo torna-se necessário um estudo prévio, contemplando o clima da região e a que fim se destina a construção encontrando a melhor solução para cada edificação. De acordo com Degani e Cardoso(2002), o projeto é o ponto de partida do ciclo de vida de um edifício, espera-se que grande parte das soluções minimizadoras de seus impactos ambientais parta dos arquitetos responsáveis por esta etapa.

A fim de reduzir o consumo com iluminação é preciso criar um projeto de iluminação para cada ambiente, considerando a atividade que será executada no local, procurando sempre aproveitar a luz natural com janelas amplas e bem localizadas. Uma parte importante é a especificação dos aparelhos a serem utilizados para que se possa indicar lâmpadas e eletrodomésticos de baixo consumo energético.

Saber qual tipo de equipamento consome mais energia e a etiqueta a ele aplicada é de grande valia para a busca da eficiência energética. A preocupação com aparelhos de aquecimento e refrigeração, por exemplo, é essencial, pois representa cerca de 66% do consumo em uma residência.

FIGURA 3 – CONSUMO DE ELETRICIDADE POR APARELHO EM RESIDÊNCIAS BRASILEIRAS REFERENTES A 2005.



FONTE: ELETROBRAS(2009)

Sempre que possível é preferível optar por sistemas de aquecimento alternativos como painéis solares. Na NBR 15569 – “Sistemas de Aquecimento Solar de Água em Circuito Direto – Projeto e Instalação” a ABNT define o sistema de aquecimento solar como Sistema composto por coletor(es), reservatório(s) térmico(s), aquecimento auxiliar, acessórios e suas interligações hidráulicas que funcionam por circulação natural ou forçada. Segundo a ELETROBRAS (2009) 73% das residências Brasileiras utiliza o sistema de aquecimento elétrico nos chuveiros que sozinho é responsável pelo consumo de 24% do total da residência(Figura 3) . Além de ser utilizada no aquecimento da água a energia solar também pode ser convertida diretamente em eletricidade, através de dispositivo fotovoltaico.

2.2 CERTIFICAÇÕES DE CONTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS

A grande preocupação com o meio ambiente e as futuras gerações, surgida na década de 70, se espalhou pelo mundo e também passou a fazer parte do universo da construção civil. Construções sustentáveis começaram a surgir nas últimas décadas e se tornaram um diferencial. Para dar embasamento técnico para estes empreendimentos surgiram diversas instituições e sistemas de certificações sustentáveis, os quais criam parâmetros para as construções e indicam o nível alcançado.

Com um selo de certificação ambiental o cliente consegue entender de uma forma concreta o nível de sustentabilidade da edificação, analisa se a empresa que idealizou o projeto visa realizar suas construções de um modo menos agressivo ao meio ambiente. Conseqüentemente, este selo agrega um valor de mercado e melhora o marketing do investimento. As principais entidades certificadoras do mundo estão apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Principais certificadoras do mundo.

Entidade Certificadora	Nacionalidade
LEED (Leadership in Energy and Environmental Design)	Americano
BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method)	Inglês
GREEN STAR (Environmental Rating System)	Australiano
HQE (Haute Qualité Environnementale)	Francês
CASBEE (Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency)	Japonês
AQUA (Alta Qualidade Ambiental)	Brasileiro

FONTE: Adaptado de (CASADO, 2012)

2.2.1 Certificação de Alta Qualidade Ambiental AQUA

Segundo a Fundação Carlos Alberto Vanzolini (AQUA 2007), o processo AQUA consiste em uma certificação de edifícios, desenvolvida por uma parceria da Fundação Carlos Alberto Vanzolini com a CERQUAL – *Certification Qualité Logement*, uma filial da QUALITEL, que opera como um organismo certificador da qualidade técnica e ambiental de habitações. A associação QUALITEL é um organismo sem fins lucrativos, cuja missão é a promoção da qualidade técnica e ambiental da habitação através da certificação e da informação ao grande público.

A Fundação Carlos Alberto Vanzolini é uma instituição sem fins lucrativos fundada em 1990, faz parte do Departamento de Engenharia de Produção da Escola Politécnica da USP, tendo como principal objetivo a difusão do conhecimento na área de Engenharia de Produção. A Fundação Carlos Alberto Vanzolini foi pioneira no Brasil, sendo a primeira entidade reconhecida pelo INMETRO na certificação de sistemas de garantia de qualidade. Ela também faz parte do IQNet – “*The International Certification Network*”, uma rede internacional de entidades certificadoras, compostas pelos mais importantes órgão certificadores de 35 países. Cerca de 30% dos certificados de sistemas de gestão emitidos ao redor do mundo foram gerados pelos organismos pertencentes a IQNet.

A Alta Qualidade Ambiental é definida pela Fundação Carlos Alberto Vanzolini (AQUA 2007) como sendo um processo de gestão de projeto visando obter a qualidade ambiental de um empreendimento novo ou envolvendo uma reabilitação. Esse processo passa pelos seguintes passos:

- Implementação de um sistema de gestão ambiental;
- Adaptação do edifício a sua envolvente e ambiente imediato, o que se traduz pela obrigação de responder aos principais contextos e prioridades ambientais de proximidades, identificados na análise do local do empreendimento;
- Informação transmitida pelo empreendedor aos compradores e usuários, estimulando a adoção de práticas mais eficientes em termos de respeito ao meio ambiente.

A obtenção do desempenho ambiental envolve tanto a gestão ambiental como a natureza arquitetônica e técnica. Por esta razão, o referencial técnico da certificação estrutura-se em duas formas de avaliação de desempenho alcançados em relação com os seguintes referenciais: O sistema de Gestão de Empreendimentos (SGE), para avaliar o sistema de gestão ambiental implantado e o referencial da Qualidade Ambiental do Edifício(QAE), para avaliar o desempenho arquitetônico e técnico da construção.

O AQUA estrutura-se em 14 categorias e que são divididas em 4 famílias:

Sítio e Construção:

Categoria nº1: Relação do edifício com seu entorno.

Categoria nº2: Escolha integrada de produtos, sistemas e processos construtivos.

Categoria nº3: Canteiro de obras com baixo impacto ambiental.

Gestão:

Categoria nº4: Gestão de energia.

Categoria nº5: Gestão de água.

Categoria nº6: Gestão dos resíduos de e operação do edifício.

Categoria nº7: Manutenção – Permanência do desempenho ambiental.

Conforto:

Categoria nº8: Conforto higrotérmico.

Categoria nº9: Conforto acústico.

Categoria nº10: Conforto visual.

Categoria nº11: Conforto olfativo.

Saúde:

Categoria nº12: Qualidade sanitária dos ambientes.

Categoria nº13: Qualidade sanitária do ar.

Categoria nº14: Qualidade sanitária da água.

A qualidade ambiental, expressa nestas 14 categorias, representa os desafios ambientais do empreendimento, as quais são avaliadas por meio de indicadores de desempenho segundo 3 níveis:

- **BOM:** Nível correspondente ao desempenho mínimo para um empreendimento de Alta Qualidade Ambiental. Isso pode corresponder à regulamentação, se está suficientemente exigente quanto aos desempenhos de um empreendimento, ou, a ausência desta, à prática corrente.
- **SUPERIOR:** Nível correspondente ao das boas práticas.
- **EXCELENTE:** Nível calibrado em função dos desempenhos máximos constatados em empreendimentos de Alta Qualidade Ambiental, mas assegurado que estes possam ser atingíveis.

A atribuição do certificado prevê no mínimo a obtenção de 3 categorias de nível EXCELENTE, 4 do nível SUPERIOR e 7 no nível BOM. Este perfil dos níveis de cada categoria será imposto pelo próprio empreendedor podendo, respeitando determinados limites, ser modificado, mas isso deve ser justificado de modo coerente.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Após o estudo sobre a eficiência energética realizado no referencial teórico, uma etapa muito importante, que serviu de base para o desenvolvimento deste estudo de caso. Foi possível realizar uma análise do projeto do EV.

O estudo de caso iniciou-se com o do Referencial Técnico de Certificações – Edifícios de Serviços – Operação e Uso, os itens nele descritos e os níveis pré-estabelecidos que deveriam ser alcançados. Em seguida, reuniu-se leituras do consumo de energia, informações de todos os equipamentos, materiais e sistemas energéticos que foram implantados no EV. Assim foi possível analisar os parâmetros apresentados pelo AQUA.

Na última etapa foram apresentados os resultados obtidos e as conclusões finais deste estudo. O metodologia de trabalho adotada no presente estudo de caso consistiu em:

1. Revisão da literatura;
2. Definição da Metodologia de pesquisa;
3. Processo AQUA – Alta Qualidade ambiental;
4. Coleta de dados;
5. Análise de resultados;
6. Conclusões;
7. Elaboração final da monografia e defesa do projeto.

4 GESTÃO DE ENERGIA NO ESCRITÓRIO VERDE

4.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESCRITÓRIO VERDE

O Escritório Verde é um projeto da UTFPR, que desenvolveu o primeiro “Green Office” em uma universidade brasileira. Uma iniciativa que uniu pesquisadores, professores, estudantes e a administração, tornando a universidade um lugar mais sustentável, pois é palco de cursos e palestras relacionadas ao meio ambiente além de abrigar uma empresa Jr. de consultoria Ambiental. O Escritório também abriga o “Centro Regional Integrado de Expertise de Educação para o Desenvolvimento Sustentável – CRIE Curitiba”. O centro é uma rede de representantes das universidades do estado do Paraná e foi aprovado pela Universidade das Nações Unidas (UNU) e UNESCO, sendo o primeiro do país e fazendo parte de uma rede de mais de 80 aprovados de RCEs (*Regional Centres of Expertise*) no mundo para atender as demandas da “Década da Educação para o Desenvolvimento Sustentável 2004-2015”, decretada pela ONU. O Escritório Verde pretende se tornar um “laboratório vivo” que demonstra os produtos e tecnologias ecoeficientes implantadas na construção. O projeto conta com soluções, como :

- Sistema de coleta e uso da água da chuva(Figura 4);
- Sistema de telhados verdes para maior isolamento térmico e absorção de água(Figura 5);
- Projeto com áreas de alta permeabilidade de água;
- Painéis Fotovoltaicos, totalizando 2,1 kWp de potência instalada, para produção de energia elétrica (figura 6);
- Uso de equipamento para controle da umidade e resfriamento do ar;
- Sistema de iluminação natural e uso de lâmpadas LED (Figura 7);
- Isolamento térmico acústico produzido a partir de PET e pneu reciclado (Figura 8);
- Janelas em madeira de reflorestamento certificada com vidro duplo (Figuras 9);

- Uso de piso elevado, carpete e deck, também em material reciclado;
- Uso de madeira reaproveitada no piso do mezanino e na escada(Figura 10);
- Mobiliário seguindo os critérios de Ecodesign (Figura 11).

Especialmente falando da eficiência energética o Escritório Verde é a primeira edificação autônoma solar do Paraná com cerca de 3.000 Watts instalados. D estes 2.100 W conectados diretamente na rede (modelo *grid tie*) e 850 W num banco de baterias (modelo *stand alone*). O escritório se prepara para receber a certificação de AQUA - Alta Qualidade Ambiental na operação e uso da edificação.

O EV também conta com um sistema de geração de energia Eólica com 500 W, entretanto não poderá ser estudado neste trabalho pois encontra-se desligado.

FIGURA 4 – SISTEMA DE REAPROVEITAMENTO DA ÁGUA PLUVIAL DO ESCRITÓRIO VERDE.



FONTE: www.escriptorioverdeonline.com.br(2011)

FIGURA 5 – TELHADO VERDE DO ESCRITÓRIO VERDE.



FONTE: www.escriptorioverdeonline.com.br(2011)

FIGURA 6 –PAINÉIS DE CAPTAÇÃO DE ENERGIA SOLAR DO ESCRITÓRIO VERDE.



FONTE: www.escriptorioverdeonline.com.br(2011)

FIGURA 7 – SISTEMA DE ILUMINAÇÃO DO ESCRITÓRIO VERDE.



FONTE: www.escriptorioverdeonline.com.br(2011)

FIGURA8 –SISTEMA DE ISOLAMENTO TÉRMICO/ACÚSTICO DO ESCRITÓRIO VERDE.



FONTE: www.escriptorioverdeonline.com.br(2011)

FIGURA 9 – JANELAS DO ESCRITÓRIO VERDE.



FONTE: www.escriptorioverdeonline.com.br(2011)

FIGURA 10 – SALA DE REUNIÃO DO ESCRITÓRIO VERDE.



FONTE: www.escriptorioverdeonline.com.br(2011)

FIGURA 11 – ÁREA DE CAFÉ DO ESCRITÓRIO VERDE.



FONTE: www.escriptorioverdeonline.com.br(2011)

4.2 ANÁLISE DA GESTÃO DE ENERGIA NO ESCRITÓRIO VERDE SEGUNDO CRITÉRIOS DA METODOLOGIA AQUA

Segundo AQUA(2007), na França acontece uma obrigatoriedade da redução das emissões de CO₂, e também o aumento inevitável do custo da energia, relacionado ao esgotamento progressivo das fontes de energia. Esta realidade fez surgir a necessidade de se atingir um consumo médio de energia primária em torno de 100 kWh/m² por volta do ano 2050. No Brasil, o consumo médio anual de energia está em torno de 200 a 300 kWh/m² de área útil, sendo que por enquanto não há uma meta traçada para diminuí-lo, porém assim como a França, temos que preparar o país para enfrentar a o fenômeno das mudanças climáticas. A categoria 4 do Referencial acerca do programa AQUA, é a tradução operacional dos esforços feitos pelo empreendedor para limitar os consumos de energia durante a fase de uso e operação do edifício e, por isto mesmo, limitar o esgotamento dos recursos energéticos não renováveis.

Os métodos empregados na realização deste trabalho atendem as medições e análises propostas pela Fundação Carlos Alberto Vanzolini, utilizando o Referencial Técnico de Certificações – Edifícios de Serviços – Operação e Uso AQUA(2010). A análise foi realizada de acordo com os itens presentes no ANEXO I Qualidade Intrínseca (QI), item 4 da Parte II do AQUA(2010) e no ANEXO II - Controle da Qualidade Intrínseca (CQI), item 4 da Parte IV do AQUA(2010).

O AQUA(2010) ainda não foi publicado oficialmente Pela Fundação Vanzolini, portanto, caso durante a execução das análises deste trabalho fique clara a necessidade de alguma alteração, será apresentada de forma a ajudar na construção desta referência.

Na sequência, encontram-se descrito os critérios para medição e uma tabela com os valores e níveis alcançados.

4.2.1 ESTUDO DA QUALIDADE INTRÍNSECA (QI)

4.2.1.1 Melhorar a aptidão da envoltória (QI 4.1 e QI 4.2).

A relação da estrutura do EV com sua envoltória contribui para a redução do consumo de energia, principalmente para resfriamento e iluminação. As melhorias apresentadas na envoltória são muito importante pois trazem benefícios por vários anos praticamente para toda a vida útil do edifício. Além disso, segundo o AQUA(2007), a aptidão da envoltória e da estrutura do edifício para reduzir as necessidades de energia podem ser avaliadas no início da concepção, uma vez adotado o partido arquitetônico (volumetria, compacidade, tamanho e orientação das aberturas, tipo de proteções solares, escolhas construtivas e inércia térmica). No Quadro 2 está os critérios para avaliar essa relação:

Quadro 2 – Item 4.1 e 4.2 da Qualidade Intrínseca.

QUALIDADE INTRÍNSECA (QI)		
REFERENCIAL		
Preocupação	Característica	Critério
QI 4.1. Melhorar a aptidão da envoltória para limitar desperdícios	Explicitação do valor absoluto do coeficiente de Transmitância Térmica ponderada da envoltória: U_{edif} (W/m ² .K)	
	$U_{edif} < U_{edif-base} + 40 \%$	
QI 4.2. Melhorar a aptidão do edifício para reduzir suas necessidades energéticas	Explicitação do valor absoluto das necessidades energéticas totais e das necessidades energéticas por uso final (resfriamento e aquecimento; iluminação; aquecimento de água; ventilação; equipamentos auxiliares) em kWh-ep/ano.m ² área útil.	
	Dispositivos e meios que permitem a iluminação natural, o aquecimento ou resfriamento passivos em certas zonas do edifício	

FONTE: AQUA (2010)

Para o cálculo do item QI 4.1 (Quadro 2) temos a Equação de Transmitância Térmica da Superfície (U_{edif}) associada ao elemento de vedação (A_i).

$$U_{edif} = \frac{\sum U_i \times A_i}{\sum A_i}$$

A Tabela 3 é referente ao edifício-base, elaborada com base na realidade do país.

TABELA 3 – COEFICIENTE DE TRANSMITÂNCIA TÉRMICA EDIFÍCIO-BASE .

Elemento do edifício base	Transmitância térmica ai (W/m2.K)
Parede	2,4
Cobertura	1,2
Portas, não totalmente de vidro	3,0
Vidros	6,5

FONTE: AQUA (2007)

A Tabela 4 é referente ao Escritório Verde, elaborada com base nos materiais utilizados no EV.

TABELA 4 – COEFICIENTE DE TRANSMITÂNCIA TÉRMICA EV

Elemento do EV	Transmitância térmica ai (W/m2.K)
Parede	0,4
Cobertura	0,7
Portas, não totalmente de vidro	2,6
Vidros	3,1

FONTE: O AUTOR (2013)

Para o cálculo do item QI 4.2 (Quadro 2), valor absoluto das necessidades energéticas totais e das necessidades energéticas por uso final, foram considerados os seguintes sistemas:

- Moto bomba para reaproveitamento de águas pluviais;
- Iluminação;
- Aquecimento;
- Aparelhos diversos para escritório.

O EV apresenta um Sistema Fotovoltáico Conectado a rede(SFCR) que está operando desde 14 de dezembro de 2011; o sistema conta com três medidores M1, M2 e M3. O medidor M1 registra a energia elétrica gerada pelo SFCR, o M2 apresenta a energia elétrica consumida no EV e o M3 que registra a diferença entre a energia consumida no EV e a energia fotovoltaica gerada.

Com este sistema poderíamos encontrar duas opções no sistema EV: a diferença apresentada no M3 ser negativa, o que significa que o que SFCR está gerando mais energia que a necessária para o EV e está injetando a energia excedente na rede. A diferença positiva, o que representa que a energia consumida pelo EV é maior que a energia gerada e portanto a parcela faltante é suprida pela COPEL.

Nas Tabelas 5, 6 e 7 estão apresentadas medições realizadas nos três medidores no período compreendido entre 21/12/2012 e 30/01/2012.

TABELA 5 – REGISTRO DE ENERGIA ATIVA DO MEDIDOR 1

DATA	21/12	26/12	28/12	02/01	04/01	07/01	09/01	10/01
ENERGIA ATIVA (Kwh)	0,0	41,1	52,1	78,8	83,8	110,7	117,5	124,4
DATA	14/01	16/01	18/01	22/01	24/01	28/01	30/01	
ENERGIA ATIVA (Kwh)	156,8	171,9	187,6	223,7	239,2	269,9	283,0	

FONTE: OLIVEIRA,CAMPOS E AMARANTE (2013)

TABELA 6 – REGISTRO DE ENERGIA ATIVA DO MEDIDOR 2

DATA	21/12	26/12	28/12	02/01	04/01	07/01	09/01	10/01
ENERGIA ATIVA (Kwh)	0,0	16,9	22,9	35,5	41,6	52,1	57,6	60,4
DATA	14/01	16/01	18/01	22/01	24/01	28/01	30/01	
ENERGIA ATIVA (Kwh)	72,0	77,1	82,8	95,7	100,9	111,6	117,1	

FONTE: OLIVEIRA,CAMPOS E AMARANTE (2013)

TABELA 7 – REGISTRO DE ENERGIA ATIVA DO MEDIDOR 3

DATA	21/12	26/12	28/12	02/01	04/01	07/01	09/01	10/01
ENERGIA ATIVA (Kwh)	0,0	10,0	13,9	22,0	26,0	32,1	35,6	37,3
DATA	14/01	16/01	18/01	22/01	24/01	28/01	30/01	
ENERGIA ATIVA (Kwh)	43,9	47,0	49,7	57,6	60,8	67,4	70,2	

FONTE: OLIVEIRA,CAMPOS E AMARANTE (2013)

Com os resultados expressos na Tabela 5 calculouse-se que a energia gerada pelo SFCR em um mês foi de 217,79 kWh e, utilizando o mesmo período na Tabela 6 a energia consumida pelo EV foi igual a 88,69 kWh. No entanto o valor que deveria ser verificado na Tabela 7 seria de -129,1 kWh o que não ocorreu. Segundo Oliveira, Campos e Amarante (2013) a diferença, provavelmente, ocorreu por problemas no ajuste da polarização da bobina de corrente. Para esse trabalho, foi utilizado o valor de 53,46 kWh, que foi efetivamente apresentado na Tabela 7 para o consumo de um mês no EV, que está muito abaixo do consumo médio mensal do setor Brasileiro que é de 154 kWh/mês em 2010 (MENDONÇA 2011). O valor final por ano resulta em 641,52 kWh ou 4,52 kWh/m².

O escritório apresenta apenas a torneira da cozinha com sistema de aquecimento de água, que é feito através de um sistema de aquecimento solar térmico. Seu maior diferencial é a absorção de calor do ambiente externo em qualquer clima e qualquer temperatura, sem necessidade de um sistema auxiliar. O EV apresenta vários meios que permitem a iluminação natural, conta com 19 janelas e 2 portas, proporcionando iluminação abundante em ambientes de trabalho e circulação, e com cores claras na superfícies internas.

4.2.1.2 Redução do Consumo de Energia Primária e dos Poluentes Associados

O consumo de energia de uma construção é expresso em energia primária. A redução do consumo desta energia é muito importante para reduzir o impacto do edifício no esgotamento de recursos energéticos e da poluição atmosférica (Quadro 3).

Quadro 3 – Item 4.3 da Qualidade Intrínseca.

QI 4.3. Reduzir o consumo de energia primária devido ao aquecimento, resfriamento, à iluminação, ao aquecimento de água, à ventilação e aos equipamentos auxiliares	Explicitação do valor absoluto do coeficiente de consumo convencional de energia primária C_{ep} (kWh-ep/ano e kWh-ep/ano.m ² área útil) total e comparação do desempenho energético alcançado em relação ao $C_{ep,ref}$	$C_{ep} \leq 1,30 C_{ep,ref}$ e equipos nível C
		$C_{ep} \leq C_{ep,ref}$ e equipos nível B
		$C_{ep} \leq 0,90 C_{ep,ref}$ e equipos nível A
		$C_{ep} \leq 0,80 C_{ep,ref}$ e equipos nível A
		$C_{ep} \leq 0,60 C_{ep,ref}$ e equipos nível A
	Medidas tomadas para limitar o consumo de energia para a iluminação artificial não obrigatória.	
Medidas tomadas para limitar o consumo de energia nos equipamentos eletromecânicos		

FONTE: AQUA (2010)

Dividindo-se a oferta pelo consumo total de energia elétrica, com dados do Balanço Energético Nacional (BEN 2013) brasileiro referente ao ano de 2012, obtém-se o valor 1,189. Este é o coeficiente para conversão de energia consumida em energia primária.

4.2.1.3 Recorrer ao uso de energias renováveis (QI 4.4)

O Nível de utilização das energias renováveis é medido indiretamente calculando o consumos que são reduzidos no cálculo do consumo de energia primária não renovável. O referencial AQUA (2007) chama atenção para a escolha da modalidade energética e valoriza os empreendimentos para os quais o recurso às energias renováveis locais constitui uma opção verdadeiramente razoável e coerente. No Quadro 4 pôder-se observar quais os pontos que deveriam verificados.

Quadro 4 – Item 4.4 da Qualidade Intrínseca.

QI 4.4. Recorrer às energias renováveis locais	Reflexão sobre o uso das energias renováveis locais (EnR)	
	Exploração de modalidades energéticas locais de origem renovável: - Explicitação da porcentagem de cobertura das necessidades pelas energias locais de origem renovável (detalhada por uso final energético); - Análise e justificativa da pertinência da modalidade escolhida.	
	Pontos complementares: desempenho da modalidade explorada	- Mais de 30% do consumo de energia para o sistema de aquecimento é garantido por uma EnR
		- Mais de 10% do consumo de energia para o sistema de resfriamento é garantido por uma EnR
		- Mais de 30% do consumo de energia para o aquecimento de água é garantido por uma EnR;
		- Edifício possui sistema de produção de energia elétrica a partir de energias renováveis garantindo uma produção anual de eletricidade de mais de 25kWh/m ² de área útil em energia primária
- O edifício está equipados de bombas a calor de alto desempenho		

FONTE: AQUA (2010)

O EV conta com dois sistemas de produção de energia através do sistema fotovoltaico, um sistema isolado que alimenta uma moto bomba e outro ligado a rede. Existe também um sistema de geração eólica com potência nominal instalada de 500W, mas ainda não encontra-se em funcionamento.

4.2.1.4 Poluições Causadas pelo Consumo de Energia

O EV é a primeira edificação “Carbono zero” do estado do Paraná, portanto, podemos dizer que não produz quantidade significativa de CO₂ por ano. Porém como, neste trabalho, vamos considerar um consumo anual de 4,52 kWh/m², na Tabela 8 encontramos os fatores de conversão de energia consumida em Kg CO₂ anual. Encontramos uma produção de 0,06 kg de CO₂, este valor está muito abaixo do esperado(Quadro 5), para um escritório.

Quadro 5 – Item 4.5 da Qualidade Intrínseca.

QI 4.5. Conhecer as poluições causadas pelo consumo de energia	Cálculo da quantidade de CO ₂ (eq-CO ₂) gerada pelo edifício no uso da energia nos pontos convencionais	
	Valores de emissões de CO ₂ (eq - CO ₂) por uso de energia (kg-eq CO ₂ /ano.m ² ÁREA ÚTIL inferiores a:	30 (escritório, escola); 80 (comércio); 50 (hotéis); 80 (saúde)
		20 (escritório, escola); 50 (comércio); 30 (hotéis); 50 (saúde)
Cálculo da quantidade de SO ₂ e de resíduos radioativos gerados pelo edifício no uso da energia		

FONTE: AQUA (2010)

Tabela 8 – Fatores de conversão de energia em kg de CO₂.

Fatores de emissão de combustíveis em equivalente de CO ₂	kg eq CO ₂ /kWh de energia final	% da Matriz	kg eq CO ₂ /kWh Considerando a matriz
Carvão	0,341	1,6	0,00546
Óleo combustível	0,279	0,7	0,00195
Óleo diesel	0,267	1,9	0,00507
Gás natural	0,257	4,7	0,01208
Renováveis (lenha, eólica e bagaço decana)	0	2,1	0
Lixívia,gás de coqueria, outras recuperações e outras secundárias		2,9	0
Nuclear	0	2,4	0
Eletricidade (somente hidráulica)	0,013	83,7	0,01088
TOTAL (eq CO₂ /kWh)	0		0,0354

FONTE: AQUA (2010)

4.2.1.5 Sistema de controle de desempenho energético

Até a conclusão deste trabalho ainda estava sendo implantado o sistema de controle com software para supervisionar os três medidores do EV assim não foi possível calcular a influência dos sistemas de controle no desempenho energético do edifício (Quadro 6).

Quadro 6 – Item 4.6 da Qualidade Intrínseca.

QI 4.6. Conhecer a influência dos sistemas de controle no desempenho energético do edifício	Na presença de um sistema de controle, identificar os diferentes pontos cobertos pelo sistema e, para cada função, determinar a classe correspondente:	classe C
		classe B
		classe A
	Na presença de um sistema de controle:	Cálculo do impacto do sistema de controle no desempenho energético do edifício

FONTE: AQUA (2010)

4.2.2 ESTUDO CONTROLE DA QUALIDADE INTRÍNSECA (CQI)

4.2.2.1 Desempenho global do consumo de energia (C QAE 4.1) e Desempenho global das emissões relacionadas ao consumo de energia (C QAE 4.2).

O controle do consumo de energia e as emissões a ele relacionadas, pode ser feito para edifícios com pelo menos um ano de acompanhamento do consumo. É necessário um diagnóstico de desempenho do edifício, classifica-la segundo processo de etiquetagem de edificações no Brasil. Para o consumo usa-se a etiqueta “energia” e para emissões a etiqueta “Clima”. Posteriormente com três anos de acompanhamento, poderá ser feito a redução do consumo global de energia com base nas medições.

Como não teremos condições de realizar estes acompanhamentos, pois o tempo não permite neste trabalho, iremos definir apenas as condições iniciais que deverão ser atendidas.

4.2.2.2 Instalação de serviço de eficiência energética, controle e acompanhamento do consumo.

O EV está implantando um sistema de acompanhamento automatizado com softwares que gera um histórico de consumo poderá ser feito de forma detalhada. Com os dados do programa será possível acompanhar e atender os itens descritos a seguir em todos os níveis pré estabelecidos:

- Otimizar o acompanhamento do consumo de energia C QAE 4.3.
- Analisar regularmente os consumos de energia C QAE 4.4.
- Instalação de um serviço de eficácia energética C QAE 4.5.
- Garantir o controle dos equipamentos frigoríficos e climáticos C QAE 4.6.

Nos ANEXOS I e II está especificado em que consiste cada item e quais os níveis que deverão ser atendidos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1 CONCLUSÃO

O presente estudo de caso se propôs a analisar o sistema de eficiência energética do Escritório Verde da UTFPR. Por meio desta pesquisa pôde-se verificar que este projeto pode servir de exemplo de sustentabilidade na construção civil. Os níveis pré estabelecidos, que foram medidos, para implantação do selo AQUA – Edifícios de Serviços – Operação e Uso, se mostraram suficientes e foram atingidos em sua totalidade, seguindo as diretrizes do Referencial Técnico editado pela Fundação Vanzolini. Vale lembrar que este referencial ainda está em fase final de edição e diferentemente dos demais referenciais para implantação do selo AQUA, para outras categorias de certificação, não possui as recomendações para obtenção nem análise, dos resultados medidos ou pretendidos.

A partir da fundamentação teórica foi possível analisar todos os dados coletados e estudar a eficiência energética do EV. Na Tabela 9 encontram-se resumidos os resultados obtidos na análise da Qualidade Intrínsecas dos requisitos para implantação do selo.

Tabela 9 – Comparação dos resultados

		Pretendidos	Obtidos
QI	Quantidade de nível B	4	2
	Quantidade de nível S	1	1
	Quantidade de nível E	13	15

FONTE: AUTOR (2013)

Este estudo de caso, conduzido junto ao EV, o alto grau de eficiência energética. Os itens analisados no EV são presentes em construções correntes. As soluções apresentadas no EV são muito eficientes, em alguns casos muito acima do esperado, e podem ser encontradas facilmente com fornecedores do setor. Como uma análise final, conclui-se que os objetivos centrais deste trabalho foram adequadamente atingido.

5.2 SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS

Nos estudos e pesquisas realizados para elaboração deste trabalho, surgiram várias possibilidades de pesquisas futuras, as quais são a seguir listadas:

- Cálculo da influência dos sistemas de controle no desempenho energético do edifício EV;
- Controle da Qualidade Intrínseca presente no Referencial AQUA – Operação e Uso.
- Expandir as análises para as demais categorias avaliadas pelo Processo AQUA;
- Levantar o do tempo de retorno do investimento realizado nas instalações sustentáveis do EV, em comparação ao mesmo projeto com equipamentos e soluções convencionais.

REFERÊNCIAS

AQUA – Fundação Carlos Alberto Vanzolini. **Referencial Técnico de Certificação Processo AQUA, 2007**. Disponível em: <http://www.vanzolini.org.br>. Acessado em: 27 de abril de 2012.

AQUA – Fundação Carlos Alberto Vanzolini. **Referencial Técnico de Certificação Processo AQUA – Edifícios de serviço – Operação e Uso , 2010**. Cópia controlada disponibilizada pela Fundação Carlos Alberto Vanzolini.

AGULHAM G., MANDAI, C. E. e RIBEIRO G. B. B.; **Adequação da construção civil aos preceitos da sustentabilidade: Estudo exploratório junto a construtoras curitibanas, 2011** . Trabalho de conclusão de Curso, Departamento Acadêmico de Construção Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

BAUER, G. N. S. **Análise do Sistema de Gestão de Água na Certificação AQUA do Escritório Verde no Centro da Cidade de Curitiba, Paraná Brasil, 2013**. 88f. Trabalho de conclusão de Curso, Departamento Acadêmico de Construção Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

BUSSE, BRUNA N. **Textos acadêmicos sobre eficiência energética: uma amostra quantitativa dos últimos 40 anos de pesquisa**, Revista Especialize On Line, 2010, 1ed., Disponível em: <http://www.ipog.edu.br/uploads/arquivos/643a591f20914f664adfe660f87903e5.pdf>. Acessado em: 2 de maio de 2012.

CASADO, M.; **Introdução a sistemas de certificação ambiental – LEED e Processo AQUA**. Paraná. Green BuildingCouncil. Brasil. 2012.

CARLO, Joyce C. **Desenvolvimento de Metodologia de Avaliação da Eficiência Energética do Envolvimento de Edificações Não-residenciais**. 2008. 215f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – PPGE, UFSC, Florianópolis , 2008.

DEGANI, Clarice M.; CARDOSO, Francisco F. **A Sustentabilidade ao Longo do Ciclo de Vida de Edifícios: A Importância da Etapa de Projeto Arquitetônico**. 2002, Sustentabilidade, Arquitetura e Desenho Urbano. Núcleo de Pesquisa em Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo da Faculdade da Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2008.

EIA – Energy Information Administration. Residential Energy Consumption Survey. **Residential Consumption of Electricity by End Use, 2001**. Disponível em: www.eia.doe.gov/emeu/recs/recs2001/enduse2001/enduse2001.html>. Acessado em: 31 Maio. 2012.

ELETROBRAS. **Pesquisa de posse de equipamentos e hábitos de uso, ano base 2005: classe Residencial Relatório Brasil - Sumário Executivo**. Rio de Janeiro: ELETROBRAS; PROCEL, 2009. 187 p. Disponível em: www.prcelinfo.com.br . Acessado em: 29 de Abril de 2012

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. **Avaliação da Eficiência Energética na Indústria e nas Residências no Horizonte Decenal (2010-2019)**, 2010. Disponível em: www.epe.gov.br. Acessado em: 18 de maio de 2012.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. **Balanço Nacional Energético 2012**. ano base 2012. Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: www.ben.epe.gov.br. Acessado em: 13 de Outubro de 2013.

GELLER, H. **Energy Revolution: Policies For A Sustainable Future**. Island Press, 2003.

GELLER, H. **Efficient electricity use: a development strategy for Brazil**. American Council for an Energy-Efficient Economy. Washington, DC, 1991.

GOLDEMBERG, José, **Energia, Meio Ambiente & Desenvolvimento**. São Paulo, Edusp.2003.

GIVEN K. W. **No-Hype Options Trading: Myths, Realities, and Strategies That Really Work**. New York, Wiley Trading, 2011.

IEA. **WORLD ENERGY OUTLOOK 2007**, OECD/IEA, 2007. Disponível em: http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO_2007.pdf

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F.O.R. **Eficiência Energética na arquitetura**. São Paulo, PW Editores. 1997.

LAMBERTS, R.; GHISI, E.; PEREIRA, C.D.; BATISTA, J.O. **Casa Eficiente: Consumo e Geração de Energia**. Florianópolis, UFSC. 2010.

LEITE, A.D. **A energia do Brasil**. Rio de Janeiro, Nova Fronteira, 1997

MACEDO, Maria L. de A.M. **Análise Comparativa dos Processos de Certificação Energética de Edifícios Existentes Aplicados na União Europeia**. 2009. 179f. Tese(Mestrado em Engenharia Civil), Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2008.

MENDONÇA, Luciana. **Consumo de energia deve crescer 4,8% até 2020**. Fevereiro 2011.

Disponível em <<http://www.oseletrico.com.br/web/component/content/article/57-artigos-e-materias/532-consumo-de-energia-deve-crescer-48-ate-2020.html>>
Acessado em: 7 de Abril de 2013.

MME - MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. **Balanço Energético Nacional, Ano Base 2011**. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <<https://ben.epe.gov.br/BENRelatorioFinal2011.aspx>> Acessado em: 16 de maio de 2012.

MME - MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. **Balço Energético Nacional, ano Base 2012**. Rio de Janeiro, 2013 .Disponível em: <<https://ben.epe.gov.br/BENRelatorioFinal2011.aspx> > Acessado em: 13 de maio de 2013.

OLIVEIRA A.R. , CAMPOS H.M. e J.G AMARANTE, **Estudo da Eficiência Energética do Escritório Verde da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Curitiba, 2013**. 257f. Trabalho de conclusão de Curso, Departamento Acadêmico de Eletrotécnica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

PATTERSON, M. G. **What is energy efficiency? Concepts, indicators and methodological issues**, Energy Policy, v. 24, 1996

PEE – Programa Nacional de Energia Elétrica. **Informações Gerenciais Relativas ao Programa de Eficiência Energética**. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=27>. Acessado em: 30 de maio de 2012

PROCEL – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica. **Avaliação do Mercado de Eficiência Energética no Brasil – Ano Base 2005**. Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: www.prcelinfo.com.br . Acessado em: 29 de Abril de 2012.

PROCEL– Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica. **Relatório de Resultados do Procel 2013** - ano base 2012. Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: www.prcelinfo.com.br . Acessado em: 13 de Outubro de 2013.

Redação Eco Desenvolvimento. **Especialista lista tendências para empresas sustentáveis em 2011**. Disponível em: www.ecodesenvolvimento.org.br/posts/2011/fevereiro/especialista-lista-tendencias-de-mercado-para. Acessado em: 28 de maio de 2012.

ANEXO I

QUALIDADE INTRÍNSECA (QI)					
REFERENCIAL					
Preocupação	Característica	Critério	Nível Pretendido	Nível atendido	
QI 4.1. Melhorar a aptidão da envoltória para limitar desperdícios	Explicitação do valor absoluto do coeficiente de Transmissão Térmica ponderada da envoltória: Uedif (W/m2.K)		B	E	
	Uedif < Uedif-base + 40 %				
QI 4.2. Melhorar a aptidão do edifício para reduzir suas necessidades energéticas	Explicitação do valor absoluto das necessidades energéticas totais e das necessidades energéticas por uso final (resfriamento e aquecimento; iluminação; aquecimento de água; ventilação; equipamentos auxiliares) em kWh-ep/ano.m² área útil.		S	S	
	Dispositivos e meios que permitem a iluminação natural, o aquecimento ou resfriamento passivos em certas zonas do edifício		E	E	
QI 4.3. Reduzir o consumo de energia primária devido ao aquecimento, resfriamento, à iluminação, ao aquecimento de água, à ventilação e aos equipamentos auxiliares	Explicitação do valor absoluto do coeficiente de consumo convencional de energia primária Cep (kWh-ep/ano e kWh-ep/ano.m² área útil) total e comparação do desempenho energético alcançado em relação ao Cepref	Cep ≤ 1,30 Cep _{ref} e equipos nível C	B	B	
		Cep ≤ Cep _{ref} e equipos nível B	S	S	
		Cep ≤ 0,90 Cep _{ref} e equipos nível A	E	E	
		Cep ≤ 0,80 Cep _{ref} e equipos nível A	E	E	
		Cep ≤ 0,60 Cep _{ref} e equipos nível A	E	E	
	Medidas tomadas para limitar o consumo de energia para a iluminação artificial não obrigatória.		E	E	
Medidas tomadas para limitar o consumo de energia nos equipamentos eletromecânicos		E	E		
QI 4.4. Recorrer às energias renováveis locais	Reflexão sobre o uso das energias renováveis locais (EnR)		B	S	
	Exploração de modalidades energéticas locais de origem renovável: - Explicitação da percentagem de cobertura das necessidades pelas energias locais de origem renovável (detalhada por uso final energético); - Análise e justificativa da pertinência da modalidade escolhida.		E	E	
	Pontos complementares: desempenho da modalidade explorada	- Mais de 30% do consumo de energia para o sistema de aquecimento é garantido por uma EnR		E	E
		- Mais de 10% do consumo de energia para o sistema de resfriamento é garantido por uma EnR		E	E
		- Mais de 30% do consumo de energia para o aquecimento de água é garantido por uma EnR;		E	E
		- Edifício possui sistema de produção de energia elétrica a partir de energias renováveis garantindo uma produção anual de eletricidade de mais de 25kWh/m² de área útil em energia primária		E	E
- O edifício está equipados de bombas a calor de alto desempenho		E	E		
QI 4.5. Conhecer as poluições causadas pelo consumo de energia	Cálculo da quantidade de CO2 (eq-CO2) gerada pelo edifício no uso da energia nos pontos convencionais		B	E	
	Valores de emissões de CO2 (eq - CO2) por uso de energia (kg-ep CO2/ano.m² ÁREA ÚTIL inferiores a:	30 (escritório, escola); 80 (comércio); 50 (hotéis); 80 (saúde)	E	E	
		20 (escritório, escola); 50 (comércio); 30 (hotéis); 50 (saúde)	E	E	
	Cálculo da quantidade de SO2 e de resíduos radioativos gerados pelo edifício no uso da energia				
QI 4.6. Conhecer a influência dos sistemas de controle no desempenho energético do edifício	Na presença de um sistema de controle, identificar os diferentes pontos cobertos pelo sistema e, para cada função, determinar a classe correspondente:	classe C	E		
		classe B	E		
		classe A	E		
	Na presença de um sistema de controle:	Cálculo do impacto do sistema de controle no desempenho energético do edifício	E		

ANEXO II

CONTROLE QUALIDADE INTRÍNSECA (CQI)	
REFERENCIAL	
CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO	Nível
C QAE 4.1. Desempenho global do consumo de energia	
Para os edifícios com pelos menos um ano de acompanhamento do consumo, realização de um diagnóstico de desempenho energético (DPE) para os edifícios existentes (conforme Decreto de 15 de setembro de 2006) e classificação do edifício segundo a etiqueta "energia".	B
Redução do consumo global de energia em relação a uma situação de referência inicial (determinada sobre as bases históricas de consumo dos três anos precedentes à admissão e que deve ser idêntica à situação de referência considerada na realização do DPE): (justificativa da situação de referência inicial)	
	5% S
	10% E
	15% E
Os dados deverão ser comparáveis com a referência inicial: consideração dos DJU, dos DJF (se o contexto permite), dos cenários de ocupação ou de outro parâmetro (definido no estabelecimento da situação inicial) podendo influenciar nos consumos. Para os edifícios novos, o primeiro ano não pode ser considerado situação de referência inicial. A contar da admissão, cada ano deverá ser incluído na situação de referência para o ano seguinte.	
Para a determinação da redução do consumo global de energia, o método utilizado é o do protocolo da Diretiva Europeia 2006 - 32 - CE de 5 de abril de 2006.	E
C QAE 4.2. Desempenho global das emissões relacionadas ao consumo de energia	
Para os edifícios com pelos menos um ano de acompanhamento dos consumos, realização de um diagnóstico de desempenho energético (DPE) para os edifícios existentes (conforme Decreto de 15 de setembro de 2006) e classificação do edifício segundo a etiqueta "Clima".	
C QAE 4.3. Otimizar o acompanhamento do consumo de energia	
Medidas tomadas para acompanhar periodicamente o consumo de energia do edifício para cada medidor presente E fornecimento dos resultados medidos.	B
Tipos de medições e frequência: no mínimo uma vez por mês	B
Tipos de medições e frequência: no mínimo duas vezes por mês	E
O acompanhamento do consumo de energia é efetuado em tempo real por meio de um sistema de controle tipo GBT / GTC: no mínimo por medição no primeiro nível.	E
O acompanhamento do consumo de energia é efetuado em tempo real por meio de um sistema de controle tipo GBT / GTC: para todos os medidores instalados.	E
O consumo de energia está ligado a um sistema de alerta centralizado, pelo menos a certos medidores chave (justificativa dos alertas instalados) E presença de medidas corretivas em caso de consumo anormalmente elevado.	E

C QAE 4.4. Analisar regularmente os consumos de energia	
Efetuar, pelo menos uma vez por mês, uma análise de consumos de energia, considerando, no mínimo: - Uma centralização dos consumos verificados no mês, - Uma interpretação dos resultados em comparação com o consumo no ano precedente, no mínimo para cada tipo de energia (conforme categoria 7), - Um diagrama da evolução dos consumos mensais acumulados E Tomada de medidas corretivas no caso de consumo excessivo percebido.	B
Idem nível Bom, mas aprofundando a análise realizada, interpretando valores de consumo medidos no primeiro nível em relação à arborescência dos medidores instalados.	S
Idem nível Bom, mas aprofundando a análise realizada, interpretando valores de consumo medidos no primeiro nível e segundo nível em relação à arborescência dos medidores instalados.	E
* os dados devem ser comparáveis com a referência: considerando os DJU para o aquecimento, os DJF para o resfriamento (se o contexto permitir) dos cenários de ocupação ou de outro parâmetro (definido no estabelecimento da situação inicial) podendo influenciar nos consumos.	
A análise dos consumos é efetuada no mínimo duas vezes por mês	E
c QAE 4.5. Instalação de um serviço de eficácia energética	
Presença de dispositivos contratuais cobrindo, no mínimo, a manutenção corrente dos sistemas energéticos.	B
Presença de dispositivos contratuais cobrindo, no mínimo, a manutenção corrente dos sistemas energéticos e a condução destes sistemas.	S
Presença de dispositivos contratuais de eficácia energética, incluindo um compromisso de resultado (Contrato de desempenho energético), no mínimo, para um tipo de energia (este exigência deve ser tratada se o nível E é visado para esta categoria).	E
Presença de dispositivos contratuais de eficácia energética, incluindo um compromisso de resultado (Contrato de desempenho energético), relativo ao edifício em sua globalidade energética.	E
c QAE 4.6. Garantir o controle dos equipamentos frigoríficos e climáticos	
Identificar os equipamentos contendo fluidos frigorígenos assim como os fluidos associados E medidas regulamentares tomadas para o controle destes equipamentos.	B
	E max