

COMPARAÇÃO DE CUSTOS DE EMPREENDIMENTOS HABITACIONAIS: UM MAIS SUSTENTÁVEL E OUTRO CONVENCIONAL AO LONGO DE ETAPAS DO CICLO DE VIDA

Josiane da Silveira Koswoski⁽¹⁾; Luciana L. Brandli⁽²⁾; Carine Nath de Oliveira⁽³⁾; Marcos Antonio Leite Frandoloso⁽⁴⁾

(1) PPEng, Universidade de Passo Fundo, e-mail: arq_josie@yahoo.com.br

(2) PPEng, Universidade de Passo Fundo, e-mail: brandli@upf

(3) PósARQ, Universidade Federal de Santa Catarina, e-mail: carine.nath@gmail.com

(4) FEAR, Universidade de Passo Fundo, e-mail: frandoloso@upf.br

Resumo

A sustentabilidade nas edificações confronta com a resistência de empresários quanto à viabilidade e vantagens do negócio. A perspectiva projetada a partir da visão de rentabilidade gerada apenas pela construção e não ao longo do ciclo de vida, tem elevado os custos operacionais econômicos mensuráveis (CM) e os custos socioambientais não mensuráveis (CN-M) colocando as práticas construtivas convencionais de encontro ao desenvolvimento sustentável. O objetivo visa comparar os CM e os CN-M aplicados nas etapas do ciclo de vida (desconstrução não abrange o escopo) de um empreendimento habitacional unifamiliar sustentável (ES) aos de metodologias convencionais similares às suas instâncias sustentáveis (SC). Identificando os CM para ambos os casos por meio de pesquisas de mercado e referenciando os CN-M do ES a partir do histórico elaborado anteriormente por um estudo que avaliou o nível de sua sustentabilidade e comprovou a aplicação do conceito, permitiu observar o aumento dos CM para o ES sob o SC na etapa de planejamento (4,58%), projeto (1,46%) e execução (9,74%) e a redução das tarifas anuais de água e de energia elétrica na etapa de operação (55,75%); frente aos CN-M, o ES suplantou drasticamente o SC, ao reduzir o consumo médio anual (demanda) de água (41,67%) e de energia elétrica (52,66%) e outros fatores impactantes ao meio ambiente. Realizou-se o cálculo do payback para o ES diante da economia anual das tarifas de água e de energia elétrica (CMop), enfatizando as estratégias empregadas visando a economia de água e de energia elétrica na etapa de operação (8,5 anos) e a diferença restante (13,5 anos), demonstrando o prazo médio de 22 anos. As colocações buscam contribuir para a concretização da sustentabilidade no mercado habitacional.

Palavras-chave: Custos; Ciclo de Vida; Construção Sustentável; Habitação Unifamiliar.

Abstract

Buildings sustainability has been facing resistance from businessmen as to the feasibility and advantages of the business. The results projected from the viewpoint of profitability generated by construction and not just in the life cycle, has high operating costs measurable economic (MC) and environmental costs not measurable (NMC) in conventional construction practices versus sustainable development. The paper aims at comparing the MC and -NMC applied in the s life cycle step (deconstruction does not cover the scope) of a sustainable single-family housing (SE) and their conventional methods similar (CS). The research identified the MC for both cases through market research and referencing the NMC. The results show an increase in MC-SE under the CS in the planning stage (4.58%), design (1.46%) and execution (9.74%) and reduction

in annual fees for water and electricity in the operation phase (55.75 %) compared to the NMC, CS and SE surpassed dramatically by reducing the average annual consumption of water (41.67%) and electricity (52.66%) and other factors impacting the environment. We carried out the calculation of payback for the SE before the annual saving of water rates and electricity, emphasizing the strategies employed in order to save water and electricity in the stage of operation (8.5 years) and remaining difference (13.5 years), showing the average term of 22 years. The placements seek to contribute to the achievement of sustainability in the housing market.

Keywords: *Costs; Life Cycle; Sustainable Construction; single-family housing.*

1. INTRODUÇÃO

A adoção de medidas sustentáveis no setor da construção civil continua confrontando com a perspectiva geral de que sua introdução implica no aumento dos custos iniciais e consequente redução dos lucros (KATS, 2003). Neste cenário em que a conduta dos empreendedores permanece tangenciada apenas pela rentabilidade quando da execução da edificação, elevam-se os custos operacionais mensuráveis (consumo de água e de energia elétrica, esgoto e manutenção) (WEISE et al., 2008) que desfavorecem a situação dos usuários e os custos não mensuráveis (extração de recursos, poluição, entre outros) que impactam diretamente na natureza.

Dessa forma, o desafio consiste em analisar o empreendimento sob uma perspectiva equilibrada ao longo do ciclo de vida para que, por meio da avaliação paralela entre os custos mensuráveis (econômicos) e os custos não mensuráveis (socioambientais), seja apresentada sua “real rentabilidade”

Ao longo do tempo, estudos realizados para as mais variadas tipologias construtivas têm demonstrado o conceito de sustentabilidade proporcionando benefícios socioambientais quase que imediatamente, e benefícios econômicos dentro de um espaço de tempo de operação (Quadro 1). Enfatizam ainda os sistemas de certificação se tornando ferramentas importantes neste processo.

Quadro 1 – Estudos referenciando a sustentabilidade em edificações.

BLANCHARD, S.; REPPE, P. (1998): A Análise do Ciclo de Vida (ACV) de uma residência no Michigan (EUA) apresentou a energia total do ciclo de vida reduzida a um fator de 2,73 e o potencial de aquecimento global (GWP - Global Warming Potential) a um fator de 2,71.
BNIM ARCHITECTS (2001): Desenvolveu-se uma matriz complementada por um relatório de sustentabilidade que identificou o “custo verde” variando de 1% a 21% e as economias ao longo de 30 anos, diferenças de 13% a 19% em relação ao nível de certificação LEED™. Os investimentos iniciais do empreendimento mais sustentável foram suplantados pelas economias geradas.
KATS, G. H. (2003): A análise de 33 empreendimentos certificados LEED™ nos Estados Unidos entre 1995 e 2004, indicou o “custo verde” médio variando entre 0% à 2%, quando o aumento nos custos iniciais resultou em uma economia média ao longo do ciclo de vida de 20% do total dos custos, representando mais de 10 vezes o investimento inicial.
MATTHIESSEN, L. F.; MORRIS, P. (2004; 2007): Comparando-se os custos de empreendimentos visando à certificação LEED™ (<i>Leadership in Energy and Environmental Design</i>) com os custos de construções similares convencionais, teve-se que os “empreendimentos verdes” mais bem sucedidos tinham metas estabelecidas desde o início integrando “atributos verdes” ao projeto nas fases iniciais do seu desenvolvimento. Os que apresentaram maior “custo verde” foram os que consideraram os “atributos verdes” como itens adicionais ao escopo original.
CEOTTO, L.H. (2008): O estudo de um edifício comercial convencional com ciclo de vida de 50 anos demonstrou as etapas iniciais de idealização (< 2%) e de concepção/projeto (8%) foram absolutamente menos custosas, porém consideravelmente mais impactantes na etapa de uso/operação (80%).
NAGALI, André (2012): Da equivalência técnica e econômica entre três obras, sendo duas com certificação sustentável e uma com sistemas construtivos convencionais, conclui-se o custo econômico

inicial elevado em torno de 10%, porém ressarcido dentro de 7 anos (TÉCHNE, 2012).

Com a entrada da era da certificação de green buildings no Brasil a partir do LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*) em 2007 e o AQUA (Alta Qualidade Ambiental) em 2008, a demanda pela sustentabilidade apresentou um crescimento considerável e os custos econômicos iniciais vêm sendo reduzidos periodicamente. Um dos principais fatores responsáveis pela queda foi o aumento na oferta de produtos que atendem aos requisitos das certificações (MARTINS, 2012).

Diante do exposto, esta pesquisa, que tem como objetivo comparar os custos mensuráveis e os custos não mensuráveis aplicados nas etapas de planejamento, projeto e execução de um empreendimento habitacional unifamiliar sustentável aos de metodologias convencionais similares às suas instâncias sustentáveis, torna-se um meio de demonstrar a “real rentabilidade” da sustentabilidade para tipologia construtiva e como ela supera as condições convencionais. Este artigo é parte de uma dissertação de mestrado.

2. MÉTODO DE PESQUISA

A pesquisa referencia o estudo de caso de um empreendimento habitacional unifamiliar de padrão médio de construção, inserido em um condomínio residencial na cidade de Florianópolis/SC, desenvolvido com base no conceito de construção sustentável (ES), e compara seus custos mensuráveis (CM) e os não mensuráveis (CN-M) empregados nas etapas de planejamento, projeto, execução e operação, aos custos de metodologias similares convencionais (SC). Desconstrução não faz parte do escopo da pesquisa.

Partiu-se de um estudo que levantou as ações/decisões incorporadas às etapas do ciclo de vida (histórico do ES) e que comprovou o conceito da sustentabilidade aplicado, avaliando-se seu nível por meio da metodologia Alta Qualidade Ambiental (AQUA) - Referencial Técnico Edifícios Habitacionais (FCAV, 2010): ES atendeu totalmente ao nível máximo de sustentabilidade em 69,23% das exigências da ferramenta, 23,08% ao nível máximo parcialmente e 7,69% ao nível intermediário. A ferramenta ainda demonstrou os CN-M do ES.

O estudo foi delineado em cinco etapas: (i) identificação das instâncias geradoras de CM que foram aplicadas nas etapas de planejamento, projeto, execução e operação do ES, pela análise de seu histórico; (ii) levantamento das metodologias convencionais similares às instâncias sustentáveis do ES para as etapas de planejamento, projeto e execução, diante de entrevistas à profissionais da área da construção civil, proprietários de construções convencionais da área de influência do empreendimento e observação *in loco* destas (levantamento de campo); (iii) atribuição ao SC do consumo de água segundo disposição de cálculo por pessoa referenciado pela rede abastecedora, e do consumo de energia elétrica sequenciando: (a) o registro da rotina dos usuários do ES pelo período de um mês identificando a quantidade de dias e horas de utilização dos aparelhos e lâmpadas; (b) cálculo dos consumos individuais em quilowatts/hora (kWh) de aparelhos e lâmpadas convencionais conforme informações dos fabricantes sobre as potências médias (W) em função da quantidade de dias e horas de utilização levantadas no ES; (c) a somatória dos kWh individuais identificando o consumo do mês para o SC e; (d) com a informação do consumo médio mensal de energia elétrica disponibilizado no histórico do ES, aplicou-se a regra de três projetando o consumo médio mensal de energia elétrica para o SC; (iv) levantamento dos CM de cada instância sustentável e similar convencional por meio de pesquisas de mercado referenciando o período de

março de 2012 e; (v) comparações entre os CM do ES e do SC, a partir de tabelas sintetizando as instâncias de cada etapa do ciclo de vida, permitindo ao final realizar o cálculo do *payback* das instâncias sustentáveis (* Estratégia para a economia de água / ** Estratégia para a economia de energia elétrica) diante da diferença econômica gerada pelas tarifas de água e de energia elétrica na etapa operação do ES em relação ao SC.

3. RELAÇÕES ENTRE CUSTOS MENSURÁVEIS E CUSTOS NÃO MENSURÁVEIS DO EMPREENDIMENTO SUSTENTÁVEL E DO SIMILAR CONVENCIONAL NAS ETAPAS DO CICLO DE VIDA

3.1 Etapa de planejamento

Os CM do ES identificados em seu histórico, referenciaram honorários de sondagem do solo, de levantamento planialtimétrico do terreno e de consultoria para sustentabilidade. A relação estabelecida para o SC, partiu do relato dos fornecedores dos serviços de sondagem do solo e de levantamento planialtimétrico, sobre ser comum a prática de não emitir notas fiscais conforme solicitam alguns empreendedores que visam a redução dos custos. Os CM médios para a etapa são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Comparação dos custos na etapa de planejamento.

Empreendimento sustentável	11.810,000	Similar convencional	1.645,56
Honorários de sondagem do solo e levantamento planialtimétrico com emissão de nota fiscal (592,66m ²)	1.810,00	Honorários de sondagem do solo e levantamento planialtimétrico sem emissão de nota fiscal (592,66m ²)	1.645,56
* **Honorários de consultoria para sustentabilidade (204,05m ²)	10.000,0	Não aplica	X

Observa-se que, quando descontos são proporcionados pela não emissão de notas fiscais (de até 10%), há a elevação dos CN-M para o SC, a partir do momento em que ocorre a negação direta à sustentabilidade social. Para a etapa, a instância que ocasionou o maior aumento dos CM para o ES, envolveu o serviço de consultoria para a sustentabilidade. Porém, esta variável, acrescentando o CM do ES em mais de 600%, quando levantou os aspectos da escala urbana e do entorno imediato do sítio e definiu os objetivos para reduzir os impactos da edificação no ambiente, ocasionou a redução dos CN-M no decorrer das etapas de projeto, execução e operação do ES.

3.2 Etapa de projeto

Identificadas as instâncias influentes na etapa de projeto, para o ES segundo seu histórico, e para o SC por meio do levantamento de campo, pesquisas de mercado apresentaram seus CM médios (área de projeto de 204,05m²) conforme a Tabela 2.

Tiveram-se quatro instâncias distintas: (a) honorários de projeto arquitetônico e bioclimático no ES, quando o levantamento das condicionantes bioclimáticas incidentes no sítio e os estudos de conforto térmico em vista à salubridade dos ambientes, o conforto dos usuários (CN-M) e a redução do consumo de energia elétrica na etapa de operação (CMop), elevaram o CM em 39% diante do projeto arquitetônico do SC; (b) honorários de projeto hidrossanitário “especial”, em que as tecnologias empregadas no ES quanto à coleta de águas pluviais, tratamento de esgoto por zona de raízes e reuso de

águas cinza no intuito da redução do consumo de água (CMop) e da poluição do solo (CN-M), acresceram 65% os CM, considerando a sua não aplicação no SC; (c) honorários de projeto elétrico com estudos luminotécnicos que, por conta de cálculos de lux por ambiente e de detalhamento de dispositivos adequados objetivando o conforto dos usuários (CN-M) e a redução do consumo de energia elétrica (CMop), elevou o CM em 85% diante do SC apresentando o projeto elétrico convencional básico e; (d) honorários de projeto do canteiro de obra quando, da adequação de meios para uma infraestrutura redutora dos impactos ambientais na etapa de execução (CN-M), aumentaram em 300% o CM do ES.

Tabela 2: Comparação dos custos na etapa de projeto.

Empreendimento sustentável	14.676,08	Similar convencional	11.446,83
Taxas e despesas diversas	1.588,83	Idem	1.588,83
** Honorários de projeto arquitetônico e bioclimático	5.101,25	Honorários de projeto arquitetônico	3.672,00
* Honorários de projeto hidrossanitário especial	1.650,00	Honorários de projeto hidrossanitário	1.000,00
** Honorários de projeto elétrico com estudos luminotécnicos	1.850,00	Honorários de projeto elétrico	1.000,00
Honorários de projeto estrutural	2.200,00	Idem	2.200,00
Honorários segurança do trabalho	1.986,00	Idem	1.986,00
Honorários projeto canteiro de obra	300,00	Não aplica	x

À primeira vista, os altos percentuais das comparações individuais remetem ao entendimento de que a inserção do conceito de sustentabilidade na etapa de projeto, economicamente custa muito mais do que se aplica na metodologia convencional, porém, analisando-se o conjunto de atividades da etapa, o acréscimo do CM para o ES não ultrapassou 22% em relação ao SC. As estratégias tomadas na etapa de projeto pelo ES, induzem à redução dos impactos socioambientais (CN-M) e econômicos (CM) da edificação nas etapas de execução e principalmente na de operação, quando, em busca do melhor desempenho para a edificação, trabalha soluções adequadas à sua realidade.

3.3 Etapa de execução

3.3.1 Instâncias referenciando a sustentabilidade no ES e similares convencionais

A análise para a etapa de execução considerou inicialmente os materiais/tecnologias e a mão de obra necessária para a execução, específicos da sustentabilidade aplicada pelo ES. Igualmente à etapa de projeto, foram consideradas as informações do histórico do ES, o levantamento de campo (para o SC) e pesquisas de mercado referenciando os CM médios das instâncias identificadas (Tabela 3).

Unitariamente, têm-se que das instâncias sustentáveis aplicadas no ES, 82% apresentaram CM mais onerosos que o SC, 11% tiveram valores parecidos e 7% caracterizaram CM menores que o SC. Analisando o conjunto, o ES acresceu 92,75% dos CM de materiais/tecnologias e 39,51% da mão de obra comparado ao SC. Esse fato pode ser explicado pela consolidação do mercado dos materiais/tecnologias convencionais que induzem CM menores quando comparados a novos sistemas (NAGALI, 2012).

Tabela 3: Comparação dos custos na etapa de execução: instâncias sustentáveis e similares convencionais.

Empreendimento sustentável	48.516,31	Similar convencional	26.934,26
Materiais/tecnologias	39.603,46	Materiais/tecnologias	20.545,60
Mão de obra	8.912,85	Mão de obra	6.388,66
** Parede tijolo solo cimento aparente e resina à base d'água	6.892,27	Parede de tijolos/reboco/pintura	2.937,36
		Ar condicionado 7.500 BTU'S	1.150,00
** Forro painéis OSB	421,72	Forro em pinus e acab.verniz	758,77
** Lâmpadas econômicas	203,50	Lâmpadas convencionais	129,50
** Iluminação por claraboia fixa	2.110,27	Continuação do telhado cerâmico	636,60
** Placas solares e apoio elétrico	3.149,50	3 Chuveiros elétricos	543,00
* Coleta de águas pluviais	364,37	Não aplica	X
* Reuso de águas cinza em PVC	1.831,21	Não aplica	X
* Trat.esgoto zona de raízes	2.883,55	Fossa, filtro e sumidouro	1.755,85
* Vaso com disp.economizador	1.305,00	Vaso sem disp.economizador	594,75
Outros itens empregados	29.354,92	Outros itens empregados	18.428,43

3.3.2 Final da etapa de execução

No intuito de se inteirarem os CM para a etapa de execução, referenciaram-se duas instâncias faltantes: honorários de execução e administração de obra e materiais/tecnologias e mão de obra convencionais que fizeram parte do ES. Para a primeira, estipulou-se a média de mercado. Para a segunda, a análise diante do orçamento final dos 181,50m² construídos (informado no histórico do ES), demonstrou que o CM total do ES em dezembro de 2009 foi de R\$ 151.908,50, sendo R\$ 103.988,50 em materiais e R\$ 47.920,00 em mão de obra (sem Benefícios e Despesas Indiretas/BDI). Convertendo-se os valores para março de 2012, a obra totalizou R\$ 175.227,00, sendo R\$ 119.951,10 em materiais e R\$ 55.275,90 em mão de obra. Estes valores, reduzidos do total das instâncias sustentáveis da Tabela 3, demonstraram o emprego de R\$ 80.347,64 em materiais e R\$ 46.363,08 em mão de obra, totalizando R\$ 126.710,72 o CM convencional aplicado ao ES. Para a comparação, estes valores foram atribuídos igualmente ao SC (Tabela 4).

Tabela 4: Comparação dos custos na etapa de execução – final.

Empreendimento sustentável	195.227,03	Similar convencional	173.644,98
Materiais/tecnologias	119.951,10	Materiais/tecnologias	100.893,24
Mão de obra	55.275,90	Mão de obra	52.751,74
Honorários	20.000,00	Honorários	20.000,00
Total de instâncias sustentáveis	48.516,31	Total instâncias convencionais similares às sustentáveis	26.934,26
Materiais/tecnologias	39.603,46	Materiais/tecnologias	20.545,60
Mão de obra	8.912,85	Mão de obra	6.388,66
Honorários de execução e administração de obra	20.000,00	Idem	20.000,00
Total de instâncias convencionais empregados	126.710,72	Idem	126.710,72
Materiais/tecnologias	80.347,64	Idem	80.347,64
Mão de obra	46.363,08	Idem	46.363,08

Os resultados demonstraram que na etapa de execução, o ES acresceu 12,43% o CM do SC, sendo 10,98% aplicado em materiais/tecnologias e 1,45% em mão de obra. Porém, este aumento do CM do ES tende a reduzir o CN-M nas etapas de execução e de operação quando: (a) da opção pelo uso de materiais resistentes e menos impactantes ao

meio ambiente (ACV) com vidas úteis adequadas à vida útil pretendida para a edificação, que apresentam facilidades para a manutenção, adquiridos de fornecedores que mantêm práticas formais em suas atividades fiscais e trabalhistas e que estejam próximos ao sítio de implantação, os retornos são obtidos por meio da preservação dos recursos água/energia/matérias primas, da redução da poluição do ar/água/solo e dos resíduos da construção civil, da salubridade dos ambientes e da melhoria do conforto dos usuários; (b) a infraestrutura do canteiro de obra atende às disposições do projeto, as atividades da etapa são planejadas e acompanhadas por um profissional atento às diretrizes da sustentabilidade e o informe aos trabalhadores sobre estas, além da adoção pelas práticas formais de contratação, retornam por meio da redução do impactos consequentes às perdas de materiais, geração e destinação correta dos resíduos, interferências na vizinhança e nos meios físico, biótico e antrópico e nos direitos dos trabalhadores.

Tem-se ainda a redução do CMop que, a partir das estratégias implantadas visando a redução dos consumos de água e de energia elétrica, diminuem-se as respectivas tarifas, conforme apresenta o item 3.4 seguinte.

3.4 Etapa de operação

Para a verificação dos CM da etapa de operação, a análise focou na comparação dos consumos de água e de energia elétrica. Para o ES, tomaram-se as informações das médias mensais dos consumos/segundo leituras anuais/ demonstradas pelas respectivas faturas (presentes no histórico do ES): água 7m³/mês e energia 195kWh/mês. Logo, para o SC, a atribuição do consumo de água sequenciou o cálculo diante da informação da Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN), que coloca o consumo de 200 litros/pessoa/dia, chegando-se ao total de 12m³/mês (para 2 pessoas). Referente ao consumo de energia elétrica, o resultado de 411,88 kWh/mês fora encontrado por meio de cálculos que relacionaram a rotina dos usuários do ES aos consumos dos aparelhos e lâmpadas convencionais encontrados no levantamento de campo. Por fim, realizaram-se pesquisas junto às redes abastecedoras (CASAN e Central Elétrica de Santa Catarina - CELESC) averiguando as tarifas vigentes (CM) para o mês de março de 2012 (Tabela 5).

Tabela 5: Comparação dos custos na etapa de uso/operação.

Empreendimento sustentável		Similar convencional	
Total anual	1.265,28	Total anual	2.859,60
Total mensal	105,44	Total mensal	238,30
Consumo de água – 7m³/mês	25,79	Consumo de água – 12m³/mês	56,72
Consumo de energia elétrica – 195kWh/mês	79,65	Consumo de energia elétrica – 411,88 KWh/mês	181,58

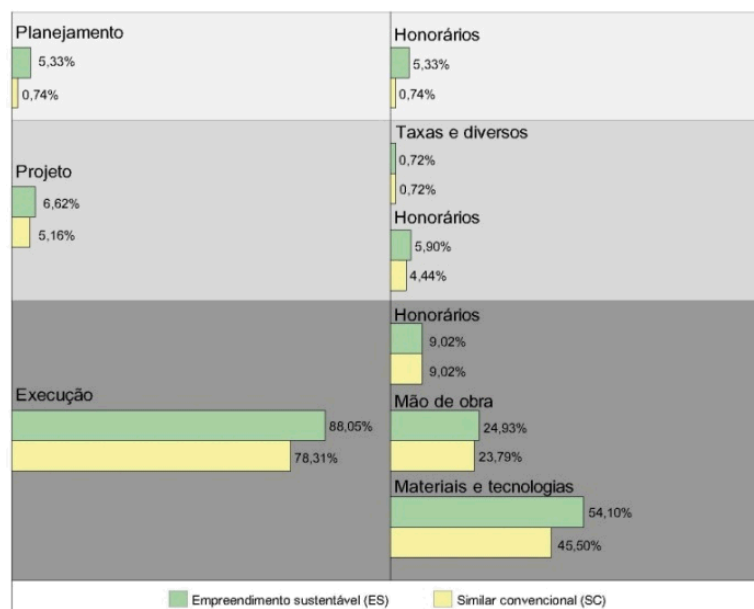
Os resultados informam que as estratégias implantadas no ES visando a redução do consumo de água, chegaram a diminuir o consumo mensal em 41,67% e o CM da tarifa em 54,53% comparado ao SC que não emprega tais disposições. Já as estratégias prevendo a redução do consumo de energia elétrica do ES, ao contrário do SC fazendo uso de três chuveiros elétricos, um ar condicionado a mais que o ES e lâmpadas comuns, diminuiu o consumo mensal em 52,66% e o CM da tarifa em 56,14%. Por fim, a economia de R\$ 132,86 mensais ou R\$ 1.594,32 anuais dos consumos de água e de energia elétrica do ES, reduziu tanto os CMop em 55,75% quanto dos CN-M (por

diminuir a demanda) comparado ao SC.

3.5 Custos mensuráveis totais e relações gerais – *Payback*

Comparando-se os CM totais do ES e do SC, duas relações puderam ser estabelecidas: o ES se apresentou 18,73% mais oneroso que o SC, e o SC custou 15,77% a menos que o ES. Tendo como base a segunda relação, em que 100% se refere ao custo total do ES, laçaram-se os parâmetros do CM para as parcelas, apresentadas pela Figura 1.

Figura 1: Parâmetros de custos conforme o custo total do ES (100% - R\$ 221.713,11).



A etapa de planejamento, agregando basicamente a parcela referente a honorários, apontou a elevação dos CM do ES em 4,58% em relação ao SC. Destes, 4,51% foram destinados ao serviço de consultoria para a sustentabilidade e 0,07% referentes aos serviços de sondagem do solo e levantamento planialtimétrico com emissão de nota fiscal. Na etapa de projeto, com os CM de taxas e diversos iguais para ambos os casos, observa-se o pequeno aumento de 1,46% referentes aos honorários aplicando diretrizes de sustentabilidade aos projetos do ES. Logo, teve-se na etapa de execução a disparidade dos CM do ES, superando em 9,74% os do SC, em que 8,6% referenciaram o emprego de materiais e 1,14% resultantes de mão de obra. Os honorários de execução e administração de obra foram iguais para ambos os casos.

Referenciando o *payback* do CM, para as estratégias empregadas no ES visando à economia de água (*) e de energia elétrica (**) que apresentaram o acréscimo de R\$ 13.584,81 sob o SC, diante do cálculo baseado na economia anual gerada pelas tarifas de água e de energia elétrica do ES no valor de R\$ 1.594,32, tem-se o prazo médio de 8 anos e meio para o pagamento dos sistemas. Logo, a diferença restante de R\$21.390,93 do ES sob o SC, calculada igualmente por esta economia, coloca o prazo médio de seu pagamento dentro de 13 anos e meio.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A apresentação dos custos mensuráveis e não mensuráveis aplicados nas etapas do ciclo de vida do empreendimento sustentável demonstrou sua “real rentabilidade” e de que

forma ela superou a condição convencional.

Referente aos benefícios econômicos mensuráveis, a análise projetada para o pagamento da diferença dos custos mensuráveis apresentados nas etapas de planejamento, projeto e execução do empreendimento mais sustentável pelas economias advindas das tarifas de água e de energia elétrica na etapa uso/operação no prazo médio de 22 anos, não deve ser considerada uma variável única, visto que o estudo não agregou outros custos operacionais mensuráveis (tarifa de esgoto e despesas com manutenção). Espera-se que este estudo represente uma contribuição para a academia e construtores, agregando informações aos estudos referentes a sustentabilidade na construção.

REFERÊNCIAS

- BLANCHARD, Steven; REPPE Peter. **Life Cycle Analysis of a Residential Home in Michigan. Center for sustainable systems**. Master of Science Thesis, University of Michigan: Ann Arbor, MI. Set. 1998. 155p.
- BNIM, Architects. **Building for sustainability**: Sustainability Matrix. Sustainability Resources. The David and Lucile Packard Foundation. Los Altos project, 2002.
- CEOTTO, L. H. Avaliação de sustentabilidade: balanço e perspectivas no Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL – SBCS 08,I.São Paulo, 2008.
- FUNDAÇÃO VANZOLINI. Referencial técnico de certificação edifícios habitacionais, 2010.
- KATS, G.H. **The Costs and Financial Benefits of Green Buildings** – A Report to California's Sustainable Building Task Force. California, USA, 2003, 134p.
- MARTINS, M. C. R. **Revista Sustentabilidade**. Brasil entra na era da análise do ciclo de vida para a construção verde. 30 de março de 2012. Disponível em: <<http://revistasustentabilidade.com.br/brasil-entra-na-era-da-analise-do-ciclo-de-vida-para-a-construcao-verde/>>. Acesso em: 30 maio 2012.
- MATTHIESSEN, L.F.; MORRIS, P. **Costing Green**: a comprehensive cost database and budgeting methodology. Los Angeles: Davis Langdon, 2004. 27 p.
- MATTHIESSEN, L.F.; MORRIS, P. **Costing Green Revisited**. Los Angeles: Davis Langdon, 2007. 25p.
- MITHRARATNE, N., VALE, B. (2004). **Life cycle analysis model for New Zealand houses**. Building and Environment, 39, 4, p.83-492.
- NAGALI, A. Comparativo técnico e econômico entre obras comerciais com características sustentáveis e convencionais. In: **Revista Técnica**: Fevereiro 2012. Ed.: 179. 20 de Fevereiro de 2012, p.60-78.
- WEISE, A. D.; SCHULTZ, C. A.; TRIERWEILLER, A. C. Custos imobiliários: a aplicação dos conceitos do custo de ciclo de vida. CONGRESSO UFSC DE CONTROLADORIA E FINANÇAS & INICIAÇÃO CIENTÍFICA EM CONTABILIDADE, 2º.**Anais....**,2008.