UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Alberto Meneghetti

CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA: ANÁLISE DO DESPENDIDO NA FASE DE EXECUÇÃO DE OBRA RESIDENCIAL EM PORTO ALEGRE E DURANTE UM ANO DA EDIFICAÇÃO EM USO

Porto Alegre
julho 2011

ALBERTO MENEGHETTI

CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA: ANÁLISE DO DESPENDIDO NA FASE DE EXECUÇÃO DE OBRA RESIDENCIAL EM PORTO ALEGRE E DURANTE UM ANO DA EDIFICAÇÃO EM USO

Trabalho de Diplomação apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Civil

Orientador: Miguel Aloysio Sattler

Porto Alegre

julho 2011

ALBERTO MENEGHETTI

CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA: ANÁLISE DO DESPENDIDO NA FASE DE EXECUÇÃO DE OBRA RESIDENCIAL EM PORTO ALEGRE E DURANTE UM ANO DA EDIFICAÇÃO EM USO

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pelo Professor Orientador e pela Coordenadora da disciplina Trabalho de Diplomação Engenharia Civil II (ENG01040) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, 18 de julho de 2011

Prof. Miguel Aloysio Sattler
PhD. pela University of Sheffield, Inglaterra
Orientador

Profa. Carin Maria Schmitt
Coordenadora

BANCA EXAMINADORA

Profa. Caroline Kehl (FEEVALE)
Mestre pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Profa. Lisandra Fachinello Krebs (UniRitter)
Mestre pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Arq. Renata Tubelo
Arquiteta e Urbanista Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Dedico este trabalho a minha mãe, Marcia Dias,
eternamente agradecido.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família, meus melhores educadores, que sempre estiveram ao meu lado em todos os momentos. Pela dedicação, pela paciência, pelas exigências, pelo amor, por tudo que proporcionaram até aqui e por tudo que virá.

Agradeço a minha irmã, minha melhor amiga, minha companheira de sempre. Amo muito você.

Agradeço aos meus amigos pela fiel companhia e apoio, em especial a Matheus Custódio, um irmão que a vida me brindou.

Agradeço ao professor Miguel Aloysio Sattler pela orientação que me prestou nesse trabalho, inspiração e colaboração. Agradeço também por se demonstrar sempre disposto a ajudar e compartilhar seu conhecimento.

Agradeço a professora Carin Maria Schmitt pela dedicação ímpar, pela disponibilidade e orientações essenciais para o bom andamento e conclusão deste trabalho.

Agradeço a minha banca examinadora.

Agradeço imensamente a pessoa que esteve ao meu lado durante todo o período de faculdade, me incentivando com um amor e carinho incondicional, estarás sempre em minha lembrança.

Suba o primeiro degrau com fé. Não é necessário que você
veja toda a escada. Apenas dê o primeiro passo.

Martin Luther King

RESUMO

MENEGHETTI, A. **Consumo de Energia Elétrica**: análise do despendido na fase de execução de obra residencial em Porto Alegre e durante um ano da edificação em uso. 2011. 72 f. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

O consumo sustentável de energia é diretamente relacionado a fatores cada vez mais complexos e variados, os quais necessitam, cada vez mais, estudos que propiciem o seu conhecimento e entendimento, viabilizando, assim, a criação de novos projetos mais sustentáveis. O **objetivo** deste trabalho é verificar a relevância da economia de energia na fase de execução frente aos consumos registrados no uso da edificação. O **método** de pesquisa empregado constituiu basicamente de levantamentos junto à construtora do empreendimento e aos atuais moradores da edificação. Quantitativos do consumo de energia elétrica e do controle de funcionários, assim como dados sobre o planejamento da obra foram levantados diretamente com a construtora de seus registros e controles da execução do empreendimento. Os moradores foram entrevistados ao longo de 16 dias, fornecendo dados de consumo elétrico mensal e informações sobre os eletrodomésticos utilizados em seus apartamentos. Os dados obtidos foram todos compilados e analisados quantativamente. Na etapa de **análise de resultados**, o consumo da fase de construção é relacionado aos serviços da execução e o número de trabalhadores na obra para a verificação de tendências entre estes dados e características dos meses nos quais ocorre o pico do consumo de energia elétrica. Os dados referentes ao uso da edificação, depois de compilados, mostram o consumo elétrico mensal da edificação bem como a posse dos eletrodomésticos dos apartamentos que apresentaram os maiores e menores consumos. Na **conclusão**, dentre outros resultados é verificado a o aumento do consumo mensal da tipologia analisada, a maior posse de eletrodomésticos, destacando-se a posse de microondas e computadores. O consumo durante a construção do empreendimento se mostrou irrisório quando comparado ao do empreendimento em uso. A demanda de projeto atendeu a demanda atual da edificação com folgas. Informações relevantes para que a eficiência energética foque, em um primeiro momento na fase da edificação em uso, a qual os resultados apontaram um consumo significantemente maior.

Palavras-chave: sustentabilidade; consumo de energia elétrica; uso de eletrodomésticos.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: diagrama das etapas da pesquisa 15
Figura 2: consumo de bens não-renováveis ao longo do tempo 17
Figura 3: evolução mundial das construções LEED 22
Figura 4: evolução de registros de construções LEED no Brasil 22
Figura 5: conservação de energia e preservação da atmosfera – créditos de pontuação .. 23
Figura 6: consumo de energia elétrica no Brasil 26
Figura 7: consumo de energia elétrica no Brasil em porcentagem 27
Figura 8: eletrodomésticos – tabela de potências 29
Figura 9: produção total de energia primária no Brasil 31
Figura 10: consumo de energia percentual por eletrodoméstico 31
Figura 11: etiqueta de eficiência energética do PBE 33
Figura 12: dados de consumo de energia elétrica mensal – Tipologia 10 36
Figura 13: posse de eletrodomésticos – Tipologia 10..... 37
Figura 14: torre residencial do empreendimento 39
Figura 15: planta baixa: apartamento de 3 dormitórios 40
Figura 16: projeto elétrico – planta baixa 41
Figura 17: projeto elétrico – tabela de cargas 41
Figura 18: entrada de energia elétrica provisória 43
Figura 19: consumo mensal da fase de execução do empreendimento 44
Figura 20: identificação do pico de consumo de energia elétrica 45
Figura 21: médias e desvio padrão dos consumos 45
Figura 22: meses de início – fim dos principais serviços 46
Figura 23: principais etapas da execução do empreendimento e suas durações 46
Figura 24: principais consumos X fases de execução 47
Figura 25: fase de execução: acompanhamento mensal do número de trabalhadores no canteiro de obra 47
Figura 26: tendência: consumo de energia elétrica X média mensal de trabalhadores no canteiro de obras 48
Figura 27: menores e maiores consumos de energia elétrica por número de moradores no apartamento 49
Figura 28: média e desvio padrão do consumo elétrico da área condominial 50
Figura 29: consumo elétrico mensal da área condominial 50
Figura 30: porcentagem de apartamentos que possuem determinado eletrodoméstico ... 51
Figura 31: média do eletrodoméstico/apartamento 52

Figura 32: eletrodomésticos dos apartamentos que apresentaram menor consumo /número de moradores 52
Figura 33: eletrodomésticos dos apartamentos que apresentaram maior consumo /número de moradores 53

LISTA DE SIGLAS

CIB: *International Council for Research and Innovation in Building and Construction*

EUA: Estados Unidos da América

Inmetro: Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial

LEED: *Leadership in Energy and Environmental Design*

PBE: Programa Brasileiro de Etiquetagem

USGBC: *United States Green Building Council*

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas

RIC: Regulamento de Instalações Consumidoras

CEEE: Companhia Estadual de Distribuição de Energia Elétrica

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 11
2 MÉTODO DE PESQUISA 13
2.1 QUESTÃO DE PESQUISA 13
2.2 OBJETIVOS DO TRABALHO 13
2.2.1 Objetivo principal 13
2.2.2 Objetivos secundários 13
2.3 DELIMITAÇÕES 14
2.4 LIMITAÇÕES 14
2.5 DELINEAMENTO 14
3 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL 17
3.1 AGENDA 21 19
3.2 EMPREENDIMENTOS COM A CERTIFICAÇÃO GREEN BUILDING –LEED . 21
4 CONSUMO DE ENERGIA 25
4.1 REGULAMENTO DE INSTALAÇÕES CONSUMIDORAS – RIC 27
4.1.1 Determinação da demanda de carga 28
4.1.2 Ligação provisória e definitiva 30
4.2 SETOR ELÉTRICO NO BRASIL 30
4.3 CONSUMO E DESPERDÍCIO 32
4.4 CONSUMO RESIDENCIAL 33
5 EMPREENDIMENTO ESTUDADO: CARACTERÍSTICAS E LEVANTAMENTO DE DADOS 37
5.1 CARACTERÍSTICAS DO EMPREENDIMENTO 37
5.1.1 Informações Gerais 37
5.1.2 Características dos apartamentos 37
5.1.3 Características do projeto elétrico dos apartamentos 39

5.2 CONSTRUÇÃO DO EMPREENDIMENTO 42
5.2.1 Instalação elétrica para execução da obra 43
5.2.1 Consumo elétrico 44
5.2.3 Datas macro e tempo de duração 45
5.2.4 Número de trabalhadores e o consumo de energia 47
5.3 EMPREENDIMENTO EM USO 50
5.3.1 Consumo dos apartamentos em uso 50
5.3.2 Consumo da área condominial 50
5.3.3 Consumo total do empreendimento – projeto e uso 51
5.3.4 Posse de eletrodomésticos 51
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS 54
REFERÊNCIAS 56
APÊNDICES 58

1 INTRODUÇÃO

Sustentabilidade pode ser definida como, uma forma de pensamento sistêmico, relacionado com a continuidade dos processos econômicos, sociais, culturais e ambientais da sociedade (LICHTENFELS, 2010). Simplificando, a sustentabilidade propõe-se a ser um meio de configurar as atividades humanas de tal forma que a sociedade possa preencher suas necessidades e, ao mesmo tempo, preservar a biodiversidade e os ecossistemas naturais, alcançando um desenvolvimento sustentável. Satisfazendo as necessidades das gerações atuais sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazer suas próprias necessidades BRUNTLAND (1997[1] apud FÉLIX, 2008). Este novo paradigma vem de encontro ao setor da construção civil, considerado um dos setores mais agressivos ao meio ambiente.

O desenvolvimento sustentável é um tema de ampla discussão na sociedade atual, devido ao fato de já estar sendo possível sentir os efeitos que uma produção não sustentável causa. Considerado como um grande marco da sustentabilidade, a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, de 1992, aprovou um plano de ação mundial para orientar a transformação desenvolvimentista. A Agenda 21 apresenta como principais fundamentos da sustentabilidade o fortalecimento da democracia e da cidadania, através da participação de cada indivíduo no processo de desenvolvimento (CONCEITO..., 2003). O processo iniciado no Rio de Janeiro reforça que, antes de se reduzir a questão ambiental a argumentos técnicos, deve-se consolidar alianças entre os diversos grupos sociais responsáveis pela catalisação das transformações necessárias.

O aumento do consumo de energia elétrica é um dos pontos que deve ser orientado para que cada indivíduo perceba sua responsabilidade neste processo. Um aumento robusto do crescimento durante alguns anos, pode tornar este consumo insustentável em longo prazo.

É neste contexto do consumo sustentável de energia elétrica que está inserido este trabalho. Por meio de dados quantitativos e durante diferentes fases de um empreendimento: execução

[1] Documento intitulado *Our Common Future*.

e uso, foram feitas análises identificando as características do consumo de energia elétrica dessas fases e em qual o consumo é mais expressivo. Esta espécie de dado é de fundamental importância para que sirva como base de estudos de novas tecnologias que possam vir a ajudar no alcance do consumo sustentável.

Fundamentado no conhecimento da necessidade da constante melhoria dos processos construtivos no mercado da engenharia civil que tem origem, o interesse em detectar dados que possam auxiliar na implementação de melhores processos. Detectados estes dados, será possível evoluir nos estudos que envolvem um consumo mais sustentável e duradouro.

2 MÉTODO DE PESQUISA

Nesse capítulo será descrito o método de pesquisa utilizado no trabalho.

2.1 QUESTÃO DE PESQUISA

A questão de pesquisa deste trabalho é: levantada a energia elétrica despendida em sua construção e ao longo do uso do empreendimento, é importante focar na economia de energia na fase de execução da obra?

2.2 OBJETIVOS DO TRABALHO

Os objetivos do trabalho estão classificados em principal e secundários e são apresentados nos próximos itens.

2.2.1 Objetivo principal

O objetivo principal deste trabalho é a verificação da relevância da economia de energia na fase de execução frente aos consumos registrados no uso da edificação.

2.2.2 Objetivos secundários

Os objetivos secundários deste trabalho são listados abaixo:

a) verificações das características específicas de cada fase:
- consumo ao longo das principais etapas da execução;
- levantamento do ponto de pico de consumo durante a execução;

- verificação dos eletrodomésticos presentes nos apartamentos com maior e menor consumo de energia elétrica considerando-se o mesmo número de moradores.

b) comparação da demanda de energia elétrica projetada e observada durante 1 ano de uso da edificação.

2.3 DELIMITAÇÕES

O trabalho delimita-se ao levantamento do consumo de energia elétrica em uma edificação de 21 pavimentos e cobertura de caráter exclusivamente residencial, multifamiliar.

2.4 LIMITAÇÕES

O trabalho limita-se ao levantamento do consumo energético somente durante 12 meses na fase de uso do empreendimento.

2.5 DELINEAMENTO

O trabalho foi realizado através das etapas apresentadas a seguir, representadas na figura 1, e descritas nos próximos parágrafos:

a) pesquisa bibliográfica;

b) descrição dos fundamentos e contextualização da sustentabilidade e o consumo de energia elétrica com a sociedade atual;

c) levantamento quantitativo do consumo de energia elétrica durante a execução do empreendimento;

d) relação do consumo de energia elétrica durante a execução da obra com os principais serviços, identificando-se assim quais serviços estão em execução quando ocorre o pico de consumo;

e) levantamento (através de entrevistas da média de consumo mensal de uma amostra de moradores) dos eletrodomésticos utilizados pelos mesmos, para dimensionar e qualificar o seu consumo anual.

f) levantamento do consumo de energia elétrica anual da área condominial, através de informações prestadas pela administradora do condomínio;

g) comparativos entre os consumos encontrados e sua justificativa, fazendo referência aos eletrodomésticos levantados nas entrevistas.

h) comparação quantitativa dos levantamentos de consumo de energia nas diferentes fases;

i) análise crítica dos resultados;

j) conclusões.

Figura 1: diagrama das etapas da pesquisa

A etapa de pesquisa bibliográfica foi direcionada à revisão de informações do setor elétrico no Brasil, dados do consumo residencial brasileiro, referências de como obter a demanda de energia para um projeto e também conceitos básicos referentes a sustentabilidade, fornecendo ao leitor uma estrutura teórica inicial e uma melhor contextualização. Não foram encontrados em bibliografias, dados referentes ao consumo exclusivamente elétrico durante a execução de edificações.

Os próximos passos realizados foram levantamentos quantitativos, através de dados colhidos em campo, entrevistas realizadas com os atuais moradores da edificação e também com os engenheiros da empresa construtora do empreendimento. As entrevistas e consultas serviram

para a obtenção dos dados necessários para a verificação do consumo nas diferentes fases da construção, conforme detalhado a seguir:

a) consultas à construtora:

- levantamento do consumo de energia elétrica gerado na construção do empreendimento;
- verificação do planejamento de longo prazo da obra com as diferentes fases da execução do empreendimento;
- levantamento de características básicas do projeto elétrico;

b) consultas aos moradores,

- levantamento do consumo de energia elétrica mensal, em kW/h, de cada apartamento (conforme conta de luz da concessionária fornecedora do serviço);
- verificação dos eletrodomésticos utilizados pelos moradores entrevistados;

c) consulta a empresa administradora do condomínio,

- verificação do consumo de energia elétrica nas áreas condominiais.

A análise dos dados obtidos foi feita logo após a compilação dos levantamentos quantitativos Os dados colhidos foram compilados, analisados e comparados com dados da bibliografia e trabalhos anteriores, destaco o trabalho de Hansen por apresentar dados de uma tipologia de edificação (tipologia nomeada 10) coincidente com a estuda neste trabalho. Nenhum dos dados coleados na entrevistas foram descartados.

As últimas etapas tratam-se da análise e comparação dos dados obtidos e conclusões.

3 DESENVOLVIMENTO SUSTENTAVEL

A sustentabilidade como preocupação mundial é um assunto relativamente novo. Da simples análise do consumo de bens não renováveis ao longo do tempo, figura 2, já é possível detectar que se trata de um consumo desenfreado e, no momento, insustentável.

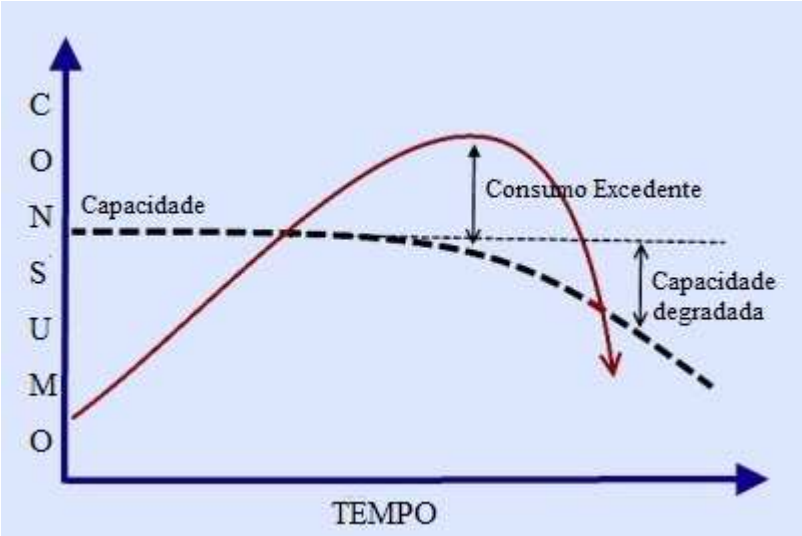

Figura 2: consumo de bens não-renováveis ao longo do tempo (GOOGLE, 2010)

De acordo com Mascaró (1981), este clima de preocupação generalizada é oriundo da crise de petróleo, trazendo assuntos como a necessidade de redução do consumo, a criação de fontes alternativas de geração de energia e a identificação dos setores que mais consomem, para a implementação de uma política de racionalização. Mascaró (1981), afirma ainda que o setor da construção civil no Brasil é classificado na maioria das vezes como setor de grande consumo e que sendo assim merece atenção especial, porém, ao ser comparado com o setor de transportes, o consumo de energia nas construções se torna praticamente desprezível quando o assunto é sustentabilidade.

Paralelamente à preocupação com a sustentabilidade, surge o conceito de Desenvolvimento Sustentável, tema de ampla discussão na sociedade atual. De acordo com Silva (2003), o conceito de desenvolvimento sustentável surgiu a partir de discussões nos anos 70, seguindo

uma série de publicações que chamavam a atenção para a super exploração do meio ambiente pelo homem.

O Desenvolvimento Sustentável foi definido, em 1987, pelo documento intitulado *Our Common Future*[2] durante a *World Comission on Environmet and Development*[3] – como o "[...] desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem suas próprias necessidades."[4].

Conforme Conceito... (2003)[5], a sustentabilidade comporta sete dimensões principais, a saber:

> **sustentabilidade social** – melhoria da qualidade de vida da população, equidade na distribuição de renda e de diminuição das diferenças sociais, com participação e organização popular;
>
> **sustentabilidade econômica** – públicos e privados, regularização do fluxo desses investimentos, compatibilidade entre padrões de produção e consumo, equilíbrio de balanço de pagamento, acesso à ciência e tecnologia;
>
> **sustentabilidade ecológica** – o uso dos recursos naturais deve minimizar danos aos sistemas de sustentação da vida: redução dos resíduos tóxicos e da poluição, reciclagem de materiais e energia, conservação, tecnologias limpas e de maior eficiência e regras para uma adequada proteção ambiental;
>
> **sustentabilidade cultural** – respeito aos diferentes valores entre os povos e incentivo a processos de mudança que acolham as especificidades locais;
>
> **sustentabilidade espacial** – equilíbrio entre o rural e o urbano, equilíbrio de migrações, desconcentração das metrópoles, adoção de práticas agrícolas mais inteligentes e não agressivas à saúde e ao ambiente, manejo sustentado das florestas e industrialização descentralizada;
>
> **sustentabilidade política** – no caso do Brasil, a evolução da democracia representativa para sistemas descentralizados e participativos, construção de espaços públicos comunitários, maior autonomia dos governos locais e descentralização da gestão de recursos;
>
> **sustentabilidade ambiental** – conservação geográfica, equilíbrio de ecossistemas, erradicação da pobreza e da exclusão, respeito aos direitos humanos e integração social. Abarca todas as dimensões anteriores através de processos complexos.

Em Conceito... (2003)[6] tem-se que, o Desenvolvimento Sustentável trata também de um modelo econômico, político, social, cultural e ambiental equilibrado. E ainda reforça que:

---

[2] Também conhecido como *The Brundtland Report*, em menção a Gro Harlem Brundtland, coordenadora dos trabalhos.

[3] Comissão Mundial de Meio Ambiente e Desenvolvimento.

[4] (International Council for Research and Innovation in Building and Construction, 2000 apud FÉLIX, 2008, p. 16).

> Esta concepção começa a se formar e difundir junto com o questionamento do estilo de desenvolvimento adotado, quando se constata que este é ecologicamente predatório na utilização dos recursos naturais, socialmente perverso com geração de pobreza e extrema desigualdade social, politicamente injusto com concentração e abuso de poder, culturalmente alienado em relação aos seus próprios valores e eticamente censurável no respeito aos direitos humanos e aos das demais espécies.

O economista Ignacy Sachs, foi além da definição de Desenvolvimento Sustentável e desenvolveu a sua teoria do eco-desenvolvimento. A teoria de Sachs baseou-se em um tripé de considerações, constituído pela eficiência econômica, pela justiça social e pela prudência ecológica (SACHS, 1996[7] apud LIMA, 2010). Conforme Weber (1997, p. 48), o economista Ignacy Sachs ampliou o conceito de Desenvolvimento Sustentável para as áreas urbanas, com a seguinte definição: "Desenvolvimento endógeno e dependendo de suas próprias forças, submetido à lógica das necessidades do conjunto da população, consciente de sua dimensão ecológica e buscando estabelecer uma relação de harmonia entre o homem e a natureza.".

A busca por essa harmonia deve atingir todas as dimensões da sustentabilidade. Dentro da dimensão econômica, o setor da construção não somente na sua fase de utilização do edifício, mas considerando também a sua fase de obra tem sérias responsabilidades no que respeita ao impacto ambiental, dentre estes o consumo de energia. (Delgado, 2010)

Outra importante etapa na busca por essa harmonia entre o homem e a natureza foi a criação da Agenda 21, descrita a seguir.

3.1 AGENDA 21

A Conferência das Nações Unidas, conhecida também como ECO 92 ou Rio 92, realizada em junho de 1992 no Rio de Janeiro, é considerada um importante marco na história da sustentabilidade devido as definições geradas quanto ao rumo que deverá ser seguido para o alcance de um consumo mais sustentável. A aprovação de importantes documentos é o resultado de maior relevância da Conferência e, dentre esses documentos, ressalta-se a Agenda 21. Conforme Félix (2008), a Agenda 21 tem como principal finalidade fornecer uma

[5] Material consultado no site, sem paginação.

[6] Material consultado no site, sem paginação.

[7] SACHS, I. **Eco desenvolvimento:** crescer sem destruir. São Paulo: Vértice, 1996.

estrutura conceitual que defina as vinculações entre a construção e o Desenvolvimento Sustentável.

Conforme Kranz (1999), a Agenda 21 foi um dos mais importantes resultados da Conferência devido ao seu aspecto ambicioso e completo de especificar quais as ações globais necessárias para reconciliar o desenvolvimento com as preocupações ambientais. Servindo como texto-chave para todos os implicados na formulação de políticas e práticas para a sustentabilidade. Seu principal tema é a erradicação da pobreza, dando, ao pobre, acesso aos recursos que precisam para viver sustentavelmente.

Kranz (1999, p, 12) salienta que a Agenda 21 é dividida em quatro seções da seguinte forma:

> **Dimensões sociais e econômicas** – de que forma os problemas e soluções ambientais são interdependentes daqueles da pobreza, saúde, comércio, dívida, consumo e população.
>
> **Conservação e gerenciamento dos recursos para o desenvolvimento** – de que forma os recursos físicos, incluindo terra, mares, energia e lixo precisam ser gerenciados para assegurar o desenvolvimento sustentável.
>
> **Fortalecendo papel dos principais grupos sociais** – inclusive os minoritários, no trabalho em direção ao desenvolvimento sustentável.
>
> **Meios de implementação** – inclusive financiamento e o papel das diversas atividades governamentais e não-governamentais.

A Agenda 21, em seu Capítulo 28, convoca as autoridades locais a desenvolverem as Agendas Locais. Conforme Kranz (1999), a comunidade global é um reflexo das escolhas feitas nas comunidades locais do mundo. Com isso, deve-se pensar localmente para que se obtenha resultados globais.

Kranz (1999, p. 32) conceitua a Agenda 21 Local da seguinte forma:

> [...] é um processo de desenvolvimento de políticas para o desenvolvimento sustentável e de construção de parcerias entre autoridades locais e outros setores para implementá-las. A sua base é a criação de sistemas de gerenciamento que levem o futuro em consideração. Este gerenciamento deverá:
>
> a) integrar planejamento e políticas;
>
> b) envolver todos os setores da comunidade;
>
> c) focalizar resultados a longo prazo.

Kranz (1999, p. 37) afirma ainda que:

> A implantação da Agenda 21 Local não é um único acontecimento, documento ou atividade, e sim um processo contínuo no qual a comunidade aprende sobre suas deficiências e identifica inovações, forças e recursos próprios ao fazer as escolhas que a levarão a se tornar uma comunidade sustentável. Uma Agenda 21 Local bem sucedida mobilizará consciências, apoio público e vontade política para fazer estas escolhas. É essencial que os objetivos da Agenda 21 Local estejam sempre absolutamente claros para todos os envolvidos no processo.

3.2 EMPREENDIMENTOS COM A CERTIFICAÇÃO GREEN BUILDING *LEED*

O movimento de *Green Buildings* cresceu juntamente com o interesse global de um mundo mais sustentável, um dos fatores deste crescimento é a resposta da construção civil ao consumo sustentável (FÉLIX, 2008). Outras razões como a vantagem competitiva ao se projetar edifícios ambientalmente amigáveis são destacadas por Ngowi (2001[8] apud FÉLIX, 2008). Em âmbito mundial tem-se que “Nos últimos dez anos temos visto um aumento exponencial no interesse de clientes privados e públicos na integração eficiente de energia e projetos, equipamentos e materiais, e práticas sustentáveis em seus projetos." (INTERESSE... 2008). Este crescimento fortaleceu os sistemas de avaliação e certificação *Green Building,* o *Leadership in Energy and Environmental Design (LEED), criado nos Estados Unidos,* por exemplo, tem apresentado um crescimento considerável do número de obras certificadas, conforme mostra a figura 3. Assim como, em termos de Brasil, a figura 4 mostra a evolução do número de registros *LEED* acumulados ao longo dos anos.

[8] NGOWI, A. B. Creating competitive advantage by using environment-friendly building processes. In: Building and Environment, v.36, p. 291-298, 2001.

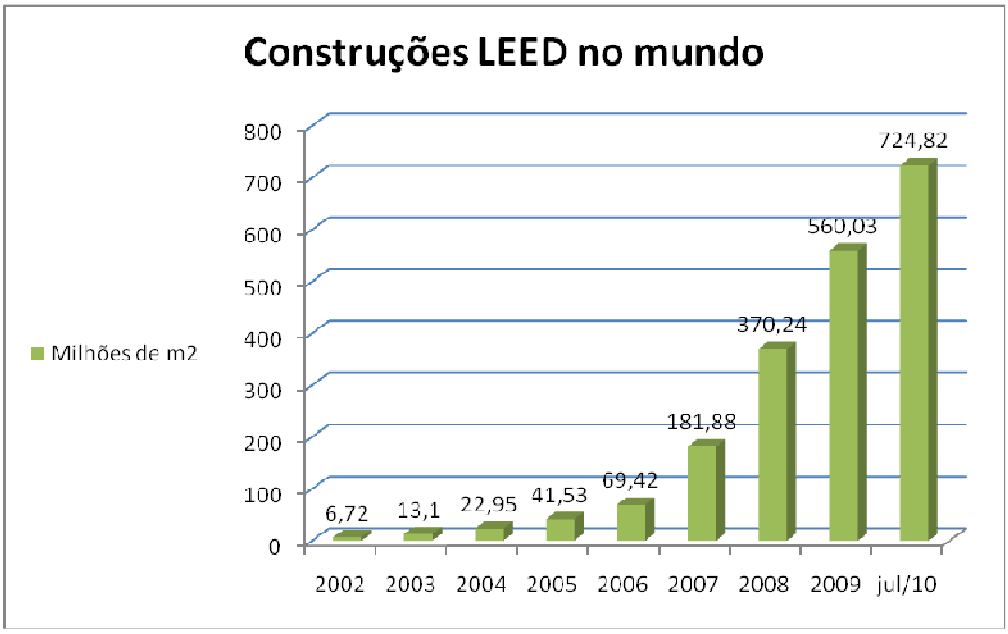

Figura 3: evolução mundial das construções LEED (GREEN, 2010)

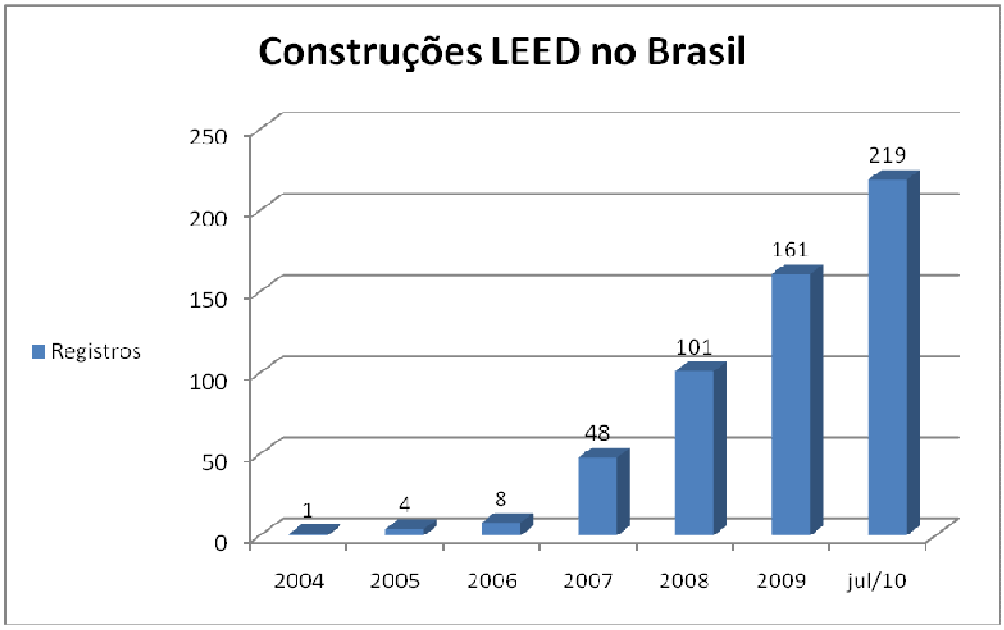

Figura 4: evolução de registros de construções LEED no Brasil (GREEN, 2010)

O sistema *LEED*, conforme Dreyer (2009) pontua os diversos projetos e obras de acordo com uma série de parâmetros nas seguintes áreas:

a) localização do empreendimento;

b) gestão do uso da água;

c) conservação da energia e preservação da atmosfera;

d) materiais e recursos;

e) qualidade do ambiente interno;

f) soluções inovadoras;

g) créditos regionais.

O parâmetro de conservação de energia e atmosfera subdivide-se conforme figura 5:

Conservação da energia e preservação da atmosfera	Pré-requisito 1 - Funcionamento dos sistemas prediais	
	Pré-requisito 2 - Maximização da eficiência dos sistemas artificiais (que demandam utilização de energia)	
	Pré-requisito 3 - Redução das emissões de CFC	Crédito 1 - Otimização do desempenho energético
		Crédito 2 - Utilização de Energia Renovável
		Crédito 3 - Definição de uma Comisão de Verificação
		Crédito 4 - Preservação da Camada de Ozônio
		Crédito 5 - Monitoramento
		Crédito 6 - "Poder verde" (*Green Power*)

Figura 5: Conservação de energia e preservação da atmosfera – créditos de pontuação

Para Félix (2008), a certificação ambiental de um empreendimento tem sido encarada como o objetivo principal em um sistema de avaliação ambiental, mas deveria ser apenas uma consequência da utilização de um protocolo no desenvolvimento do projeto. Traduzindo-se assim, muitas vezes, em puramente estratégia de propaganda. Félix (2008, p. 85) afirma ainda que:

> Se, por um lado, tal fato estimula o mercado a atentar para as questões de sustentabilidade, criando uma espécie de competição pela rotulagem ambiental, por outro, deturpa os reais objetivos de uma construção mais sustentável, já que, pressupõe a abordagem de que os fins justificam os meios. Ou seja só há uma consideração de aspectos de sustentabilidade, porque haverá um benefício comercial depois. Do contrário, pouco importa a sustentabilidade.

Porém, Félix (2008, p. 85) ressalta também que “De qualquer forma, independente do motivo, a utilização de um sistema de avaliação/certificação ambiental no processo de projeto de um edifício sempre contribuirá para o desenvolvimento sustentável.”.

3.3 SUSTENTABILIDADE E A GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL

O mercado brasileiro de energia elétrica enfrenta grandes dificuldades, devido à oferta não acompanhar o crescimento da demanda (ORTEGA, 2003). A Companhia Estadual de Distribuição de Energia Elétrica (2010) informa que o consumo brasileiro de energia em 2009 correspondeu a 89,63% da Oferta Interna de Energia (OIE), sendo este um consumo 3,65 vezes maior do que ao verificado há 40 anos.

A oferta de energia elétrica no Brasil apresenta dados de melhoria e maior utilização de novas fontes como o uso da cana-de-açúcar que apresentou um crescimento de sua utilização como fonte de energia, dobrando sua importância na matriz energética nacional, chegando à marca de 12,7% em 2009 (COMPANHIA ESTADUAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA, 2010). Conforme Ortega (2003), uma possível solução para os problemas que o Brasil enfrenta com a produção de energia é o uso de derivados da cana-de-açúcar (bagaço e palha) para geração de eletricidade. Ortega (2003), sustenta sua teoria afirmando que a cana-de-açúcar como fonte de energia apresenta diversas vantagens, dentre elas destaca-se:

a) Atendimento da necessidade nacional de geração de energia elétrica a partir de novas fontes energéticas;

b) produção de energia elétrica com tecnologia totalmente limpa, de fonte renovável, que contribui para a preservação ambiental de acordo com a sustentabilidade;

c) utilização de tecnologia totalmente nacional, preservando empregos locais e desonerando os custos com a geração energética no país.

Outras fontes naturais de energia como a lenha e o gás natural não deixam de ser importantes fontes de energia, porém não possuem o potencial de exploração e tampouco a importância que a cana-de-açúcar possui na matriz energética nacional (ORTEGA, 2003).

4 CONSUMO DE ENERGIA

Depois da Revolução Industrial, com o aumento da população mundial e do consumo pessoal, o impacto das atividades humanas no meio ambiente tornou-se muito significativo. Grande parte dos problemas está relacionada com a exploração e utilização de energia (BRASIL, 2005).

A energia elétrica se transformou em um dos bens mais fundamentais para a sociedade moderna. Desde a geração de iluminação, a movimentação de máquinas e equipamentos e, até mesmo, para agilizar as comunicações, usa-se energia. Existem hoje diversos fatores ligados à qualidade de vida (movimentação de pessoas e materiais, comunicação, climatização e iluminação) que são dependentes diretos da eletricidade (BRASIL, 2005).

Com o crescimento populacional, observa-se o aumento da demanda de energia necessária para que se supram as necessidades e os padrões de consumo da população. Estima-se que os países em desenvolvimento deverão dobrar sua população até que, por volta de 2110, atinja-se a estabilização (BRASIL, 2005). Brasil (2005, p. 99) indica também que "Hoje, 75% da energia gerada em todo o mundo é consumida por apenas 25% da população mundial, principalmente nos países industrializados.".

Knijnik et al. (1994[9] apud HANSEN, 2000, p. 3) confirma que:

> A pressão sobre os recursos energéticos, à medida do irreversível aumento da população mundial, concomitante ao deslocamento das populações no sentido dos centros urbanos, indica aumentos de consumo energético bastante desafiadores, especialmente quando levamos em conta que a intensidade de uso de energia requerida por habitante torna-se cada vez maior. Além disso, o investimento necessário por unidade de energia instalada, tende a aumentar no futuro em função do crescente esgotamento das alternativas de menor custo, e da pressão exercida pelo controle do meio ambiente.

O desenvolvimento mundial foi sustentado mediante o uso intensivo de energia. A disponibilidade elétrica no Brasil ainda continua satisfatória o que não garante a mesma

[9] Knijnik et al. – Energia e meio ambiente em Porto Alegre – Bases para o desenvolvimento. DMAE, Porto Alegre, RS, 1994.

posição em um futuro próximo. A crise teve seu início pela escassez do petróleo, porém é importante ressaltar que não se trata de uma crise apenas do petróleo e sim energética a partir do momento em que não existem outras alternativas mais econômicas e flexíveis (MASCARÓ, 1981)

Em 2001, mesmo com uma disponibilidade elétrica satisfatória, a população brasileira enfrentou um forte racionamento no consumo de energia elétrica, tendo que chegar a índices de economia da grandeza de 20%. Considerado como um fato isolado, sua causa foi o longo tempo sem chuvas nas regiões das principais usinas hidrelétricas do Brasil, o que ocasionou uma redução considerável no nível de seus reservatórios. Apesar do sacrifício, a população percebeu a importância de utilizar a energia elétrica com consciência (BRASIL, 2005). As figuras 6 e 7 demonstram a evolução do perfil do consumo de energia elétrica no Brasil no período anterior ao recesso energético de 2001.

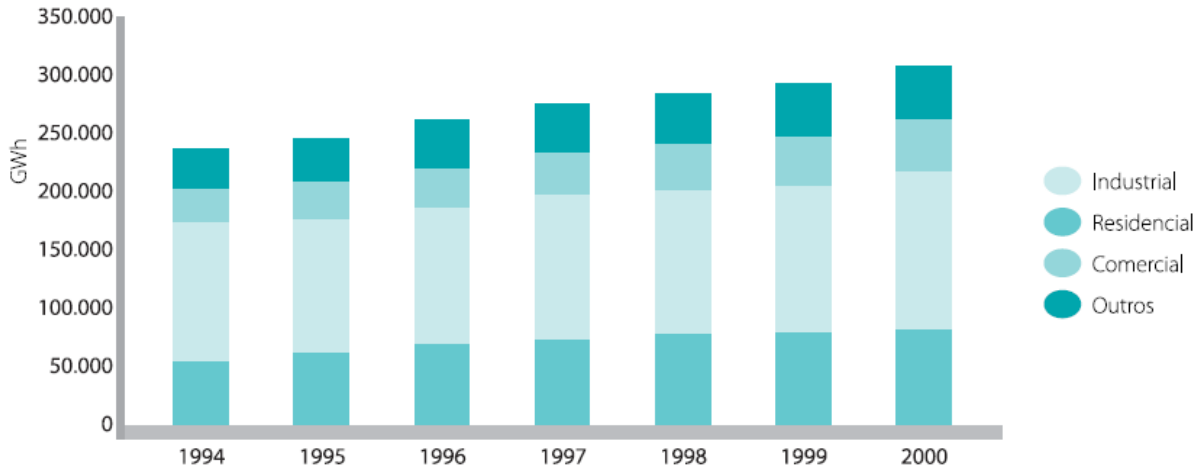

Figura 6: consumo de energia elétrica no Brasil (BRASIL, 2005)

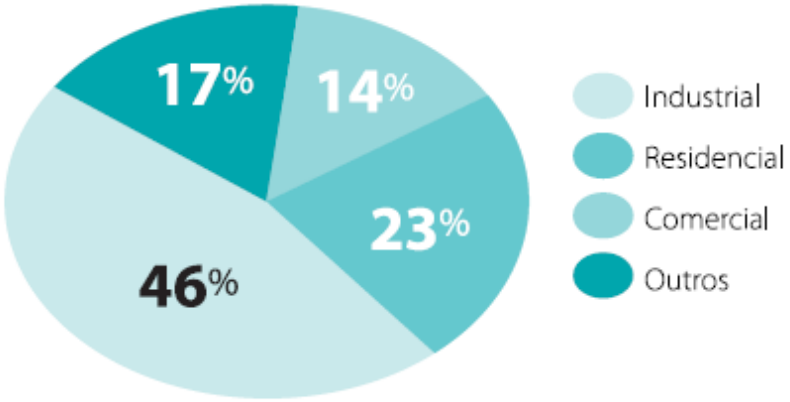

Figura 7: consumo de energia elétrica no Brasil em porcentagem (BRASIL, 2005)

Com os dados referentes ao setor residencial, apresentados nas figuras 6 e 7, torna-se claro a relevância deste setor quando se trata de consumo de energia, ficando atrás apenas do setor industrial conforme esperado.

4.1 REGULAMENTO DE INSTALAÇÕES CONSUMIDORAS – RIC

O Regulamento de Instalações Consumidoras (RIC) tem por objetivo, padronizar e estabelecer condições gerais para o fornecimento de energia elétrica. Conforme Companhia Estadual de Distribuição de Energia Elétrica (2011), o regulamento é válido para projetos e/ou instalações novas tanto como para reformas e visa os seguintes objetivos:

a) atender a consulta dos interessados no fornecimento de energia elétrica, quanto a maneira de obterem a ligação;

b) estabelecer as condições gerais de utilização de energia elétrica;

c) dar orientação técnica para o projeto e execução de entradas de serviço de unidades consumidoras, obedecendo recomendações da ABRADEE - Associação Brasileira de Empresas Distribuidoras de Energia Elétrica, das normas da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, bem como a legislação em vigor;

d) orientar os consumidores, não implicando em qualquer responsabilidade das concessionárias com relação a qualidade e segurança dos materiais fornecidos

> por terceiros, bem como os riscos e danos à propriedade. Os materiais fornecidos devam atender as exigências do INMETRO e observar o “Código de Defesa do Consumidor”.

O regulamento não é isento de modificações e podem ocorrer, em qualquer tempo, por razões de ordem técnica ou legal, por isso os interessados devem periodicamente consultar a concessionária de fornecimento de energia elétrica de sua região quanto a eventuais modificações (COMPANHIA ESTADUAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA, 2011).

4.1.1 Determinação da demanda de carga

A previsão da demanda de carga de projetos, conforme RIC, são calculadas de diferentes formas dadas as características macros que o projeto prevê. As principais conforme (COMPANHIA ESTADUAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA, 2011) são:

a) unidade individual de consumo;

b) unidade individual em zona rural;

c) prédio residencial de múltiplas unidades;

d) prédio residencial/comercial de múltiplas unidades;

e) fábricas e indústrias.

Para unidades individuais de consumo, o RIC apresenta uma tabela de potências para estimativa do consumo dos aparelhos, figura 8, para que seja usada como base nos cálculos da demanda final da unidade (COMPANHIA ESTADUAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA, 2011).

APARELHO		POTÊNCIA (Watt)
Aparelho de som		200
Aquecedor de ambiente		1.500
Aspirador de pó		1.000
Aquecedor central de água		5.000
Balcão frigorífico		900
Batedeira		450
Boiler 40 litros		900
Boiler 80 litros		1.200
Cafeteira		300
Computador		350
Condicionador de ar		1.600
Chuveiro elétrico		5.000
Enceradeira		350
Exaustor		300
Ferro elétrico	Comum	750
	Regulável	1.500
Forno elétrico		5.000
Forno de microondas		1.300
Freezer acima de 200 litros		150
Freezer até 200 litros		120
Freezer balcão		140
Fritadeira		1.200
Grill		1.200
Impressora jato de tinta		50
Impressora laser		400
Liquidificador		400
Máquina de lavar louça		2.700
Máquina de lavar roupa		1.500
Motor 3 cv/hp		2.200
Motor 4 cv/hp		2.960
Motor 5 cv/hp		3.700
Motor 7,5 cv/hp		5.550
Refrigerador	Comum	200
	Duplex ou freezer	350
Secador de cabelo		1.300
Secadora de roupa		3.500
Televisor		200
Torneira elétrica		3.500
Ventilador		100

Figura 8: Eletrodomésticos – tabela de potências

Quando o projeto trata de edificações de múltiplas unidades, o RIC apresenta tabelas padrões (apêndice C) que baseiam-se na quantidade de apartamentos e em sua área útil. O cálculo da demanda segue as seguintes orientações (COMPANHIA ESTADUAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA, 2011):

a) verificasse a demanda individual de cada apartamento em função de sua área (apêndice C);

b) verificasse o fator de diversidade, em função do número de apartamentos do edifício (apêndice C);

c) multiplica-se os valores obtidos e o produto é multiplicado por 1,2 (fator de crescimento vegetativo) para aumento de cargas futuras;

d) acrescenta-se a demanda de condomínio, obtendo-se a demanda total;

4.1.2 Ligação provisória e definitiva

A ligação provisória é dividida em duas categorias (obras ou eventos) sendo que a ligação provisória de obras caracteriza-se por ser efetuada com medição mensal do consumo durante a construção ou reforma e todas as despesas com mão-de-obra, materiais e transporte são de responsabilidade do consumidor (COMPANHIA ESTADUAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA, 2011).

A ligação definitiva para prédios de múltiplas unidades é regulamentada RIC da seguinte forma (COMPANHIA ESTADUAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA, 2011):

> A solicitação do pedido de fornecimento definitivo deve ocorrer num prazo mínimo de noventa (90) dias, antes da provável data de conclusão da obra do prédio, acompanhada da ART referente à execução da entrada de serviço, devidamente quitada. Este prazo é necessário para elaboração de estudos e/ou execução de obras na rede de distribuição, conforme a legislação vigente.

Companhia Estadual De Distribuição de Energia Elétrica (2011) afirma ainda que: a ligação definitiva fica condicionada a inspeção prévia e aceitação da entrada de serviço de acordo com o projeto liberado pela concessionária da região.

4.2 SETOR ELÉTRICO NO BRASIL

O sistema hidrelétrico do Brasil foi projetado entre os anos de 1951 e 1956. A implantação dominantemente de base hidráulica foi determinada devido às características físicas e geográficas do País. O Brasil possui um dos maiores parques hidrelétricos do mundo (BRASIL, 2005). Na figura 8, é fornecida a contribuição de cada fonte de energia no Brasil.

FONTE	CONTRIBUIÇÃO %
Petróleo	43%
Biomassa	28%
Hidráulica	14%
Gás natural	9%
Urânio	2%
Carvão mineral	1%
outras fontes	3%

Figura 9: produção total de energia primária no Brasil (BRASIL, 2005)

Brasil (2005) afirma que o consumo de eletricidade no Brasil tem crescido a uma média de 3% ao ano. O comércio aumentou o seu padrão de consumo além de ter expandido também seus horários de funcionamento, o consumo residencial também mostra um crescente em seu consumo, devido principalmente ao aumento da população e a incorporação de novos aparelhos e equipamentos eletroeletrônicos (BRASIL, 2005). O consumo residencial de diversas cidades do Brasil nas regiões Sul e Sudeste, demonstra pequena variação quanto ao percentual por eletrodoméstico, esse percentual é apresentado conforme figura 10 (POSSAMAI, 2001).

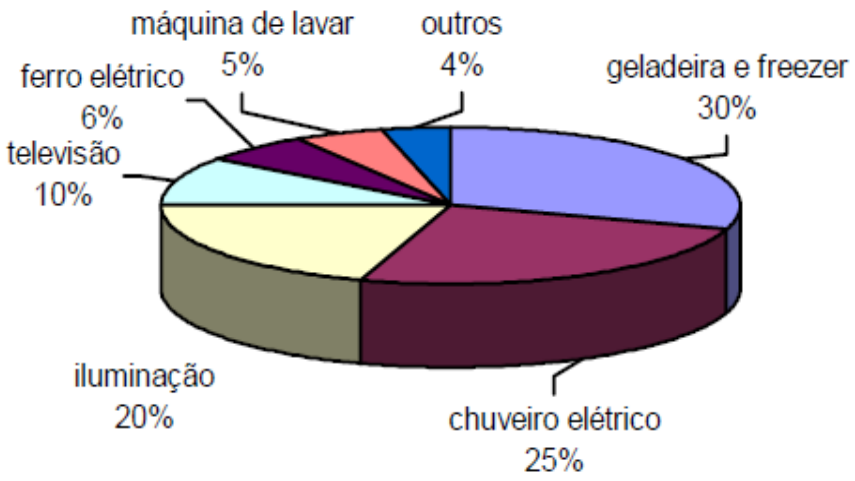

Figura 10: consumo de energia percentual por eletrodoméstico no Brasil (POSSAMAI, 2010)

4.3 CONSUMO E DESPERDÍCIO

Após o racionamento de 2001, a população brasileira, que nunca havia se preocupado com economia de energia, começou a identificar e eliminar fontes de desperdício e a se conscientizar que o consumo de energia implica não apenas em custos econômicos, mas também sociais e ambientais (BRASIL, 2005). Conforme Brasil (2005, p. 106), "Segundo estimativas do setor elétrico, cada consumidor desperdiça em média 10% da energia fornecida, seja por hábitos adquiridos, seja pelo uso ineficiente de eletrodomésticos. Esse quadro, no entanto, parece estar mudando.".

Conforme a Lei n. 10.295[10], aprovada em outubro de 2001, os equipamentos comercializados no Brasil deverão atender aos índices mínimos de eficiência energética ou níveis máximos de consumo de energia definidos (BRASIL, 2005). Definida as exigências da Lei, foi desenvolvido no Brasil um programa para que a Lei fosse cumprida.

Assim foi criado o Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), conduzido pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Inmetro), efetua a certificação. Estes equipamentos, após teste realizado pelo Inmetro, recebem uma etiqueta em suas embalagens indicando sua classificação quanto ao consumo de energia. Cada eletrodoméstico possui seu modelo de etiqueta, mudando as características técnicas de cada produto conforme modelo apresentado na figura 11 (BRASIL, 2005).

Uma das políticas energéticas é caracterizada pela conservação de energia e racionalização do seu uso. Mascaró (1981, p. 45) sugere que:

> Desestimular e até mesmo coibir o uso supérfluo, impróprio e predatório de energia. Sempre que recomendável, serão adotadas tarifas preferenciais na utilização das fontes mais adequadas a cada caso, bem como a maneira mais conveniente e econômica dessa utilização. Em suma, o governo considera que a 'conservação' é, entre todas, a melhor fonte de energia.

No entanto, Hansen (2000, p. 95) afirma que:

> Os resultados obtidos quanto ao uso racional de energia mostraram que o uso racional de energia se apresenta extremamente discreto, motivado pelas baixas tarifas, pela falta de divulgação, associado à falta de incentivo governamental. Os moradores com poder aquisitivo mais alto investem mais em redução do consumo

[10] Lei n. 10.295 – Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia.

do que aqueles que possuem baixo poder aquisitivo, mas constata-se uma grande falta de cultura para este aspecto, demonstrada principalmente pelo uso inadequado de boilers elétricos e de sistemas de aquecimento d'água associados a painéis solares.

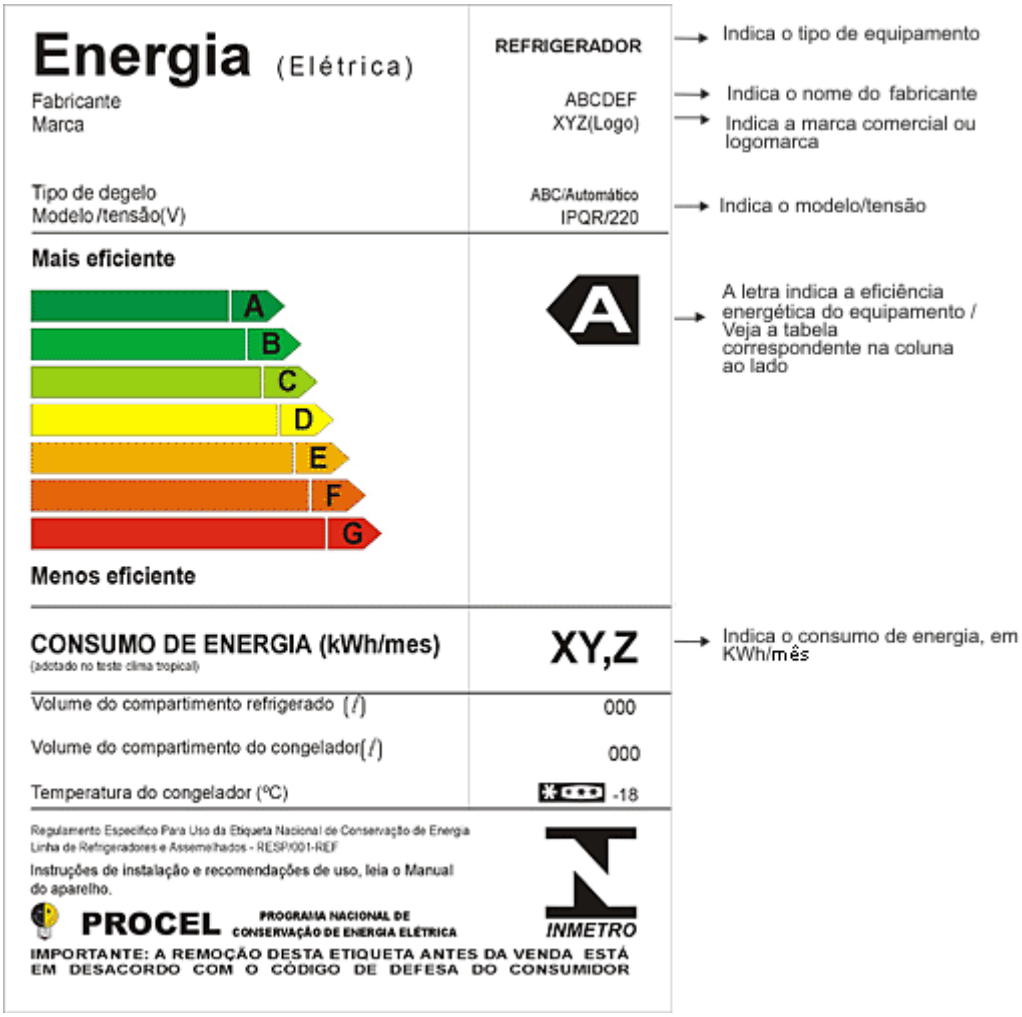

Figura 11: etiqueta de eficiência energética do PBE (INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL, 2010)

4.4 CONSUMO RESIDENCIAL

O consumo residencial de energia reflete as enormes disparidades econômicas e sociais do País, o que torna seu estudo muito interessante, já que mudanças políticas efetivas refletem sobre a estrutura do consumo referente a este setor. Muitos estudos nessa área foram gerados na década de 80 devido ao incentivo fornecido pelo governo em programas de conservação de

energia, os quais demandaram uma necessidade de pesquisas e novos conhecimentos sobre o uso final de energia elétrica neste setor (HANSEN, 2000).

Espírito Santo (1989, p. 23) afirma que:

> Grande parte do crescimento econômico verificado no Brasil se deve à energia elétrica. A melhoria da qualidade de vida, o aumento dos níveis de conforto das populações decorrentes do avanço tecnológico e do barateamento dos eletrodomésticos. Porém, este fato tem provocado o aumento do consumo de energia elétrica, que não acompanha o crescimento da disponibilidade de carga do Sistema de Geração e Distribuição.

Dentre diversos estudos realizados abordando o uso final de energia elétrica e sua disponibilidade, é importante ressaltar alguns que são utilizados como referências até hoje. Arouca et al. (1982[11], apud HANSEN, 2000, p. 19) apresenta uma relação entre os diversos níveis de renda familiar e o consumo de energia. Dividindo o consumo de energia elétrica nos seguintes usos finais:

> Lazer: TV, rádio, vídeo cassete.
>
> Aquecimento d'água: chuveiro elétrico, boyler elétrico.
>
> Iluminação Externa e Interna: lâmpadas fluorescentes, incandescentes.
>
> Condicionamento ambiental: estufa, ventilador/circulador, ar condicionado.
>
> Serviços domésticos [...]

Graça et al. (1988[12] apud HANSEN, 2000, p. 20) apresenta uma metodologia que permite, em função dos hábitos do uso dos eletrodomésticos, investigar o uso final de energia. Apresenta em seu estudo também a distribuição percentual da população por consumo elétrico ou seja, "[...] 75,34% da população pesquisada apresentou um consumo médio mensal de 113 kWh/mês.".

[11] Arouca et al. Estrutura da demanda de energia no setor residencial no Brasil. Trabalho publicado pela COPPE – Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ, 1982.

[12] Graça et al. Uso de energia no setor residencial na cidade de São Paulo. Seminário sobre o uso racional de energia, São Paulo, SP, 1988.

Graça et al. (1988[13] apud HANSEN, 2000, p. 20) afirma ainda que: "[...] 40% da população encontra-se na faixa de consumo entre 100 e 160 kWh/mês, consumo médio de 140 kWh/mês, correspondendo a um tamanho médio de família de 3,6 pessoas, faixa de renda de 6,6 salários mínimos mensais e tamanho médio das residências de 70 m^2.". Estudos como estes servem de base estatística e também como referência para novos estudos, porém os dados apresentados não devem ser utilizados como base para novos estudos, e sim como dados a serem comparados com os de estudos mais atualizados em função da época em que foram realizados.

Para estudos do consumo de energia elétrica, devido a grande variabilidade das características construtivas e de uso das edificações, residencial ou comercial, um método utilizado para essa diferenciação é a identificação de tipologias. Hansen (2000, p. 38) conceitua tipologia como:

> [...] associação de atributos das edificações que compreendem basicamente os seguintes aspectos:
>
> a) área da edificação;
>
> b) ocupação da edificação no terreno (se apresenta recuos frontal e laterais);
>
> c) número de pavimentos;
>
> d) acabamento da construção (madeira, alvenaria, qualidade do acabamento, etc.);
>
> e) tempo de uso ou idade da edificação;
>
> f) estado de conservação.

Da análise dos aspectos acima, em Hansen (2000) foram escolhidas dez tipologias, apresentadas e descritas, servindo de base de sua pesquisa sobre o padrão de consumo de energia elétrica em diferentes tipologias de edificações residenciais em determinada região da cidade de Porto Alegre. Uma das tipologias, nomeada como Tipologia 10, é a que o empreendimento de estudo deste trabalho mais se enquadra em suas características, dado isso os resultados referentes a essa tipologia divulgados no estudo de Hansen (2000), serão comparados com os encontrados nesta pesquisa. A Tipologia 10 é descrita em Hansen (2000) como tendo as seguintes características básicas:

[13] Graça et al. Uso de energia no setor residencial na cidade de São Paulo. Seminário sobre o uso racional de energia, São Paulo, SP, 1988.

a) edifícios residenciais com pilotis;

b) são torres que se destacam na paisagem dominante;

c) prédios implantados em grupos de dois ou mais prédios;

d) aparência de menos de vinte anos de uso;

e) bom estado de conservação.

As classificações dos prédios de cada tipologia foram obtidas através de análise externa. Os fatores levados em consideração nesta classificação foram as características básicas o que caracteriza o que se entende por tipologia.

Para a tipologia estudada foi encontrada uma média de 2,6 moradores por unidade do estudo (HANSEN, 2000). A figura 12 apresenta alguns dos resultados encontrados por Hansen (2000) para sua Tipologia 10 de estudo de consumo de energia elétrica.

Tip.	Número de domicílios	Consumo médio (kWh/mês)	Consumo médio/mês mínimo (kWh/mês)	Consumo médio/mês máximo (kWh/mês)
10	32	204,9	45,6	585,6

Figura 12: dados de consumo de energia elétrica mensal da Tipologia 10.
(HANSEN, 2000)

Paralelamente ao levantamento do consumo de energia elétrica, Hansen (2000) também apresenta dados sobre a posse e uso dos eletrodomésticos nas tipologias estudadas. Na Tipologia 10 a presença dos eletrodomésticos nas unidades se comportou conforme figura 13:

Posse e uso dos eletrodomésticos - Tipologia 10	
Eletrodomésticos	(%)
Geladeira	100
Televisão	100
Rádio	84
Chuveiro elétrico	63
microondas	47
Ar condicionado	47

Figura 13: posse dos eletrodomésticos - Tipologia 10 (HANSEN, 2000)

5 EMPREENDIMENTO DE ESTUDO: CARACTERÍSTICAS E LEVANTAMENTO DE DADOS

Neste capítulo será identificado o empreendimento em estudo bem como apresentado as suas principais características.

5.1 CARACTERÍSTICAS DO EMPREENDIMENTO

5.1.1 INFORMAÇÕES GERAIS

O empreendimento escolhido para a pesquisa está localizado na zona Leste de Porto Alegre e é constituído por seis torres residenciais e uma torre comercial, mas esse estudo é realizado em apenas uma das seis torres residenciais. Foi executado por construtora renomada na cidade de Porto Alegre, empresa que atua há 26 anos no mercado brasileiro e já executou mais de 50 empreendimentos. O grupo possui também certificados de responsabilidade social devido à sua visão no futuro da sociedade, apresentando resultados expressivos em seu balanço social.

O empreendimento possui as seguintes características:

a) 6 torres residenciais de 21 pavimentos e 1 prédio comercial;

b) 1232 apartamentos de 3 dormitórios, 98 salas comerciais e 12 lojas;

c) ampla área verde com churrasqueiras, trilhas e cachoeira;

d) piscina coberta (não aquecida);

e) quadras poliesportivas;

f) sistema de segurança com circuito fechado de televisão (CFTV);

O empreendimento foi todo realizado em estrutura convencional, com paredes externas feitas em alvenaria de vedação e paredes internas (divisórias) em gesso acartonado e estrutura metálica.

A figura 12 mostra foto da torre A (foco deste estudo) do empreendimento.

Figura 12: torre residencial do empreendimento[14]

5.1.2 Características dos apartamentos

A Torre A do empreendimento, a qual será objeto deste trabalho, possui 21 pavimentos contabilizando um total de 216 apartamentos com as seguintes características dimensionais:

[14] O empreendimento e a construtora responsável não serão identificados por motivos éticos. Foto retirada no local.

a) área privativa: 58,79 m^2;

b) área comum: 61 m^2.

A figura 15 representa a planta baixa de um apartamento de 3 dormitórios deste empreendimento e a provável disposição dos móveis e eletrodomésticos.

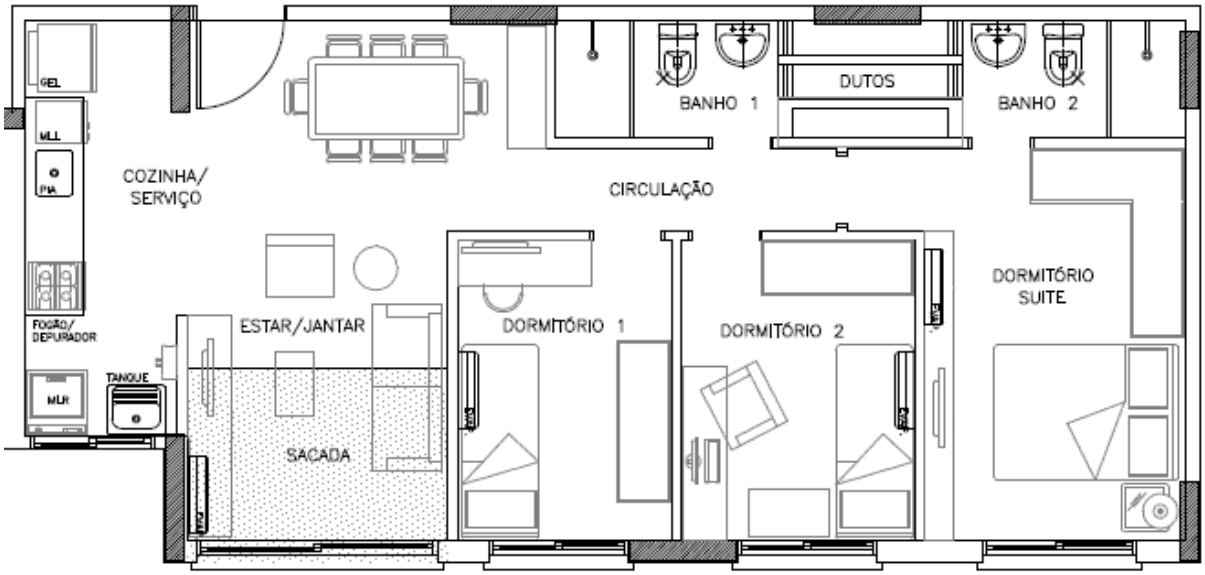

Figura 15: planta baixa: apartamento de 3 dormitórios[15]

Os apartamentos possuem 2 banheiros com previsão para chuveiro elétrico e não há a opção de instalar chuveiro a gás. Existem 4 diferentes opções de planta para o apartamento devido a sua localização na torre, alterando apenas a disposição e orientação solar dos ambientes do apartamento.

5.1.3 Características do projeto elétrico dos apartamentos

O projeto elétrico foi desenvolvido por empresa especializada em soluções elétricas de grandes edificações. Sua primeira versão foi apresentada junto com o início da execução do empreendimento (não em sua versão completa) após revisões o projeto chegou a sua última e

[15] O empreendimento e a construtora responsável não serão identificados por motivos éticos.

aprovada versão de número 5. Todo o dimensionamento da demanda de projeto seguiu as regras do RIC e as exigências das normas técnicas da ABNT.

As figuras 16 e 17 mostram a planta baixa do projeto elétrico dos apartamentos, detalhando a posição das passagens, esperas elétricas e a tabela de cargas previstas para cada apartamento.

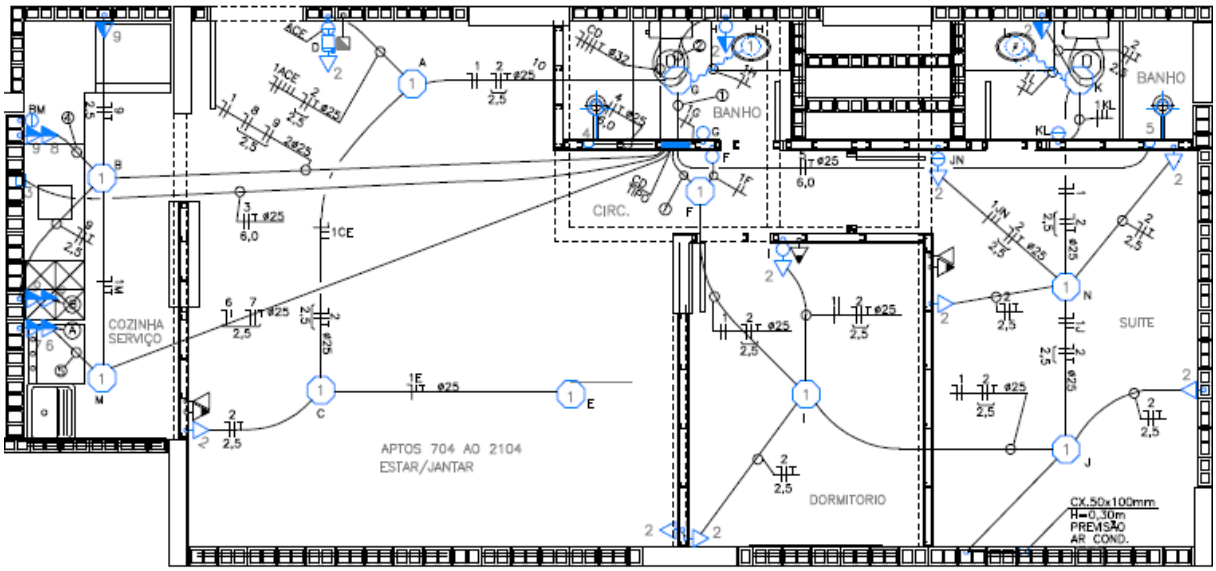

Figura 15: Projeto elétrico – planta baixa

CD	CIRCUITO	CARGA(W)	DISJUNTOR(A)	CONDUTOR(mm2)	FINALIDADE	
APTOS. TIPO	1	1100	20	1,5	ILUMINAÇÃO	
	2	1300	20	2,5	TOMADAS	*
	3	6000	2X30	6,0	TORNEIRA ELÉTRICA	*
	4	6000	2X30	6,0	CHUVEIRO	*
	5	6000	2X30	6,0	CHUVEIRO	*
	6	1500	20	2,5	MAQ. SECAR ROUPA	*
	7	1500	20	2,5	MAQ. LAVAR ROUPA	*
	8	1500	20 CURVA C	2,5	MICROONDAS	*
	9	800	20	2,5	TOMADAS COZINHA	*
						*
	5 RES				RESERVAS	
SOMA		25700	VER	3x50	ALIMENTACAO	
			COLUNA			

Figura 16: Projeto elétrico – tabela de cargas

Um cuidado especial que o projeto elétrico teve foi a utilização de disjuntores termomagnéticos – DTM que possuem sistema de desativação quando verificado perda de corrente no sistema por qualquer que seja o motivo. O uso desses disjuntores é altamente

recomendado pela NBR 5410 – Norma Brasileira de Instalações Elétricas, porém não é comum o seu uso devido à grande diferença de valor aos disjuntores normais (diferencial redidual – DR). O projeto elétrico não foi executado pela mesma empresa que o desenvolveu, e sim por uma empresa especializada apenas na execução.

5.2 CONTRUÇÃO DO EMPREENDIMENTO

A construção do empreendimento em análise teve início no mês de janeiro de 2008, contando com uma equipe administrativa inicial que possuía um engenheiro responsável pela obra, um mestre de obras, um contramestre e um estagiário de engenharia civil. Determinada a equipe gerencial inicial, foram contratadas empresas terceirizadas para a execução dos serviços. Todas as empresas que executaram o empreendimento foram contratadas sob o regime de empreitada.

5.2.1 Instalação elétrica para execução da obra

Para o início da execução da obra, um dos primeiros passos tomados foi a instalação da entrada de energia elétrica provisória do terreno. Essa requisição foi feita junto à concessionária de energia elétrica responsável pelo fornecimento no local, neste caso a CEEE. Para tanto foi desenvolvido um projeto elétrico o qual consta em seu estudo, todos os equipamentos que serão utilizados desde o início da obra até o seu término, calculando a potência total desses e a capacidade necessária prevista. Os principais equipamentos considerados foram:

a) betoneiras;

b) guinchos ou elevadores de carga;

c) vibradores de concreto;

d) furadeiras de impacto;

e) serras elétricas;

f) balancins elétricos.

O pedido descrevia também os tipos de caixa, de poste e o diâmetro do ramal de entrada conforme exigências da companhia fornecedora. Vencida a fase de projeto, foi instalada uma entrada de energia provisória com um transformador de potência aparente de 112kVA

conforme figura 16, a qual foi suficiente e não apresentou problemas de abastecimento do canteiro de obras.

Figura 18: Entrada de energia elétrica provisória

5.2.2 Consumo elétrico

O consumo de energia elétrica da fase de construção teve um acompanhamento mensal feito pela equipe responsável pela obra. Este levantamento teve por objetivo acompanhar o gasto com energia elétrica para que o valor previsto no início da obra com base em dados de obras anteriores da própria construtora, não fosse ultrapassado, o que diminuiria a margem de lucro prevista com o empreendimento. O valor do fornecimento do kWh foi ajustado pela empresa CEEE ao longo dos 27 meses da execução da obra por 2 vezes.

Os valores de consumo de energia elétrica, em kWh, foram consultados nas planilhas da construtora e conferidos com os comprovantes de pagamento mensal, preservados em seu escritório central. O consumo elétrico é detalhado mês a mês na figura 19, assim como os valores pagos mensalmente pelo serviço.

ANO	MÊS REFERÊNCIA	CONSUMO (kWh)	VALOR kWh (R$)	VALOR MENSAL (R$)
2008	janeiro	921	R$ 0,44594150	R$ 411
	fevereiro	1474		R$ 657
	março	2548		R$ 1.136
	abril	2462		R$ 1.098
	maio	3816		R$ 1.702
	junho	4184		R$ 1.866
	julho	5586		R$ 2.491
	agosto	5953		R$ 2.654
	setembro	5715		R$ 2.549
	outubro	6366	R$ 0,46855150	R$ 2.983
	novembro	6295		R$ 2.950
	dezembro	5244		R$ 2.457
2009	janeiro	6390		R$ 2.994
	fevereiro	6310		R$ 2.957
	março	6247		R$ 2.927
	abril	6207		R$ 2.908
	maio	7112		R$ 3.332
	junho	7453		R$ 3.492
	julho	7943		R$ 3.722
	agosto	7723		R$ 3.619
	setembro	8465		R$ 3.966
	outubro	7715	R$ 0,46251150	R$ 3.568
	novembro	6697		R$ 3.097
	dezembro	4634		R$ 2.143
2010	janeiro	3537		R$ 1.636
	fevereiro	1498		R$ 693
	março	1489		R$ 689
TOTAL		139982	R$ 0,46251150	R$ 64.743

Figura 19: consumo mensal da fase de execução do empreendimento

Verifica-se que o consumo ao longo do tempo apresentou uma variação considerável, com um consumo realizado variando de 921 kWh, no primeiro mês, até um consumo de 8465 kWh no mês de setembro de 2009, quando foi constatado o pico de consumo, representado na figura 20. O valor total do consumo elétrico despendido durante a execução da obra ficou abaixo do esperado pela construtora com base no gasto em obras anteriores de mesmo porte. Estes dados não foram divulgados pois a construtora entende que essas informações a auxiliam em elaborar orçamentos assertivos, conseguindo melhorar sua margem frente a concorrência. O

consumo total durante a execução do empreendimento também não foi possível de ser comparado com bibliografias anteriores por não terem sido encontrados dados publicados do consumo específico de energia elétrica durante a execução de obras civis.

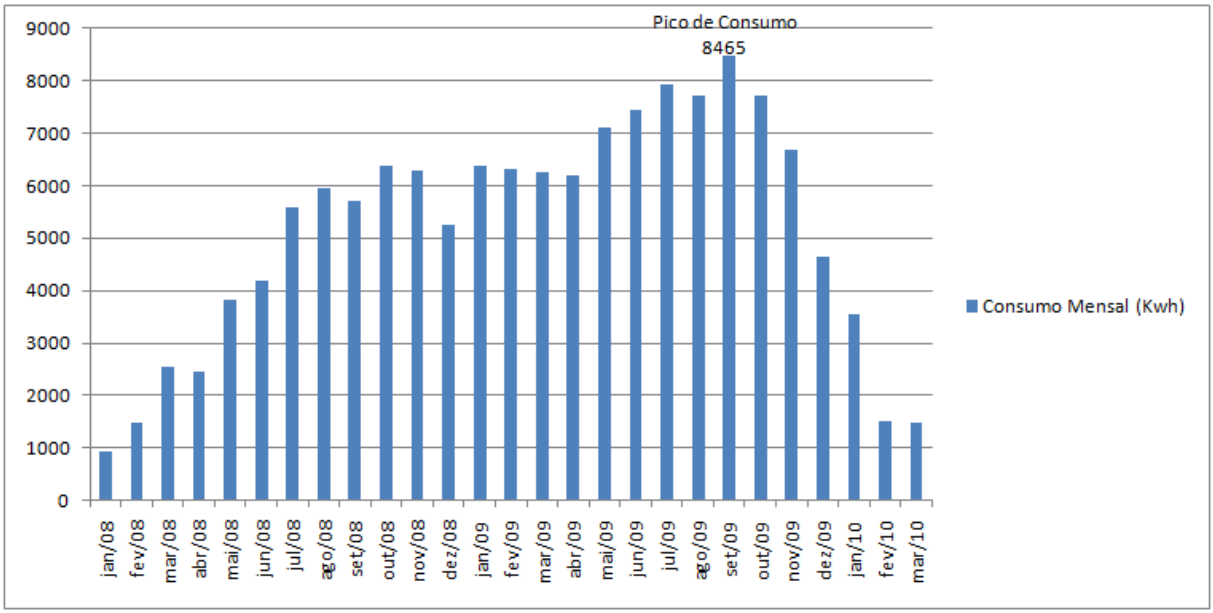

Figura 20: identificação do pico de consumo de energia elétrica

Dados como as médias de consumo, custo da energia elétrica e o desvio padrão dos mesmos, foram calculados e são apresentados na figura 21.

	CONSUMO kWh	Valor (R$)
Média	5185	R$ 2.396
Desvio Padrão	2239	R$ 1.058
Consumo Total	139982	R$ 64.743

Figura 21: médias e desvio padrão dos consumos

5.2.3 Datas macros e tempo de duração

Para a execução do empreendimento, foi desenvolvido pela construtora, um estudo de longo prazo onde foram definidas as datas macros e duração de cada serviço. Ao longo dos 27

meses de execução do empreendimento devido a imprevistos e atrasos esse plano é readaptado à realidade, mostrando assim as datas reais da realização do serviço. Tais datas e a duração dos principais serviços que seguem detalhados na figura 22 e 23, são importantes para a análise do consumo de energia elétrica durante sua execução.

Implantação da Obra	janeiro 2008	fevereiro 2008
Locação da Obra	fevereiro 2008	março 2008
Fundações Profundas	março 2008	abril 2008
Fundações Rasas	abril 2008	abril 2008
Supra - Estrutura	abril 2008	março 2009
Alvenaria	junho 2008	maio 2009
Reboco Interno	setembro 2008	junho 2009
Reboco Externo - Fachada	abril 2009	fevereiro 2010
Obra de Uso Comum	julho 2009	janeiro 201O
Obra Fina	fevereiro 2010	março 2010

Figura 22: Meses de Início – Fim dos principais serviços

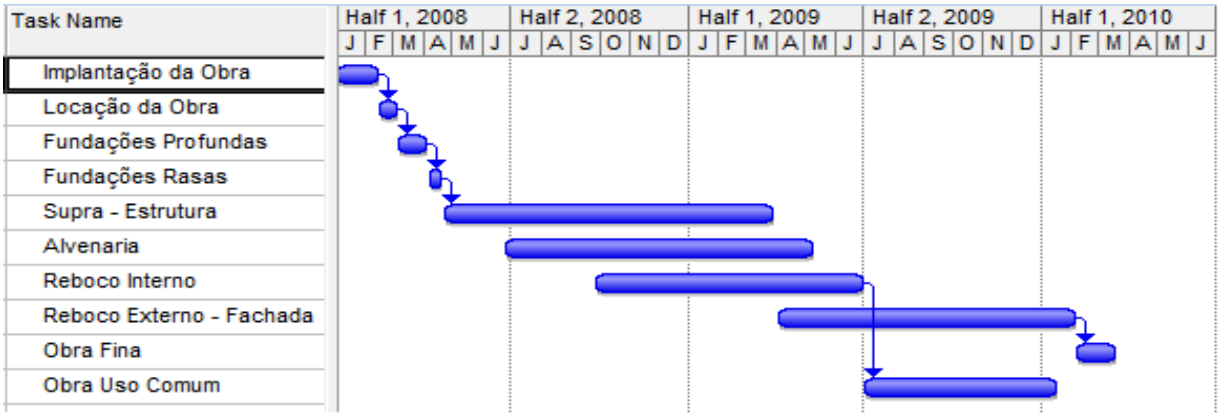

Figura 23: Principais etapas da execução do empreendimento e suas durações

Para redução de prazos é comum a realização de tarefas simultâneas como se percebe na figura 23. Isso pode trazer uma redução do prazo final da obra, mas para que isso seja possível outras exigências surgem como a de uma área de vivência maior, um maior número de sanitários e uma maior quantidade de chuveiros, já que o número de trabalhadores simultâneos no canteiro de obras será elevado o que gera um maior consumo elétrico e exige também uma maior capacidade das instalações elétricas do canteiro.

Da análise das diferentes fases da execução do empreendimento e o respectivo consumo, consegue-se definir quais as fases que geraram os maiores consumos de energia no período de execução, conforme mostra melhor a figura 24. Percebe-se que no período de execução da supraestrutura, há uma estabilidade do consumo que girou em torno de 6000 kWh/mês, este consumo só é superado com o início da fase de revestimento externo do empreendimento, quando foi alcançado os maiores consumos mensais e o pico do consumo de energia elétrica (8465 kWh). A provável explicação de tal fato se dá pelo alto número de funcionários no canteiro de obras e também pela opção da construtora pelo uso de balancins elétricos para a execução do revestimento o que aumenta a produtividade da equipe ao mesmo tempo em que aumenta consideravelmente o consumo de eletricidade.

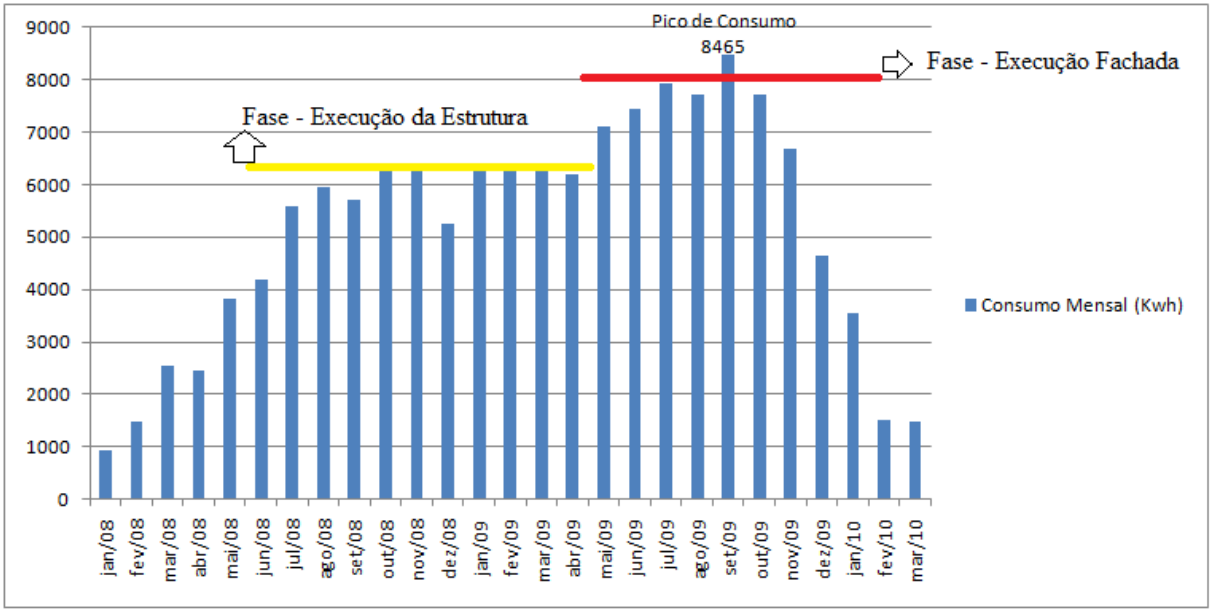

Figura 24: principais consumos X Fases de execução

5.2.4 Número de trabalhadores e o consumo de energia

Em uma análise do número total de trabalhadores no canteiro de obras, percebe-se que este número oscila durante o período de execução do empreendimento. A figura 25 apresenta a média mensal dos dados que foram registrados pelo controle diário de portaria.

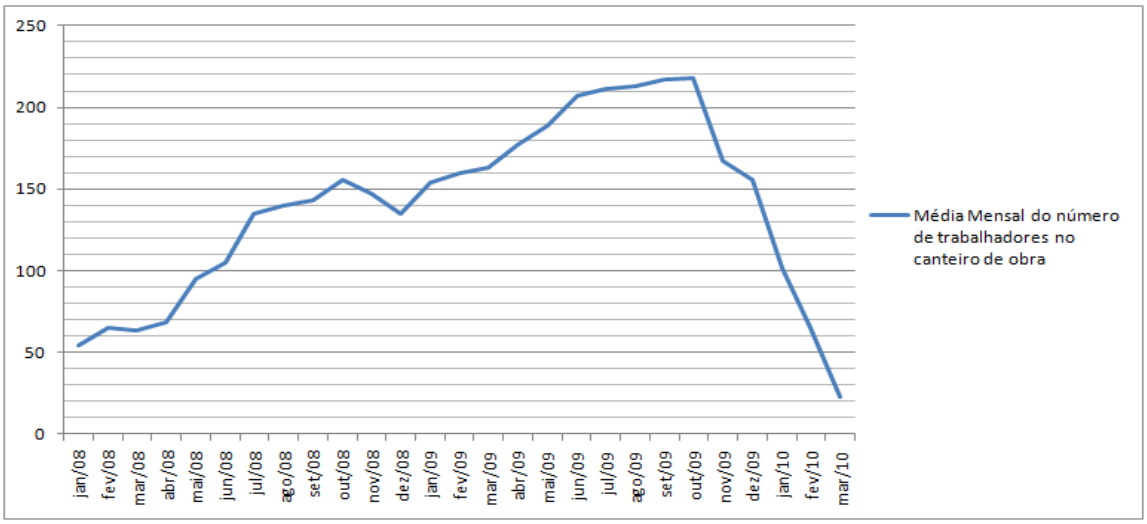

Figura 25: fase de execução: acompanhamento mensal do número de trabalhadores no canteiro de obra

O número de trabalhadores em um canteiro de obra reflete, dentre outros aspectos, o tamanho do empreendimento e o número de atividades simultâneas sendo executadas assim como, a sua duração. Comparando o consumo elétrico com o número de funcionários no canteiro de obras, figura 26, nota-se uma evolução de sua tendência muito semelhante ao longo do tempo e a ocorrência de picos simultâneos entre os meses de setembro e outubro de 2009, o que já era esperado dado que, o maior número de trabalhadores representa um maior número de serviços em andamento e também um maior consumo elétrico com as instalações do canteiro de obras (chuveiros elétricos e alojamentos).

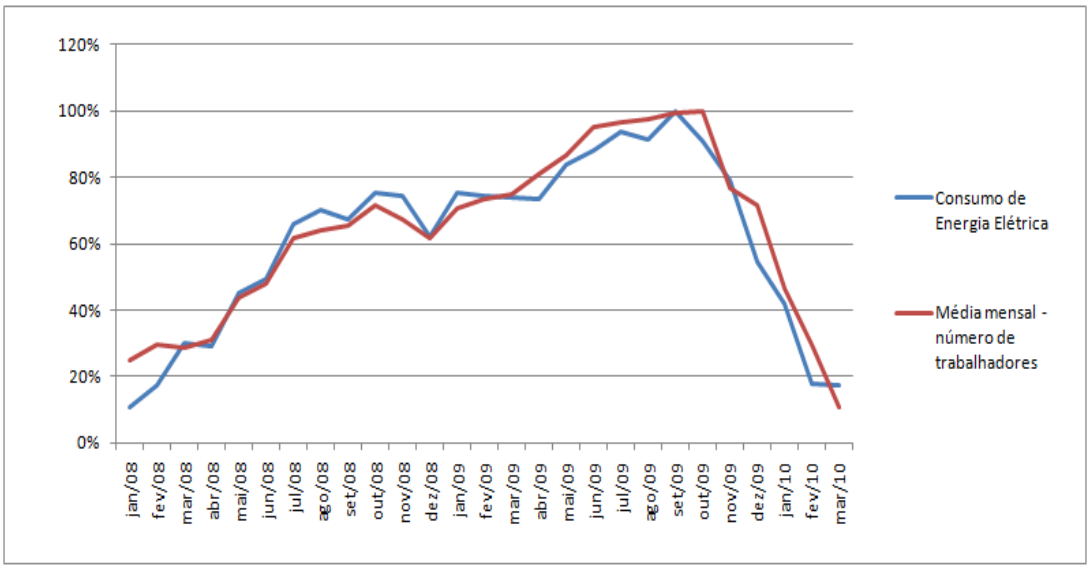

Figura 26: tendência: consumo energia elétrica X Média mensal de Trabalhadores no canteiro de obras

5.3 EMPREENDIMENTO EM USO

Após os 27 meses da construção do empreendimento, durante os meses de março e abril de 2010, foram entregues 90% dos apartamentos aos seus proprietários. Na intenção de se conseguir um levantamento confiável do consumo de energia elétrica mensal destes moradores, foram realizadas entrevistas durante 16 dias consecutivos que possibilitaram coletar os dados de 148 apartamentos de um total de 216, o que representa 70% da população referência para o estudo. Dos 68 apartamentos que não responderam a entrevista, apenas 14 foi por não desejarem colaborar com o estudo e os outros 54 nas duas tentativas de visita não havia gente em casa para responder a entrevista. A planilha utilizada para a entrevista é apresentada no apêndice A.

Os 148 apartamentos nos quais foram feitas as entrevistas possuem hoje um total de 430 moradores com a variação de ocupação de 1 morador até 6 moradores, apresentando uma média de 2,9 moradores/apartamento acima do esperado de 2,6moradores/apartamento conforme estudo anterior (HANSEN, 2000).

5.3.1 Consumo dos apartamentos em uso

O consumo de energia elétrica dos apartamentos foi registrado através das contas de luz dos moradores apresentadas durante as entrevistas em seus apartamentos. Os 148 apartamentos apresentaram um consumo mensal total de aproximadamente 35502 kWh apresentando uma média de consumo de 239,87 kWh/mês/apartamento com um desvio padrão de 95,51kWh/mês. A média de consumo mensal superou em 17,06% o valor encontrado (206,4Kwh/mês) no estudo anterior para a mesma tipologia de moradia (HANSEN, 2000).

Na entrevista realizada foi levantado também o número de pessoas por apartamento, assim foi possível detectar a diferença de consumo em apartamentos com o mesmo número de moradores. A figura 27 mostra o menor e maior consumo apresentado dentre os apartamentos que possui o mesmo número de moradores. A maior variação encontrada foi nos apartamentos com 4 moradores onde a diferença entre o maior e o menor consumo chegou a 212kWh/mês.

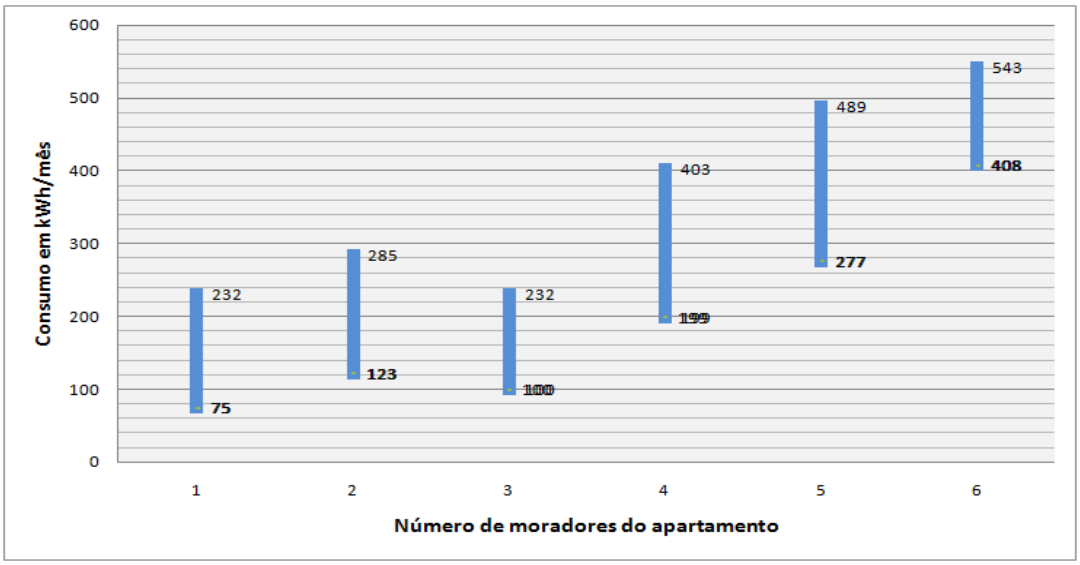

Figura 27: menores e maiores consumos de energia elétrica por número de moradores no apartamento

5.3.2 Consumo da área condominial

O consumo de energia elétrica da área condominial foi levantado junto à empresa que administra o condomínio. Os dados foram apenas repassados por e-mail e não foi possível verificar este consumo diretamente nos comprovantes da CEEE. Nas figuras 28 e 29 é apresentado os dados deste consumo elétrico da área condominial, desde a média e seu desvio padrão assim como o detalhamento mensal ao longo dos 12 meses em estudo. Os dados da área condominial servem de base para o cálculo do consumo total de energia elétrica da edificação, comparar este consumo com outras áreas condominiais não trás dados relevantes já que cada área condominial possui características específicas como o uso ou não de bombas elétricas de recalque e piscinas aquecidas.

	CONSUMO kWh
Média	2001
Desvio Padrão	655
Consumo Total	26011

Figura 28: média e desvio padrão do consumo elétrico da área condominial

ANO	MÊS REFERÊNCIA	CONSUMO (kWh)
2010	março	988
	abril	1321
	maio	1284
	junho	1321
	julho	1439
	agosto	1743
	setembro	2333
	outubro	2501
	novembro	2443
	dezembro	2671
2011	janeiro	2632
	fevereiro	2702
	março	2633
TOTAL		26011

Figura 29: Consumo elétrico mensal da área condominial

5.3.3 Consumo total do empreendimento – projeto e uso

O projeto elétrico do empreendimento prevê em seus cálculos uma demanda total de até 265.000 kWh/mês incluindo os 216 apartamentos e o consumo da área condominial.

Para o resultado do consumo total atual do empreendimento, foi utilizada a média de consumo encontrada por apartamento (239,87kWh/mês), multiplicada pelo total de apartamentos (216) e somado o consumo da área condominial, totalizando um total de 53.811,92 kWh/mês. A demanda média atual encontrada na edificação representa hoje apenas 20,3% da capacidade total de projeto, valor baixo o qual já era esperado por ser uma edificação com menos de 2 anos de uso.

5.3.4 Posse de Eletrodomésticos

Em ambientes residenciais, como o estudado, o consumo elétrico é caracterizado também pela posse e uso dos eletrodomésticos. Paralelamente ao estudo do consumo de energia elétrica, foram levantados os principais eletrodomésticos utilizados pelos moradores, assim como suas

devidas quantidades, dando uma visão geral do perfil de consumo destes moradores. Características individuais de cada equipamento como a potência, não foram alvo desta pesquisa. A figura 30 mostra a porcentagem de apartamentos, entre os contatados, que possuem determinado equipamento. Outro dado obtido foi a média de eletrodomésticos por apartamento, conforme mostra a figura 31.

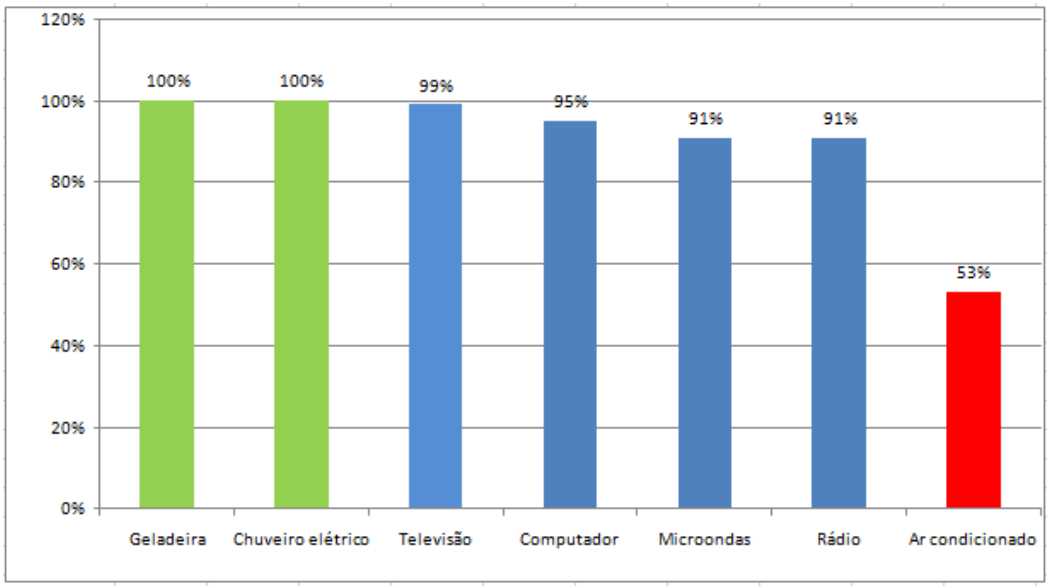

Figura 30: porcentagem de apartamentos que possuem determinado eletrodoméstico

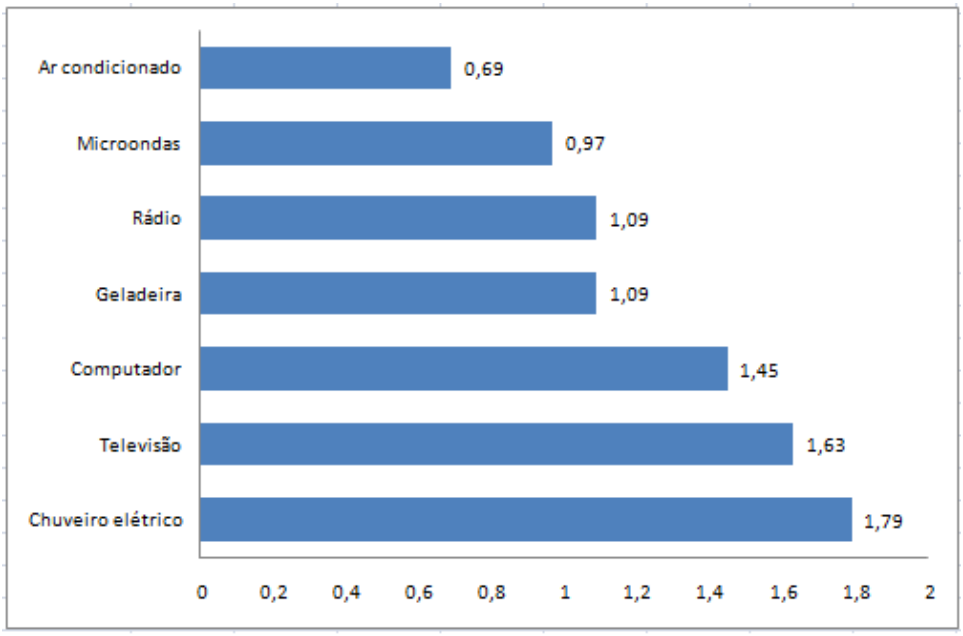

Figura 31: média do eletrodoméstico/apartamento

Os resultados encontrados com geladeira (100%), televisão (99%), rádio (91%) e ar condicionado (53%) ficaram dentro do esperado. Os resultados com microondas (91%) e computadores (95%) apresentaram valores bem mais elevados dos que os esperados de acordo com pesquisa anterior (HANSEN, 2000).

É valido destacar o perfil apresentado dos maiores e menores resultados do consumo elétrico de cada faixa de número de moradores, conforme figuras 32 e 33, podendo estabelecer assim uma relação do uso dos eletrodomésticos com o consumo de energia elétrica.

Menores consumos	Número de moradores					
	1	2	3	4	5	6
CONSUMO kWh	75	123	146	199	277	420
Geladeira	1	1	1	1	1	1
Microondas	1	1	1	–	–	1
Ar cond.	–	–	–	–	–	1
Computador	1	2	1	1	2	2
Televisão	1	2	1	2	4	4
Rádio	1	1	1	1	1	2
Chuv. Elét.	1	2	2	2	2	2

Figura 32: eletrodomésticos dos apartamentos que apresentaram menor consumo/número de moradores

Maiores consumos	Número de moradores					
	1	2	3	4	5	6
CONSUMO kWh	232	285	332	403	489	543
Geladeira	2	1	1	1	1	2
Microondas	1	1	1	1	1	1
Ar cond.	2	–	1	1	2	3
Computador	2	2	1	2	3	3
Televisão	2	2	1	2	3	3
Rádio	2	1	1	1	2	2
Chuv. Elét.	1	2	2	2	2	2

Figura 33: eletrodomésticos dos apartamentos que apresentaram maior consumo/número de moradores

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise geral dos resultados obtidos permite que sejam feitas algumas considerações finais sobre o consumo de energia elétrica na execução e durante o uso do empreendimento.

O consumo total de energia elétrica da execução do empreendimento (139.982 kWh) e o seu custo (R$ 65.000) equivalem a 2,6 meses do consumo do empreendimento e apenas 0,3% do valor total investido (R$ 20.000.000). Logo, é irrisório quando se tem a vida útil de um edifício em torno de 50 anos e o valor investido trata-se de milhões. O consumo elétrico da execução mesmo que considerado pequeno frente ao consumo quando da edificação em uso, possui um perfil bem determinado que acompanha a entrada e saída dos principais serviços, como mostra o acréscimo constatado no mês de julho com o início da execução da estrutura e o novo acréscimo verificado no início do revestimento de fachada. O número de trabalhadores no canteiro de obra acompanha também, fielmente, a demanda de eletricidade.

O consumo médio de energia elétrica dos apartamentos da tipologia estudada teve um aumento de aproximadamente 17% em relação ao estudo anterior de Hansen (2000). Mesmo com esse aumento o consumo médio mensal da edificação (53.811,92 kWh) está bem abaixo da demanda máxima prevista em projeto (265.000kWh) o que mostra que o projeto que seguiu as especificações do RIC e aprovado pela concessionária atende com folga a demanda exigida atualmente pela edificação, conforme esperado por se tratar de um empreendimento novo. Outra análise que mostra que o projeto atende a demanda atual é supor que todos os 216 apartamentos tenham o maior consumo mensal encontrado no estudo (543kWh/mês), totalizando uma demanda total de 117.288kWh, ainda abaixo da demanda máxima prevista de projeto.

A posse dos eletrodomésticos utilizados nos apartamentos, pode-se perceber que cerca de 90% dos usuários utilizam 6 dos 7 eletrodomésticos pesquisados, o que exclui apenas o ar condicionado que é utilizado por apenas 53% dos entrevistados. O aumento significativo da posse de microondas e computadores que era de 47% e 53%, respectivamente, no estudo de Hansen (2000) e agora é de 91% e 95% reflete um crescimento do interesse dos moradores no uso destes aparelhos. Com o uso de praticamente os mesmos eletrodomésticos, nota-se

também uma grande variação do consumo entre os apartamentos com o mesmo número de moradores o que pode ser explicado devido à diferença de potências entre os eletrodomésticos (assunto não abordado neste trabalho) e diferentes dinâmicas dos moradores em sua rotina diária. Hábitos do morador também são decisivos na economia ou não do consumo elétrico, fato relevante é que os 10 apartamentos de maior consumo encontrados possuem ar condicionado.

O que se poderia esperar, nesta pesquisa, é a caracterização do consumo durante a execução das principais etapas do empreendimento, com os maiores consumos encontrados respectivamente na execução da fachada (pico do consumo) e durante a execução da estrutura. Durante o período de uso da edificação, a posse dos eletrodomésticos quando não dentro do esperado se mostrou acima dos números encontrados em estudos anteriores. A comparação da demanda de projeto com a atual, também demonstrou que a demanda projetada atende com folga a existente. A determinação da relevância do consumo de energia elétrica na fase de execução de um empreendimento mostrou ser irrisória se comparada ao consumo ao longo do uso do empeendimento. Cabe ressaltar que, este consumo não deixa de ser importante, mas é factível que a fase de uso da edificação deve ser o foco da sustentabilidade em uma primeira análise, já que se trata de um pólo de consumo relevante de eletricidade e que consumirá por no mínimo a vida útil da edificação.

Uma sugestão para futuros trabalhos é a análise do consumo de energia elétrica durante o uso da edificação por um período maior que 12 meses, assim como um aprofundamento do conhecimento da rotina dos moradores e o detalhamento dos equipamentos de cada unidade.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Políticas para o Desenvolvimento Sustentável. **Consumo sustentável:** manual de educação. Brasília, DF, 2005. Disponível em: <www.mma.gov.br/port/sdi/ea/og/pog/arqs/consumo_sustentavel.pdf>. Acesso em: 7 dez. 2010.

COMPANHIA ESTADUAL DE DISTRIBUIÇÃO ELÉTRICA, Balanço energético do Rio Grande do Sul 2010: ano base 2009. Porto Alegre: Grupo CEEE, 2010.

COMPANHIA ESTADUAL DE DISTRIBUIÇÃO ELÉTRICA, Regulamento de Instalações Consumidoras –RIC. Porto Alegre: Grupo CEEE, 2011.

CONCEITO de sustentabilidade e desenvolvimento sustentável. São Paulo, 2003. Material da Rede de Cooperação para Sustentabilidade. Disponível em: <www.catalisa.org.br/site/textoteca/30-o-conceito-de-sustentabilidade-e-desenvolvimento-sustentl>. Acesso em: 22 nov. 2010.

DREYER, A. **O que é LEED?**. Disponível em: <http://anadreyer.blogspot.com/2009/01/o-que-leed.html>. Acesso em: 19 nov. 2010.

ESPÍRITO SANTO, G. **Energia**: um mergulho na crise. São Paulo: Igasa, 1989.

FÉLIX, L. F. C. **O processo de projeto de uma edificação mais sustentável:** contribuições relativas ao programa arquitetônico. 2008. 167 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

GOOGLE. Google imagens. Pesquisa sobre o termo overshoot. Disponível em: <www.google.com.br/imghp?hl=pt-br&tab=wi>. Acesso em: 7 dez. 2010.

GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL. Gráficos LEED no Brasil. Disponível em: <www.gbcbrasil.org.br/pt/index.php?pag=certificacao.php&certificado=cert_leedRegistrados.php >. Acesso em: 23 nov. 2010.

HANSEN, A. M. D. **Padrões de consumo de energia elétrica em diferentes tipologias de edificações residenciais**. 2000. 137 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, Normalização e qualidade industrial. Etiqueta de eficiência energética do Programa Brasileiro de Etiquetagem. Disponível em: < www.inmetro.gov.br/consumidor/etiquetas.asp>. Acesso em: 7 dez. 2010.

INTERESSE e a procura de soluções verdes dos edifícios está em ascenção. Disponível em: <www.azocleantech.com/news.aspx?newsID=2391&lang=pt>. Acesso em: 7 dez. 2010.

KRANZ, P. **Pequeno guia da Agenda 21 local**. Rio de Janeiro: Hipocampo, 1999.

LICHTENFELS, A **Infovida**: a revista do caminho da vida. São Paulo: Vida, 2010.

LIMA, J. **O desenvolvimento sustentável:** busca de uma nova concepção de desenvolvimento. Disponível em:

<www.mp.go.gov.br/ancb/documentos/Educacao/Textos_diversos/DESENVOLVIMENTO%20SUSTENT%C3%81VEL.doc>. Acesso em: 7 dez. 2010.

MASCARÓ, J. L. **Consumo de energia e construção de edifícios**. São Paulo: Diâmetro Empreendimentos, 1981.

ORTEGA, F. S. **O potencial da agroindústria canavieira do Brasil.** São Paulo: Serrana, 2003.

POSSAMAI,. O uso da energia elétrica no ambiente residencial. In.: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 21., 2001, Salvador. **Resumos...** Porto Alegre: ABEPRO, 2001.

SILVA, V. G. **Avaliação da sustentabilidade de edifícios de escritórios brasileiros:** diretrizes e base metodológica. 2003. 210 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

WEBER, J**. Gestão de recursos renováveis e desenvolvimento:** novos desafios para a pesquisa ambiental. São Paulo: Cortez, 1997.

APÊNDICE A – Planilha de entrevista moradores do empreendimento estudado

Trabalho de Diplomação - Engenharia Civil - UFRGS		
Estudante: Alberto Meneghetti	[redacted]	Porto Alegre, ____ de _____ de 2011
Consumo de Energia elétrica do empreendimento em uso		
TORRE A	APT: _____	Nome morador: Número de moradores: ( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( )6

Consumo mensal de energia elétrica			Considera este valor:			Eletrodomésticos em uso	
mês	consumo kWh	valor (R$)	Elevado	Normal	Baixo	Eletrodoméstico	Quantidade
abr/10						Geladeira	( )0 ( )1 ( )2 ( )3
mai/10						Microondas	( )0 ( )1 ( )2 ( )3
jun/10						Ar condicionado	( )0 ( )1 ( )2 ( )3
jul/10						Microondas	( )0 ( )1 ( )2 ( )3
ago/10						Computador	( )0 ( )1 ( )2 ( )3
set/10						Televisão	( )0 ( )1 ( )2 ( )3
out/10						Rádio	( )0 ( )1 ( )2 ( )3
nov/10						Chuveiro elétrico	( )0 ( )1 ( )2 ( )3
dez/10						Observações relevantes:	
jan/11							
fev/11							
mar/11							
abr/11							
mai/11							

Eu, _____ morador do apartamento acima descrito, concordo em divulgar as informações sobre o consumo mensal de enrgia elétrica de minha residência.

_____
Assinatura do morador

APÊNDICE B – Fotos da construção do empreendimento

RODOBENS
NEGÓCIOS IMOBILIÁRIOS
BANCO REAL
capamax

RODOBENS
NEGÓCIOS
IMOBILIÁRIOS
BANCO REAL
Realização
capamax

APÊNDICE C – Tabelas do Regulamento de Instalações Consumidoras

Cálculo da Demanda dos Apartamentos em Função da Área

Área Útil m²	KVA	Área Útil m²	kVA	Área Útil m²	KVA	Área Útil m²	kVA	Área Útil m²	kVA	Área Útil m²	kVA	Área Útil m²	kVA	Área Útil m²	kVA
40	1,00	80	1,76	120	2,54	160	3,28	200	4,01	240	4,72	280	5,42	320	6,10
41	1,00	81	1,78	121	2,56	161	3,30	201	4,03	241	4,74	281	5,43	321	6,12
42	1,00	82	1,80	122	2,57	162	3,32	202	4,04	242	4,75	282	5,45	322	6,14
43	1,01	83	1,82	123	2,59	163	3,34	203	4,06	243	4,77	283	5,47	323	6,16
44	1,03	84	1,84	124	2,61	164	3,36	204	4,08	244	4,79	284	5,49	324	6,17
45	1,05	85	1,86	125	2,63	165	3,37	205	4,10	245	4,81	285	5,50	325	6,19
46	1,08	86	1,88	126	2,65	166	3,39	206	4,12	246	4,82	286	5,52	326	6,21
47	1,10	87	1,90	127	2,67	167	3,41	207	4,13	247	4,84	287	5,54	327	6,22
48	1,12	88	1,92	128	2,69	168	3,43	208	4,15	248	4,85	288	5,55	328	6,24
49	1,14	89	1,94	129	2,71	169	3,45	209	4,17	249	4,86	289	5,57	329	6,26
50	1,16	90	1,96	130	2,73	170	3,47	210	4,19	250	4,89	290	5,59	330	6,27
51	1,18	91	1,98	131	2,74	171	3,48	211	4,20	251	4,91	291	5,61	331	6,29
52	1,20	92	2,00	132	2,76	172	3,50	212	4,22	252	4,93	292	5,62	332	6,31
53	1,22	93	2,02	133	2,78	173	3,52	213	4,24	253	4,95	293	5,64	333	6,33
54	1,24	94	2,04	134	2,80	174	3,54	214	4,26	254	4,96	294	5,66	334	6,34
55	1,26	95	2,06	135	2,82	175	3,56	215	4,28	255	4,98	295	5,68	335	6,36
56	1,28	96	2,09	136	2,84	176	3,57	216	4,29	256	5,00	296	5,69	336	6,38
57	1,30	97	2,10	137	2,86	177	3,59	217	4,31	257	5,02	297	5,71	337	6,39
58	1,32	98	2,12	138	2,88	178	3,61	218	4,33	258	5,03	298	5,73	338	6,41
59	1,34	99	2,14	139	2,89	179	3,63	219	4,35	259	5,05	299	5,74	339	6,43
60	1,36	100	2,15	140	2,91	180	3,65	220	4,36	260	5,07	300	5,76	340	6,44
61	1,38	101	2,17	141	2,93	181	3,67	221	4,38	261	5,09	301	5,78	341	6,46
62	1,40	102	2,19	142	2,95	182	3,68	222	4,40	262	5,10	302	5,80	342	6,48
63	1,43	103	2,21	143	2,97	183	3,70	223	4,42	263	5,12	303	5,81	343	6,50
64	1,45	104	2,23	144	2,99	184	3,72	224	4,44	264	5,14	304	5,83	344	6,51
65	1,47	105	2,25	145	3,01	185	3,74	225	4,45	265	5,16	305	5,85	345	6,53
66	1,49	106	2,27	146	3,02	186	3,76	226	4,47	266	5,17	306	5,86	346	6,55
67	1,51	107	2,29	147	3,04	187	3,77	227	4,49	267	5,19	307	5,88	347	6,56
68	1,53	108	2,31	148	3,06	188	3,79	228	4,51	268	5,21	308	5,90	348	6,58
69	1,55	109	2,33	149	3,08	189	3,81	229	4,52	269	5,23	309	5,92	349	6,60
70	1,57	110	2,35	150	3,10	190	3,83	230	4,54	270	5,24	310	5,93	350	6,61
71	1,59	111	2,37	151	3,12	191	3,85	231	4,56	271	5,26	311	5,95	400	7,45
72	1,61	112	2,39	152	3,13	192	3,86	232	4,58	272	5,28	312	5,97	450	8,28
73	1,63	113	2,40	153	3,15	193	3,88	233	4,59	273	5,29	313	5,98	500	9,14
74	1,65	114	2,42	154	3,17	194	3,90	234	4,61	274	5,31	314	6,00	550	9,91
75	1,67	115	2,44	155	3,19	195	3,92	235	4,63	275	5,33	315	6,02	600	10,71
76	1,69	116	2,46	156	3,21	196	3,94	236	4,65	276	5,35	316	6,04	700	12,3
77	1,71	117	2,48	157	3,23	197	3,95	237	4,67	277	5,36	317	6,05	800	13,86
78	1,73	118	2,50	158	3,25	198	3,97	238	4,68	278	5,38	318	6,07	900	15,4
79	1,75	119	2,52	159	3,26	199	3,99	239	4,70	279	5,40	319	6,09	1000	16,93

Notas:

1 Para apartamentos com área intermediária entre as faixas da tabela pode ser aplicado o incremento de 0,02kVA/m² sobre a demanda da faixa anterior.

2 Para apartamentos com área inferior a 40m² a demanda a ser considerada é 1kVA.

3 A tabela acima se destina a prédio de múltiplas unidades consumidoras.

Fatores de Diversidade de Carga em Função do Número de Apartamentos no Prédio de Múltiplas Unidades

No Apto.	Fator	No Apto.	Fator	No Apto.	Fator	No Apto.	Fator	No Apto.	Fator	No Apto.	Fator	No Apto.	Fator	No Apto.	Fator	No Apto.	Fator
1	1,00	32	24,69	63	42,62	94	59,98	125	69,59	156	75,49	187	79,54	218	81,74	249	82,69
2	1,96	33	25,29	64	43,18	95	60,54	126	69,79	157	75,64	188	79,64	219	81,79	250	82,72
3	2,92	34	25,90	65	43,74	96	61,1	127	69,99	158	75,79	189	79,74	220	81,84	251	82,73
4	3,88	35	26,50	66	44,30	97	61,66	128	70,19	159	75,94	190	79,84	221	81,89	252	82,74
5	4,84	36	27,10	67	44,86	98	62,22	129	70,39	160	76,09	191	79,94	222	81,94	253	82,75
6	5,80	37	27,71	68	45,42	99	62,78	130	70,59	161	76,24	192	80,04	223	81,99	254	82,76
7	6,76	38	28,31	69	45,98	100	63,34	131	70,79	162	76,39	193	80,14	224	82,04	255	82,77
8	7,72	39	28,92	70	46,54	101	63,59	132	70,99	163	76,54	194	80,24	225	82,09	256	82,78
9	8,68	40	29,52	71	47,10	102	63,84	133	71,19	164	76,69	195	80,34	226	82,12	257	82,79
10	9,64	41	30,12	72	47,66	103	64,09	134	71,39	165	76,84	196	80,44	227	82,14	258	82,80
11	10,42	42	30,73	73	48,22	104	64,34	135	71,59	166	76,99	197	80,54	228	82,17	259	82,81
12	11,20	43	31,33	74	48,78	105	64,59	136	71,79	167	77,14	198	80,64	229	82,19	260	82,82
13	11,98	44	31,94	75	49,34	106	64,84	137	71,99	168	77,29	199	80,74	230	82,22	261	82,83
14	12,76	45	32,54	76	49,90	107	65,09	138	72,19	169	77,44	200	80,84	231	82,24	262	82,84
15	13,54	46	33,10	77	50,46	108	65,34	139	72,39	170	77,59	201	80,89	232	82,27	263	82,85
16	14,32	47	33,66	78	51,02	109	65,59	140	72,59	171	77,74	202	80,94	233	82,29	264	82,86
17	15,10	48	34,22	79	51,58	110	65,84	141	72,79	172	77,89	203	80,99	234	82,32	265	82,87
18	15,88	49	34,78	80	52,14	111	66,09	142	72,99	173	78,04	204	81,04	235	82,34	266	82,88
19	16,66	50	35,34	81	52,70	112	66,34	143	73,19	174	78,19	205	81,09	236	82,37	267	82,89
20	17,44	51	35,90	82	53,26	113	66,59	144	73,39	175	78,34	206	81,14	237	82,39	268	82,90
21	18,04	52	36,46	83	53,82	114	66,84	145	73,59	176	78,44	207	81,19	238	82,42	269	82,91
22	18,65	53	37,02	84	54,38	115	67,09	146	73,79	177	78,54	208	81,24	239	82,44	270	82,92
23	19,25	54	37,58	85	54,94	116	67,34	147	73,99	178	78,64	209	81,29	240	82,47	271	82,93
24	19,86	55	38,14	86	55,50	117	67,59	148	74,19	179	78,74	210	81,34	241	82,49	272	82,94
25	20,46	56	38,70	87	56,06	118	67,84	149	74,39	180	78,84	211	81,39	242	82,52	273	82,95
26	21,06	57	39,26	88	56,62	119	68,09	150	74,59	181	78,94	212	81,44	243	82,54	274	82,96
27	21,67	58	39,82	89	57,18	120	68,34	151	74,74	182	79,04	213	81,49	244	82,57	275	82,97
28	22,27	59	40,38	90	57,74	121	68,59	152	74,89	183	79,14	214	81,54	245	82,59	276	83,00
29	22,88	60	40,94	91	58,30	122	68,84	153	75,04	184	79,24	215	81,59	246	82,62	277	83,00
30	23,48	61	41,50	92	58,86	123	69,09	154	75,19	185	79,34	216	81,64	247	82,64	280	83,00
31	24,08	62	42,06	93	59,42	124	69,34	155	75,34	186	79,44	217	81,69	248	82,67	300	83,00

APÊNDICE D – Tabela da média de consumo de cada apartamento e a posse de seus eletrodomésticos

apartamento	consumo médio	Núm. de moradores	Geladeira	Microondas	Ar cond.	Computador	Televisão	Rádio	Chuveiro elet.
401	250	3	1	1	0	2	2	1	2
402	232	4	1	1	1	2	2	1	2
403	277	5	2	1	1	2	4	1	2
404	183	1	1	1	2	1	2	1	2
405	339	3	1	1	2	2	3	1	2
406									
407	333	3	1	1	0	1	2	1	2
408	310	3	2	2	1	1	3	2	2
409	357	4	1	1	1	3	2	1	2
410	321	4	1	1	1	3	4	3	2
411	245	2	1	1	0	2	2	1	2
412	127	1	1	1	0	1	1	1	2
501									
502	203	1	1	1	1	1	2	1	2
503	285	2	1	1	2	2	2	2	2
504									
505	187	1	1	1	1	2	2	1	1
506	395	3	1	2	2	1	2	1	2
507	293	3	1	1	2	1	1	1	2
508	407	3	1	1	2	3	3	2	2
509	432	6	2	1	1	2	4	2	2
510	321	4	1	1	2	1	1	1	2
511	245	2	1	1	1	2	1	1	2
512	333	4	1	1	1	2	2	1	2
601	287	3	1	1	0	1	1	1	2
602									
603									
604	322	4	1	1	0	2	1	1	2
605									
606	447	5	1	1	3	2	2	2	2
607	232	1	1	1	0	1	1	1	2
608									
609	321	4	1	1	0	1	1	1	2
610									

apartamento	consumo médio	Núm. de moradores	Geladeira	Microondas	Ar cond.	Computador	Televisão	Rádio	Chuveiro elet.
611	201	1	1	1	1	1	2	1	2
612	278	3	1	1	0	2	2	2	2
701	153	1	1	0	0	1	1	1	1
702	408	6	1	1	1	2	2	1	2
703	376	4	1	1	1	2	2	3	2
704									
705	267	4	1	0	0	1	2	1	2
706									
707	420	6	2	1	1	2	4	2	2
708	333	4	1	1	2	1	1	1	2
709	221	2	1	1	1	2	1	1	1
710	321	3	1	0	2	2	2	1	2
711									
712	234	2	1	1	1	2	1	1	1
801	318	3	2	2	1	1	3	2	2
802	332	4	1	1	1	3	2	1	2
803	398	4	1	1	1	3	4	3	2
804									
805	197	1	1	1	1	1	2	1	1
806	298	3	1	1	0	2	2	2	2
807									
808									
809	403	4	1	1	2	2	3	1	2
810									
811	232	1	1	1	1	1	2	1	1
812	341	3	1	1	0	2	2	2	2
901									
902	356	4	1	1	1	1	2	1	2
903				1					
904				1					
905	112	1	1	1	0	1	1	1	1
906	232	4	1	1	0	2	2	1	2
907	177	3	1	0	1	1	1	1	2
908	423	6	1	2	3	3	3	2	2

apartamento	consumo médio	Núm. de moradores	Geladeira	Microondas	Ar cond.	Computador	Televisão	Rádio	Chuveiro elet.
909									
910	211	4	1	1	0	1	2	2	2
911	145	3	1	1	0	0	1	1	2
912	333	5	1	1	1	2	2	1	2
1001	117	1	1	1	0	1	1	1	1
1002	234	4	1	1	0	1	2	1	2
1003	145	3	1	1	0	2	1	0	2
1004	94	1	1	0	0	1	1	1	1
1005									
1006	321	4	1	2	1	1	1	1	2
1007	211	1	1	1	1	2	2	2	2
1008	214	3	2	1	0	2	2	0	2
1009									
1010	237	4	1	1	0	1	1	1	2
1011									
1012									
1101	176	3	1	0	0	1	1	1	2
1102									
1103									
1104	273	3	2	2	1	1	3	2	2
1105	301	4	1	1	1	3	2	1	2
1106									
1107	134	2	1	1	0	2	2	1	2
1108	84	1	1	0	0	0	1	1	2
1109									
1110									
1111	171	3	1	1	0	1	2	1	2
1112	167	3	2	2	1	1	3	2	2
1201	232	4	1	1	1	3	2	1	2
1202	321	4	1	1	1	3	4	3	2
1203	211	2	1	1	0	2	2	1	2
1204									
1205									
1206	232	3	1	1	0	1	1	1	2

apartamento	consumo médio	Núm. de moradores	Geladeira	Microondas	Ar cond.	Computador	Televisão	Rádio	Chuveiro elet.
1207									
1208	154	3	1	0	0	1	2	1	2
1209	244	3	2	2	1	1	3	2	2
1210	278	4	1	1	0	3	2	1	2
1211	221	4	1	1	0	3	2	3	2
1212	134	2	1	1	0	1	1	0	2
1301	99	1	1	1	0	1	1	1	2
1302	123	2	1	1	0	2	2	1	2
1303	111	1	1	1	0	1	1	1	2
1304									
1305	111	1	1	1	0	1	1	1	2
1306	143	2	1	1	0	2	2	1	2
1307									
1308	145	3	1	1	1	1	1	2	2
1309	121	1	1	1	0	1	1	1	1
1310	245	4	1	1	0	1	1	0	2
1311									
1312	232	3	1	1	1	1	1	1	2
1401	134	1	1	1	2	1	1	1	2
1402	387	4	2	1	2	2	2	1	2
1403									
1404	312	3	1	1	0	2	1	0	2
1405									
1406	367	4	2	1	1	2	1	0	2
1407									
1408	245	3	1	1	1	1	1	1	2
1409									
1410	211	2	1	1	0	1	2	1	2
1411	232	3	1	1	0	1	1	1	2
1412									
1501									
1502									
1503	312	5	1	1	0	1	2	1	2
1504	267	4	1	0	0	1	1	1	2

apartamento	consumo médio	Núm. de moradores	Geladeira	Microondas	Ar cond.	Computador	Televisão	Rádio	Chuveiro elet.
1505									
1506	312	4	1	1	1	1	1	1	2
1507	186	1	1	1	2	2	2	1	2
1508	237	3	1	1	1	1	1	1	2
1509									
1510	249	4	1	1	0	0	1	1	1
1511	86	1	1	1	0	1	1	1	1
1512	345	3	1	1	1	2	2	1	2
1601	199	4	1	0	0	1	2	1	2
1602	94	1	1	1	0	1	1	0	1
1603	321	4	1	1	1	1	1	1	2
1604	267	3	1	1	2	1	2	1	2
1605									
1606	111	1	1	1	0	1	1	0	1
1607	345	5	1	1	0	2	2	1	2
1608	167	3	1	1	1	1	1	1	2
1609	232	4	1	1	1	1	1	1	2
1610									
1611									
1612	333	3	1	1	0	3	2	1	2
1701	85	1	1	1	0	1	1	1	1
1702									
1703	167	2	1	1	2	1	2	1	2
1704	148	1	1	1	1	2	1	1	1
1705	321	3	1	1	1	1	1	1	2
1706									
1707									
1708	245	4	1	1	0	2	1	1	2
1709									
1710									
1711	112	1	1	1	0	1	0	1	2
1712	165	3	1	1	0	0	1	1	2
1801	245	4	1	1	1	1	1	1	2
1802	543	6	2	1	3	3	3	2	2

apartamento	consumo médio	Núm. de moradores	Geladeira	Microondas	Ar cond.	Computador	Televisão	Rádio	Chuveiro elet.
1803									
1804	489	5	1	1	2	3	3	3	2
1805									
1806	257	4	1	0	0	1	1	1	2
1807	231	3	1	1	1	1	1	1	2
1808									
1809	123	1	1	1	0	0	1	1	1
1810									
1811									
1812	145	3	1	1	0	0	2	0	1
1901	367	4	1	1	1	2	2	1	2
1902	245	3	1	2	1	2	1	1	2
1903									
1904	432	5	1	1	2	2	2	1	2
1905	321	4	1	1	1	1	2	1	2
1906									
1907	111	1	1	0	1	1	0	1	1
1908									
1909									
1910	321	3	1	1	2	2	1	1	2
1911	111	1	1	1	1	1	1	0	2
1912	175	3	1	1	0	1	1	0	1
2001	232	4	1	1	0	2	1	0	1
2002	96	1	1	1	0	0	1	1	1
2003									
2004	146	3	2	1	0	1	1	1	2
2005	122	1	1	1	1	2	1	0	1
2006									
2007	232	3	1	1	1	1	1	1	2
2008									
2009	123	1	1	1	0	1	1	1	1
2010	232	3	1	1	1	1	2	1	1
2011	201	3	1	0	0	1	1	0	2
2012	133	1	1	1	1	1	1	0	2

apartamento	consumo médio	Núm. de moradores	Geladeira	Microondas	Ar cond.	Computador	Televisão	Rádio	Chuveiro elet.
2101	137	2	1	1	0	2	1	1	1
2102	156	2	1	1	1	2	1	1	1
2103									
2104	211	3	1	1	1	1	1	0	1
2105									
2106									
2107	75	1	1	1	1	1	1	1	1
2108	211	3	1	0	0	1	1	1	2
2109	345	5	2	1	0	1	2	1	2
2110									
2111	76	1	1	0	0	0	1	1	1
2112									