



6 a 8 de outubro de 2010 - Canela RS

ENTAC 2010

XIII Encontro Nacional de Tecnologia
do Ambiente Construído

CONSUMO DE ENERGIA EM EDIFICAÇÕES DE BAIXA RENDA NO BRASIL

Fabício V. Andrade (1); Eleonora Sad de Assis (2); Ricardo B. Pinheiro (3).

(1) Departamento de Engenharia Nuclear – PCTN – Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil – e-mail: fabricioenergy@yahoo.com

(2) Escola de Arquitetura – Labcon – Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil – e-mail: eleonorasad@yahoo.com.br

(3) Departamento de Engenharia Nuclear – PCTN – Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil – e-mail: rbp@nuclear.ufmg.br

RESUMO

Neste trabalho é feito um estudo em que é quantificado o consumo energético no setor residencial de baixa renda (renda de no máximo 5 salários mínimos), considerando além do consumo de energia dos equipamentos eletroeletrônicos, a energia embutida na edificação. Para tanto, foi utilizada uma metodologia de análise do ciclo de vida da edificação. Tavares e Lamberts (2004) mostraram que o consumo de energia embutida pode chegar a ser 40% do consumo de energia necessária durante a vida útil da edificação. Para este estudo foram definidas duas tipologias, a primeira considerando residências unifamiliares, com dimensões de 35m² e renda familiar de no máximo 5 salários mínimos. Esta tipologia foi escolhida com intuito de avaliar o consumo energético dos conjuntos habitacionais e também dos programas habitacionais atuais como “Minha casa, minha vida”. A outra tipologia, também é unifamiliar, com dimensões de 63m² e com a mesma renda da tipologia anterior. Com esta tipologia é esperado poder detectar mudanças no padrão de consumo devido principalmente ao aumento do espaço edificado. Os resultados mostram que, em média, a energia na etapa de construção e na etapa de manutenção é de 30% do total de energia final consumida no setor residencial de baixa renda. Com relação às projeções até 2030, é esperado um aumento no consumo de mais de 50% de energia final no Cenário Referencial e de mais de 100% no Cenário Alto.

Palavras-chave: consumo de energia; setor residencial; baixa renda; projeções.

1 INTRODUÇÃO

1.1 As edificações de baixa renda no Brasil

Da pesquisa feita pelo Procel (ELETROBRÁS, 2007), as edificações de baixa renda no Brasil (até 5 salários mínimos) representam aproximadamente 68% dos domicílios existentes, sendo que nesta faixa de renda o déficit habitacional está em torno de 6 milhões, quase a totalidade do déficit nacional (MC, 2009). O que explica, mas não justifica, este número elevado do déficit são as políticas habitacionais ao longo das últimas décadas, que não eram voltadas para classe de baixa renda e também a condição social das famílias que não têm nem renda suficiente para suprir as necessidades básicas quanto mais para adquirir uma residência própria.

Os tipos de edificações para esta faixa de renda, baseado na mesma pesquisa citada acima, são domicílios na maioria unifamiliares, com dimensões abaixo de 75 m² com acabamento simples. Essas tipologias alcançam cerca de 45% de todos os domicílios brasileiros. Também, deve-se destacar que, o consumo de energia elétrica nessas edificações está em média abaixo de 100 kWh/mês.

1.2 Os principais insumos energéticos no setor residencial

Os principais insumos energéticos no setor residencial são gastos na etapa operacional da edificação. São eles: eletricidade, gás liquefeito de petróleo (GLP) e lenha. Segundo o Balanço Energético Nacional 2008 BEN-2008 (MME, 2008), em 2005, a participação da eletricidade no setor residencial brasileiro representou 32,8% com relação ao consumo final; a participação do GLP chegou a 26,2% e, a da lenha, os impressionáveis 37,7%, totalizando 96,7%.

Na fase de construção da edificação, os principais insumos utilizados são : cimento, aço, cerâmica vermelha e de revestimento, correspondendo a até 80% do conteúdo energético, dependendo da obra. Segundo o BEN-2008, na indústria do cimento no Brasil o principal insumo energético foi o coque de petróleo, na indústria de ferro-gusa e aço os principais insumos energéticos foram coque de carvão mineral e carvão vegetal e na indústria da cerâmica predominou o uso da lenha seguido pelo gás natural.

1.3 Participação das tipologias consideradas no setor residencial

As tipologias consideradas neste trabalho são definidas como Tipologia 1 (T1) e Tipologia 2 (T2). A tipologia T1 é unifamiliar, com dimensões de 35m². Sendo T1A com renda inferior a 3 salários mínimos (S.M.), que corresponde a 66% dos domicílios desta tipologia, e T1B com renda entre 3 e 5 S.M. e proporção de 34% das famílias. A tipologia T2, com dimensões de 63m², também representa domicílios unifamiliares. Sendo T2A com renda inferior a 3 S.M. e representando 55% dos domicílios e T2B entre 3 e 5 S.M., representado 45% dos domicílios. Segundo dados do Procel (ELETROBRÁS, 2007), T1 representa 18,7% e T2 representa 26,2% dos domicílios brasileiros.

1.4 Análise de ciclo de vida energética de uma edificação

A análise de ciclo de vida energética de uma edificação (ACVE) é uma metodologia em que é acompanhada e contabilizada toda a cadeia energética da edificação desde a fabricação dos materiais até a demolição e reciclagem dos resíduos. Pode-se dizer que é uma análise do “berço ao túmulo”.

Para esta análise podem ser consideradas quatro etapas básicas do ciclo de vida das edificações, a saber:

- Energia embutida inicial (EEI)
- Energia embutida de manutenção (EEM)
- Energia de operação (EO)
- Energia de demolição (ED)

Com esta divisão, pode-se avaliar o impacto energético nas diversas etapas do ciclo de vida. A Figura 1 representa estas diversas etapas.



Figura 1: Ciclo de vida de uma edificação

Fonte: Tavares e Lamberts (2005)

Na Figura 1, a energia embutida inicial é representada pela energia necessária para fabricação de materiais, a energia de transporte desses materiais até a obra e a energia consumida durante a obra. Todas essas três etapas fazem parte da etapa pré-operacional.

2 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é quantificar o consumo de energia final no setor residencial de baixa renda, considerando as principais etapas do ciclo de vida energético de uma edificação.

3 METODOLOGIA

3.1 Dados e hipóteses

3.1.1 Definição das tipologias

Para fazer este estudo foram considerados 25 anos iniciais do ciclo de vida de uma edificação. A escolha desse período de tempo está associada ao fato de que neste trabalho é feito projeções e sabe-se que, quanto maior o tempo mais propício a erros na projeção, também, porque se pode aproveitar as projeções definidas no PNE-2030, que são para até 2030. Um ciclo de vida pode ser considerado 50 anos ou mais.

O ano base foi definido como sendo 2005 e o final 2030.

Segundo o IBGE, no ano base havia 53.114.000 domicílios particulares no Brasil, sendo 58% dessas residências com famílias com renda igual ou inferior a 3 salários mínimos.

Para caracterizar o consumo de energia nas etapas da ACVE de interesse foi utilizada a metodologia elaborada por Tavares (2006), que discriminou o consumo de energia para as diversas etapas do ciclo de vida de uma edificação semelhante à tipologia T2.

Para representar as edificações da população de baixa renda (neste caso 3 salários mínimos) ,Tavares (2006) produziu uma tipologia com as características apresentadas a seguir:

- Casa unifamiliar de 63m²;
- 2quartos, 1 sala, 1 cozinha e um banheiro;

- 4 habitantes com consumo de 140 kWh/mês de eletricidade.
- Paredes de blocos cerâmicos, janelas de aço laminado, cobertura de fibrocimento com laje de forro e pisos cerâmicos para banheiro e cozinha e de tacos de madeira para as áreas sociais.

Pode-se dizer que esta tipologia desenvolvida por Tavares (2006) não parece ser coerente para representar as edificações e famílias que estão dentro da faixa de renda abaixo de 3 S.M. no Brasil. Conforme pesquisa de posse de equipamentos e hábitos de uso no setor residencial brasileiro (ELETROBRÁS, 2007), as tipologias de domicílios com dimensões entre 50 e 75 m², cobertura de fibrocimento e com laje de forro representam menos de 5% da amostra avaliada em tal pesquisa e portanto, a tipologia construída por Tavares (2006) parece não ser representativa. Também se pode dizer que tal tipologia está superdimensionada; por exemplo, no programa Minha Casa: Minha Vida, programa este voltado principalmente para famílias de baixa renda, as residências não chegam a 50 m². Também, dificilmente será encontrado neste tipo de residência, por exemplo, pisos de tacos de madeira nas áreas sociais.

Apesar de tudo, a metodologia de Tavares (2006) é muito frutífera e, portanto, neste trabalho foram consideradas as mesmas intensidades energéticas por metro quadrado, multiplicadas pela dimensão da tipologia T1 e T2, 35m² e 63m², respectivamente. Entretanto, no caso da etapa operacional (com exceção da energia de reposição de materiais), foram considerados valores diferentes dos sugeridos por ele. Essas mudanças serão apresentadas a seguir.

3.1.2 A quantidade de domicílios que utilizam fogão a lenha e a gás (GLP) nas tipologias T1 e T2.

Considerando o setor residencial de baixa renda no Brasil, pode-se dizer que para cocção basicamente são utilizados o GLP e a lenha. Com as tecnologias do fogão a gás e do fogão a lenha. No caso do fogão a lenha, a eficiência desta tecnologia é em torno de 10%, enquanto para o fogão a gás, a eficiência é, em média, de 52% (PEREIRA, 2007).

Segundo o PNAD (2005-2006), no Brasil, 2,5% de seus domicílios não possuem fogão a gás, logo 1,328 milhões de domicílios. Como hipótese, foi considerado que todos os domicílios que não possuem fogão a gás, possuem apenas fogão a lenha e pertencem à tipologia T1 com renda abaixo de 3 S.M., ou seja, T1A. Esta hipótese está baseada na idéia de que o consumo da lenha ocorre mais intensamente na classe de baixa renda. Também foi considerada que em T1B e T2 seria desprezível a quantidade de famílias que utilizam apenas o fogão a lenha.

Como T1A possui 6,553 milhões de domicílios (12,3% do total), então, foi considerado que 20,3% destes não possuem fogão a gás e 79,7% possuem fogão a gás ou as duas tecnologias.

No Brasil, em 1999, apenas 10,2% dos domicílios possuíam fogão a lenha (IBGE, 2001, apud ACHÃO, 2003). Foi considerada que em 2005, a proporção seria de 12%¹. Com isso, estima-se que 9,5% dos domicílios utilizam as duas tecnologias. Esta quantidade representa 5,046 milhões de domicílios. Por hipótese, destes domicílios, 72% possuem renda igual ou inferior a 3 salários mínimos e 13% possuem renda entre 3 e 5 salários mínimos (ACHÃO, 2003). Está hipótese foi baseada na percepção de que a proporção de domicílios que consomem lenha no Brasil, separada por renda, não variou significativamente do início da década de 90 até 2000. Mantendo estas proporções para 2005 e também levando em consideração apenas a renda como variável para quantificar o consumo de lenha, chega-se nas proporções para as tipologias T1 e T2. (Tabela 1).

¹ Para chegar neste valor foi necessário considerar o consumo médio de lenha no Brasil de 14 m³/dia.domicilio, o nº de domicílios e também o consumo de lenha total no Brasil segundo o BEN (2008). Todos os dados para 2005.

Tabela 1: Proporções de utilização de GLP e lenha nas tipologias

	Fogões a gás	Fogões a gás + lenha	Fogões a lenha
T1A	54,2%	25,5%	20,3%
T1B	93,2%	6,8%	-
T2A	74,5%	25,5%	-
T2B	93,2%	6,8%	-

Por falta de dados na literatura sobre a frequência com que as famílias que desfrutam das duas tecnologias utilizam o gás ou a lenha na cocção, considera-se a frequência de 50% para cada.

3.1.3 Consumo de eletricidade, GLP e lenha para cocção e equipamentos nas tipologias T1 e T2

Baseado de trabalho de Pereira (2007), o consumo de energia elétrica para as tipologias T1A e T2A é, em média, de 76 kWh/mês e para as tipologias T1B e T2B é, em média, de 105 kWh/mês. Isto corresponde a 3,28 GJ/ano e 4,54 GJ/ano, respectivamente. Da mesma forma que no caso da lenha e do GLP, foi considerado que o consumo de energia elétrica não varia significativamente com o tamanho do domicílio para a baixa renda. Neste caso, conforme mostrou Tavares (2006), parece que o consumo de energia elétrica não sofre expressivas variações com as dimensões da edificação, tratando-se de famílias na faixa de renda abaixo de 5 S.M.. Já o consumo esperado de GLP para as tipologias T1A e T2A é de 9,7 kg/mês (PEREIRA, 2007) e no caso da lenha, 480 kg/mês (ACHÃO, 2003). Para famílias com renda entre 3 e 5 salários mínimos, o consumo de GLP chega a 11,6 kg/mês e de lenha a 630 kg/mês. A Tabela 2 mostra de forma resumida o consumo de lenha, eletricidade e GLP para as tipologias.

Tabela 2: Consumo de energia para cocção e equipamentos por residência (GJ/ano)

GJ/ano	Eletricidade	GLP	Lenha
T1A	3,28	5,41	99,50
T1B	4,54	6,47	61,58
T2A	3,28	5,41	75,80
T2B	4,54	6,47	99,50

3.1.4 Cenários

Dois cenários foram definidos para este estudo: Cenário Referencial (CR) e Cenário Alto (CA).

O CR foi construído para tentar representar o setor residencial, considerando aquilo que deve ser mais provável de ocorrer a partir dos dados disponíveis atualmente, ou seja, as expectativas quanto às transformações nas cidades, nos domicílios das classes de baixa renda e também nas mudanças na matriz energética nacional com relação a fontes energéticas e tecnologias. Dessa forma, CR é um cenário que busca expressar o que deve ser e não os desejos daqueles que de alguma forma o construíram. O CR é o cenário que está (ou deve estar) menos dotado de juízos de valor.

Entretanto, o cenário CA tenta representar mudanças mais otimistas no setor residencial, quando comparado com o CR. Quando se diz mais otimista, entende-se por menor déficit habitacional, aumento no consumo residencial de energia, redução significativa do consumo de lenha.

3.1.5 O número de domicílios e o déficit habitacional

Baseado nas projeções do Plano Nacional de Energia 2030; PNE - 2030 (MME, 2007), são esperados

239 milhões de habitantes em 2030, no Brasil. Considerando a razão de 2,9 habitantes/domicílios em 2030 (MME,2007), pode-se dizer que neste ano serão 82 milhões de domicílios. Portanto, é considerado que:

- No cenário CR, considerou-se a mesma projeção de domicílios do PNE - 2030. Entretanto, enquanto na década de 1990 e início de século XXI chegava-se a ter menos de 10% de financiamentos para baixa renda, nos anos após, têm ultrapassado os 80% para esta faixa de renda (BANDUKI, 2008). Desta forma, considera-se que a inversão dos investimentos para compra da casa própria para a classe de baixa renda em detrimento das outras classes não se perpetuará no horizonte de estudo; pelo contrário, retornará aos patamares da década de 1990. Por isso, como 80% das construções têm sido direcionadas para a baixa renda, no CR estima-se que apenas 20% das novas construções serão voltadas para esta classe de renda. Esta proporção, mantém a continuidade das taxas históricas de construção para a baixa renda da década de 1990 e leva em consideração aquelas moradias que foram feitas para esta classe de renda nos últimos anos devido aos atuais planos habitacionais. Isto, é claro, pressupõe que a taxa de demolição das edificações não é significativa em relação à taxa de construção no país para tal classe de renda.
- No CA são esperados os mesmos 82 milhões de domicílios em 2030. Neste caso, entretanto, considera-se, como hipótese, que o déficit habitacional atual não vai aumentar, pelo contrário, ele será anulado neste cenário. Esta hipótese baseia-se na continuidade da mudança de financiamentos de moradias para a classe de baixa renda. Se for considerado, por hipótese, que a tendência de investimento para financiamento da casa própria para esta renda mantenha-se na mesma proporção atual, de tal forma que ela represente a taxa de construção para tal faixa, pode-se dizer que para esta classe de renda, a taxa de construção será 80% do valor da taxa de crescimento do número de domicílios sugerido pelo PNE - 2030.

3.1.6 Proporções das tipologias

No ano base, a tipologia T1 correspondia a 18,7% e T2 a 26,2% do total de domicílios no Brasil. Para 2030, essas proporções serão mantidas para o CR, ou seja, são projetados para 2030, 15,3 milhões de domicílios em T1 e 21,5 milhões de domicílios em T2. Entretanto, para o CA foi considerado que o déficit habitacional será anulado e portanto, haverá um aumento das proporções para essas tipologias. Como é esperado um crescimento em torno de 54% dos domicílios no período de 25 anos, considerando que esta seja a taxa de construção neste período e utilizando, como hipótese, que 80% serão construções para a classe de baixa renda, pode-se dizer que haverá um crescimento de aproximadamente 43% para esta classe. Então T1 e T2 passarão 2005 com 23,8 milhões de domicílios para chegar a 46,9 milhões. Mantendo as mesmas proporções de 2005 entre as duas tipologias para 2030, deve-se chegar a 23,8% para T1 e 33,4% para T2, totalizando 57,2% em 2030, contra 45% em 2005.

3.1.7 Evolução do consumo de eletricidade, gás natural, GLP e lenha

Tanto no cenário CR quanto no CA foi considerado que a energia elétrica consumida na fase operacional aumentará à taxa de 1,7% a.a. (TAVARES, 2006).

Baseando no cenário B1 do PNE 2030 (MME,2007) o consumo de gás natural no setor industrial deverá aumentar 42% sua participação na matriz energética, portanto, utilizando esta taxa para o CR, o gás natural deverá sair dos 15% em 2005 para 21,3% em 2030. No caso da lenha e do carvão vegetal é esperada uma redução de 58% da oferta energética proveniente destes insumos para 2030 (MME), enquanto é esperado um aumento de 214% de outras fontes renováveis (excluindo derivados da cana). Portanto, será considerado que esta redução ocorrerá da mesma forma na construção civil, chegando a 2030 nas proporções de 13,4% e 4,2% para lenha e carvão vegetal, respectivamente. Por fim, haverá uma contribuição de 18,1% de outras fontes renováveis em 2030 nesta mesma indústria.

No caso do cenário alto (CA), o aumento do gás natural na indústria deverá ser de 47,3% (Cenário A do PNE - 2030). Dessa forma, a proporção do gás natural na matriz energética do setor da construção civil deverá ser de 22,1%. Mantendo a mesma proporção para novas fontes renováveis do Cenário

Referencial, a proporção de lenha na matriz deve chegar a 12,8% e a do carvão vegetal a 4% em 2030. Em nenhum desses cenários, foi contemplada a melhoria da eficiência de processos no setor da construção civil ou do uso da energia na etapa operacional. Entretanto, apesar de não ser uma projeção plausível, a fixação dos padrões de consumo atuais como padrões de consumo futuros permite dimensionar o efeito do aumento do número de domicílios no consumo de energia final no setor residencial e também mostra a importância e necessidade de políticas de eficiência energética e redução de consumo no setor da construção civil.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

O propósito de desagregar o consumo energético residencial em várias etapas foi com objetivo de quantificar as proporções energéticas de cada etapa. Com isto, espera-se nortear as políticas energéticas no setor residencial. Tavares e Lamberts (2004) mostraram que os consumos de energia nas etapas não operacional podem chegar a 40% do total energia necessária no ciclo de vida do setor residencial. A Figura 2 mostra o consumo desagregado por etapa considerada neste estudo para o Cenário Referencial.

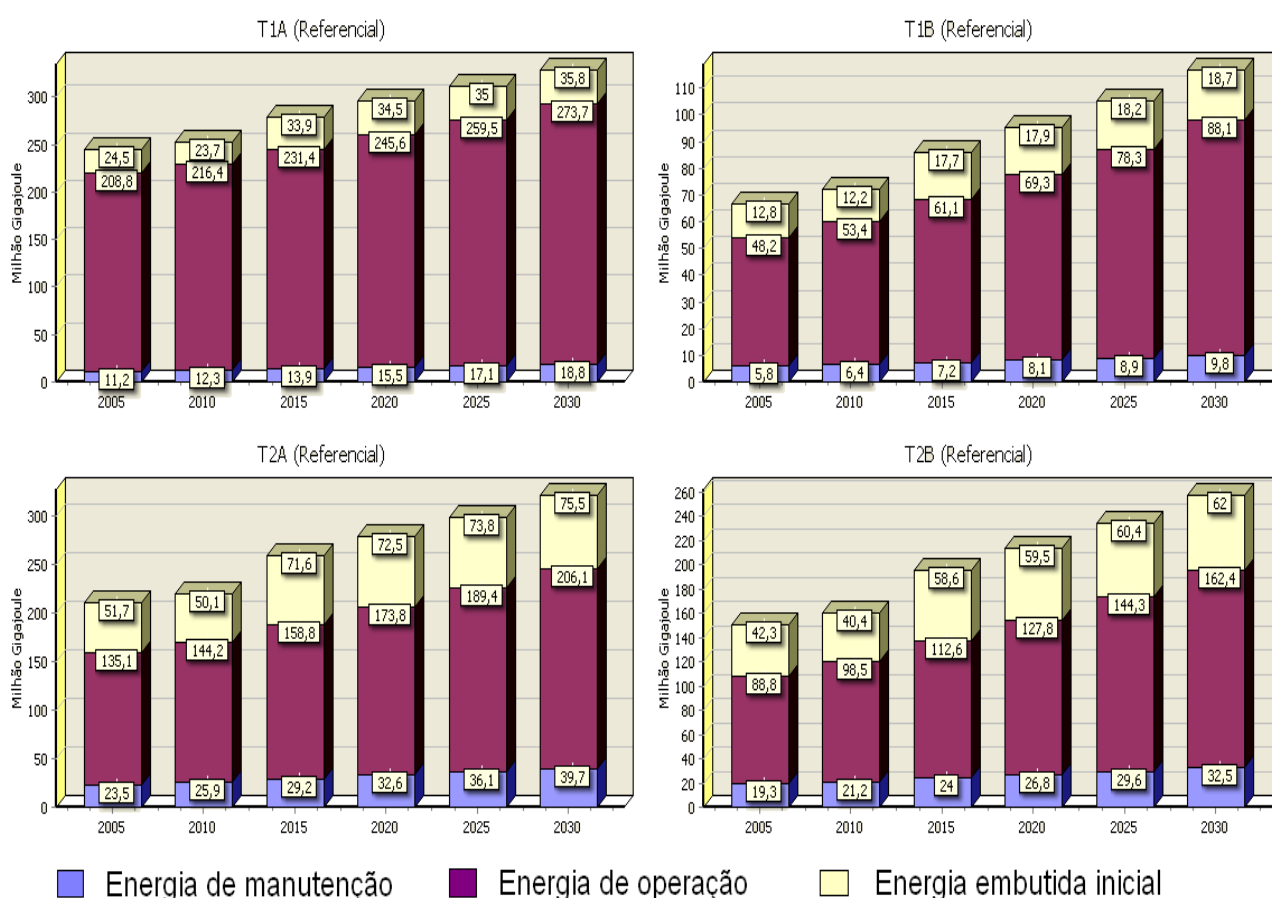


Figura 2: Consumo de energia desagregada por etapa - Cenário Referencial

Como se pode observar na Figura 2, o consumo de energia na etapa operacional é bastante expressivo quando comparado com as outras etapas. Entretanto, enquanto na tipologia T1A o consumo de energia em 2005 na etapa de manutenção e construção correspondeu a apenas a 15% do total, na tipologia T2B chegou a ser de 41%. Em média, o consumo de energia nas etapas de manutenção e construção chega a ser 30% do total de energia consumida no setor residencial para a classe de baixa renda. Deve-se destacar que o alto consumo apresentado na tipologia T1A está associado ao elevado número de domicílios que utilizam lenha para cocção.

Estes resultados mostram que o consumo de energia na etapa de construção da edificação e na etapa de manutenção é bastante significativo quando comparado com o total de energia no setor residencial.

Isto implica que as políticas energéticas deveriam também dar mais ênfase nessas etapas, uma vez que há um enorme déficit habitacional nessa classe de renda e espera-se reduzi-lo ao longo dos anos como propõem programas habitacionais do tipo “Minha casa, Minha vida”.

Conforme a Figura 3, o consumo de energia final para o setor residencial de baixa renda em 2005 foi de 671,9 milhões de GJ. Considerando, em média, 70% desta energia referente à etapa operacional e que essa energia representa a energia de 45% dos domicílios brasileiros, percebe-se que esse valor está compatível com o consumo energético do setor residencial apresentado no Balanço Energético Nacional BEN-2008 (MME, 2008).

Observando o consumo final de energia para os dois cenários, percebe-se que em 2030 o consumo de energia para o Cenário Alto deverá ser 35% maior do que o do Cenário Referencial. Quando comparado com o ano de 2005, deverá haver um aumento de 52% para o Cenário Referencial e um aumento de 106% para o Cenário Alto. Tais resultados mostram a dimensão dos desafios que o setor residencial deverá enfrentar nas próximas décadas, chegando a consumir o dobro de energia.

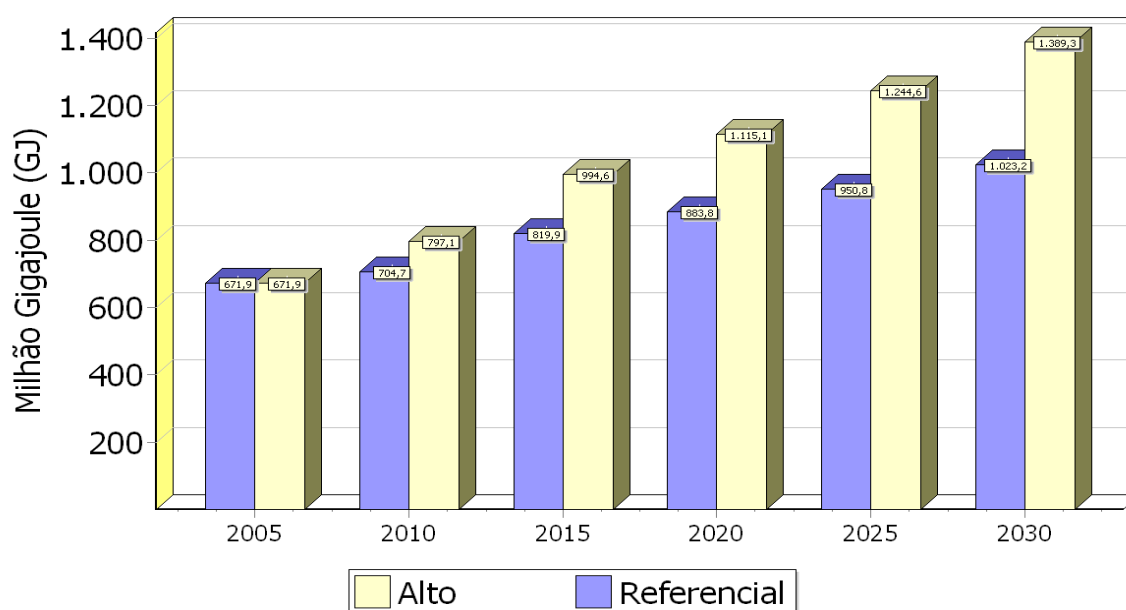


Figura 3: Consumo final de energia para os dois cenários

É importante dizer que a principal diferença no consumo de energia entre os dois cenários (CR e CA) está associada ao número de domicílios esperados, uma vez que na etapa de construção não foram consideradas mudanças na eficiência dos processos. Porém, apenas mudanças na matriz energética com relação ao tipo de insumo. Já na etapa de operação, foi considerado o mesmo aumento de consumo de energia elétrica para os dois cenários e diferenças pequenas nas taxas de consumo de lenha por domicílios.

A eletricidade no setor residencial é basicamente consumida na etapa operacional. A Figura 4 apresenta o consumo desse insumo para os dois cenários avaliados neste estudo.

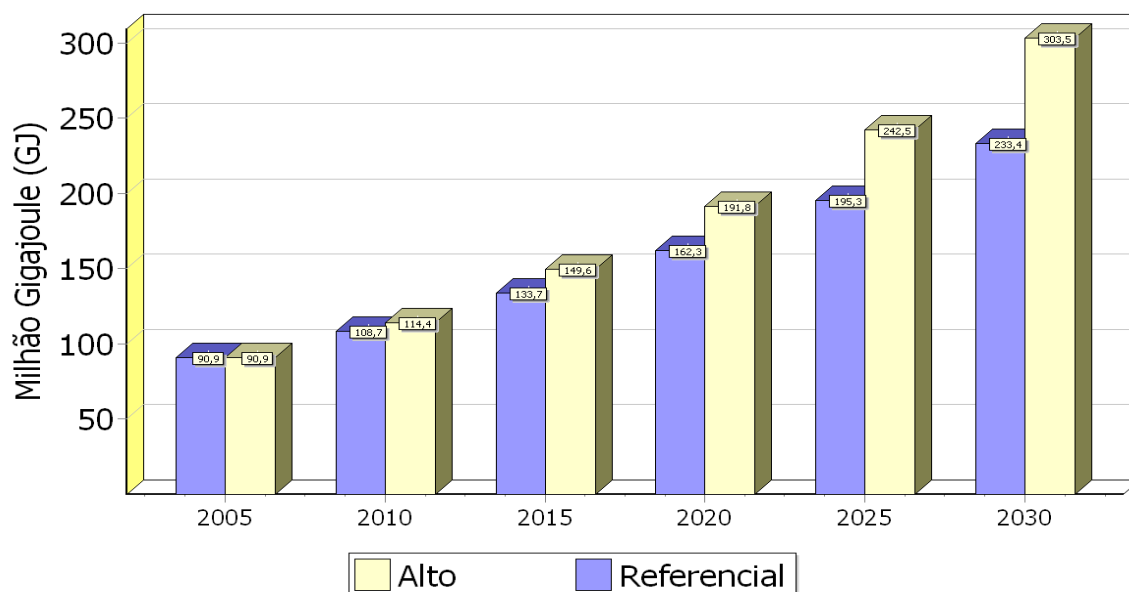


Figura 4: Consumo de eletricidade para os dois cenários

Observando a Figura 4 do consumo de eletricidade, percebe-se que o consumo em 2005 foi de 90,9 GJ. Comparado com a Figura 3 é possível perceber que o consumo de energia elétrica é da ordem de 13,5% da energia final total consumida nesse ano. A justificativa para esta grande diferença está no consumo de lenha. O uso da energia útil proveniente da lenha é bastante ineficiente quando comparado com outros insumos e, portanto, eleva o consumo de energia final no setor residencial. Isto pode ser notado na Figura 2 no gráfico da tipologia T1A: devido ao expressivo consumo de lenha nessa tipologia, o consumo final é maior do que o de qualquer outra tipologia avaliada.

Continuando a análise a partir dessa mesma figura, pode-se dizer que o consumo de eletricidade para 2030 no Cenário Alto deverá ser 30% maior do que o do Cenário Referencial. Quando comparado com o ano de 2005, deverá haver um aumento de 157% para o Cenário Referencial e um aumento de 234% para o Cenário Alto. Estes aumentos são derivados do consumo de eletricidade de 68% de novos domicílios na classe de baixa renda no Cenário Referencial e de 119% de novos domicílios no Cenário Alto.

Como conclusão, pode-se dizer que, o consumo de energia final nas etapas de manutenção e construção da edificação é bastante expressivo com relação ao consumo total no setor residencial para as classes de baixa renda. Isto implique que, juntamente com os programas habitacionais de interesse social, como “Minha casa, Minha vida”, é necessário agregar efetivamente políticas de melhoria de processos na construção e uso da habitação que busquem a redução do consumo de energia final. Por isso, os programas habitacionais devem ser formulados coerentemente com os planos energéticos e vice-versa. Aspecto este que, normalmente, não ocorre no Brasil.

No caso do consumo de eletricidade na etapa operacional, a Figura 4 mostra cenários que projetam aumento no consumo de 157% e 234% , até 2030, para Cenário Referencial e Alto, respectivamente. Isto é claro, mantendo o mesmo padrão de consumo. Contudo, apesar de haver uma expectativa na melhoria da eficiência dos equipamentos eletro- eletrônicos, também é possível projetar uma melhoria na renda das famílias para os próximos anos. Sendo assim, poderia haver um estímulo ao consumo de eletricidade, com a aquisição de outros equipamentos, como ventiladores, televisores, refrigeradores e até mesmo ar condicionados para melhorar o conforto ambiental da residência em dias de elevadas temperaturas. Diante deste quadro, o aumento no consumo de eletricidade é plausível e poderá ultrapassar, até mesmo, as projeções do Cenário Alto. Como alternativa, para aliviar o aumento na demanda de eletricidade, deve-se ampliar as políticas educacionais contra o desperdício, reduzir impostos para equipamentos eficientes e criar mecanismos que pressione, cada vez mais, o setor da construção civil a construir casas eficientes e sustentáveis.

5 REFERÊNCIAS

ACHÃO, C. C. L. **Análise da estrutura do consumo de energia pelo setor residencial brasileiro**. Dissertação de Mestrado, COPPE/ UFRJ, 103p, 2003.

BANDUKI, N. **Política habitacional e inclusão social no Brasil**: revisão histórica e novas perspectivas no governo Lula, 2008. Revista Eletrônica de Arquitetura e Urbanismos, nº1. Disponível em: www.usjt.br/arq.urb/. Acessado em março de 2010.

ELEKTROBRÁS **Sistema de informação de posses e hábitos de uso de aparelhos elétricos (SINPHA)**, Procel, 2007 .Disponível em <http://www.elektrobras.com/pci/main.asp>. Acessado em outubro de 2009.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico 2000**. Disponível em <http://www.ibge.gov.br>, acessado em outubro de 2009.

MC, Ministério das Cidades, Secretaria Nacional de Habitação, **Déficit Habitacional no Brasil**, 2007, 129p, Brasília,2009.

_____, Programa **Minha Casa, Minha Vida (Cartilha)**. Disponível em http://www.cidades.gov.br/ministerio-das-cidades/arquivos-e-imagens-oculto/minha_casa_minha_vida-1-1_-_CAIXA.pdf, acessado em fevereiro de 2010

MME, Ministério de Minas e Energia, **Balanço Energético Nacional, ano base 2007**, Brasília,2008.

_____, **Plano Nacional de Energia PNE 2030**, Brasília,2007.

PEREIRA, A. P. A. **Consumo residencial de energia e desenvolvimento humano: Um estudo da realidade brasileira de 1970 a 2005**. Dissertação de Mestrado, UNIFEI/ Itajubá,121p, 2007.

PNAD Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios 2007. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em <http://www.ibge.gov.br>. Acessado em outubro de 2009.

_____, Avaliação do mercado de eficiência energética no Brasil: Pesquisa de posse de equipamentos e hábitos de uso, 2007. Ano base 2005.

TAVARES, S. F.; LAMBERTS R. Estudos comparativos sobre consumo energético no ciclo de vida de edificações residenciais do Brasil, Austrália e Suécia. **Anais do X Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído – ENTAC-**, julho de 2004. ANTAC, 2004.

_____, Consumo de energia para construção, operação e manutenção das edificações residenciais no Brasil. **Anais do VIII Encontro Nacional sobre Conforto no Ambiente Construído – Encac 2005**, e IV Encontro Latino-Americano sobre Conforto no Ambiente Construído – Elacac 2005. Outubro de 2005.

TAVARES, S. F.; **Metodologia De Análise Do Ciclo De Vida Energético De Edificações Residenciais Brasileiras**. Tese de doutorado, Engenharia Civil-UFSC, 225p, 2006.

6 AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer a CAPES e o CNPq pelo apoio que têm dado ao longo desta pesquisa.