

## **ANÁLISE COMPARATIVA TÉCNICO-ECONÔMICA ENTRE EMPREENHIMENTOS COM CARACTERÍSTICAS SUSTENTÁVEIS E CONVENCIONAIS**

VICTOR GAMA CARNAÚBA AZEVEDO<sup>1\*</sup>, FLÁVIO BARBOZA DE LIMA<sup>2</sup>,  
FERNANDO RÉGIS AZEVEDO VIANA<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Engenheiro Civil, UFAL, Maceió-AL. Fone: (82) 3022-3477, victor.azevedo@outlook.com

<sup>2</sup> Dr. Professor Engenharia Civil, UFAL, Maceió-AL, flavio.blima@hotmail.com

<sup>3</sup> Engenheiro Civil, UFAL, Maceió-AL. Fone: (82) 3022-3477, regis0608@gmail.com

Apresentado no  
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC' 2015  
15 a 18 de setembro de 2015 - Fortaleza-CE, Brasil

**RESUMO:** A evolutiva preocupação pela utilização de soluções que propiciem o uso racional dos recursos naturais durante a vida útil das edificações tem motivado os profissionais da engenharia para o desenvolvimento de alternativas construtivas com foco principalmente atrelado ao desempenho dos empreendimentos construtivos. Seguindo essa linha e a crescente demanda por questões sustentáveis e impactos ambientais ocasionados pela indústria da construção civil e a utilização dos recursos naturais em suas obras, faz-se necessário a adoção de soluções que visam diminuir esse impacto. Essas soluções a princípio podem ser apressadamente julgadas como dispendiosas, e dentro de uma análise empresarial, requerem por sua vez uma análise de viabilidade econômico-financeira para que se defina por sua adoção. Dentro desse contexto, este trabalho apresenta um comparativo técnico, econômico e financeiro entre obras com características convencionais e as que possuem soluções de eficiência energética e racionalização do consumo de água, itens este que apresentam grande impacto no custo de utilização durante o ciclo de vida de um empreendimento nas fases de uso e ocupação. Também é mostrado as vantagens de sua utilização, sendo apresentada uma diferença percentual no custo da ordem de 2,03% entre os sistemas presentes nos empreendimentos e em seguida o momento temporal de 41 meses para que a adoção do investimento seja justificada.

**PALAVRAS-CHAVE:** Eficiência energética, consumo de água, ponto de equilíbrio, análise econômica, sustentabilidade.

### **COMPARATIVE ANALYSIS TECHNICAL-ECONOMIC BETWEEN ENTERPRISES WITH CHARACTERISTICS SUSTAINABLE AND CONVECTIONAL**

**ABSTRACT:** Evolutionary concern over the use of solutions that facilitate the rational use of natural resources during the life of the buildings has driven engineering professionals to develop constructive alternatives focused mainly linked to the performance of construction projects. Following this line and the increasing demand for sustainability issues and environmental impacts caused by the construction industry and the use of natural resources in his works, it is necessary to adopt solutions aimed at reducing this impact. These solutions the principle can be quickly judged how expensive, and with in a business analysis require for its once economic feasibility analysis - financial order to define for its adoption. In this context, this work presents a technical, economic and financial comparison between works with standard features and those with energy efficiency solutions and rationalization of water consumption, these items, which have great impact on the cost of use during the life cycle a development phases of use and occupation. A percentage difference also is shown the advantages of its use, being presented in the cost of the order of 2.03% among those present systems in the projects and then the time point of 41 months for the adoption of the investment is justified.

**KEYWORDS:** Energy efficiency, water consumption, equilibrium, economic analysis, sustainability.

## INTRODUÇÃO

Segundo a comissão mundial sobre meio ambiente e desenvolvimento, todos são dependentes de uma biosfera para conservarmos nossas vidas. Mesmo assim, cada comunidade e cada país lutam pela própria sobrevivência e pela prosperidade quase sem levar em consideração o impacto que causa sobre os demais. Alguns consomem os recursos da Terra a um tal ritmo que provavelmente pouco sobrarão para as gerações futuras (COMISSÃO, 1991).

Nas últimas décadas, verificou-se o crescimento vertiginoso das cidades, em decorrência do êxodo da população rural e da formação de grandes concentrações populacionais (SABESP, 2013). A indústria da construção, respondendo às necessidades sociais e econômicas, cria e implanta infraestruturas (estradas, barragens, linhas de caminho de ferro), zonas urbanas (Edifícios e Parques), promovendo o crescimento e suporte aos processos de desenvolvimento (PINHEIRO, 2003). Porém esse desenvolvimento tem impactos ambientais e sociais que não eram levados em consideração.

Junto com o desenvolvimento na construção civil, o consumo dos recursos naturais, como a água, e a necessidade atual da adoção de novas tecnologias alternativas para geração de energia. O custo da energia é cada vez mais um componente importante nos custos de operacionais dos edifícios. Neste sentido, todos esforços possíveis devem ser feitos para conter gastos desnecessários (PROCOBRE, 2003).

## MATERIAL E MÉTODOS

A partir de estudos realizados em outras cidades, a justificativa e os objetivos, o trabalho limitou-se a verificar e comparar os custos da adoção de soluções sustentáveis em um empreendimento localizado na cidade Maceió – AL.

Devido à inexistência de obras com certificações sustentáveis no mercado local, durante a realização deste trabalho, o estudo limitou-se a analisar as possíveis soluções que são associadas às obras sustentáveis. Para tanto, foram comparados economicamente os itens que influenciam especificamente no consumo de água e energia do empreendimento.

Ressalta-se que os custos que não estão relacionados a construção do edifício, como o preço do terreno, não foram considerados para composição do custo do edifício. Esses itens não foram considerados devido às suas variações serem determinadas por especulações imobiliárias e localização do empreendimento.

O empreendimento consiste em um condomínio constituído por duas torres em um terreno de 4.084,82 m<sup>2</sup>, sendo edifícios residenciais multifamiliares com área para unidades comerciais no pilotis. O edifício dispõe de subsolo duplo compartilhado entre as duas torres, pontos comerciais no pilotis, dez pavimentos tipos cada, sendo que a torre 1 possui 84 apartamentos e a torre 2 possui 126 apartamentos.

A Tipologia da edificação possui sistema estrutural em concreto armado, vedações internas em placas de gesso e externas em blocos cerâmico, revestimento cerâmico nas paredes das áreas molhadas, pintura látex nas áreas secas, revestimento do piso em cerâmica e/ ou porcelanato, revestimento cerâmico na fachada, instalação para gás, instalações elétricas, instalações hidrossanitárias, instalações para coleta de óleo, instalações para aparelhos condicionadores de ar tipo SPLIT e sistema de combate e proteção contra incêndio e pânico.

O edifício dispõe de soluções como tratamento térmico com utilização de lâ de vidro nas fachadas poente, sistema coletivo de aquecimento a gás, bacias com descarga seletiva, torneiras com aeradores, sistema de automação de iluminação das áreas comuns, coleta do óleo de cozinha, acessibilidade para deficientes, medição individual de água e o uso de lâmpadas econômicas nas áreas comuns.

Existem várias metodologias para avaliação dos custos do ciclo de vida. As três técnicas mais comumente utilizadas no setor da construção civil são:

- 1) Simplex payback: definido como o tempo necessário para que um investimento retorne seu valor investido;
- 2) Valor presente líquido: definido como a soma de dinheiro necessário para investir hoje para garantir todos requerimentos financeiros futuros que possam surgir durante o ciclo de vida do investimento;
- 3) Taxa interna de retorno: definida como a porcentagem obtida sobre a quantia de capital investida a cada ano de vida do projeto depois de reembolsar a soma do investimento original.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram selecionadas diversas soluções sustentáveis que compõem a obra escolhida. Identificamos os componentes que possuem um impacto maior na planilha orçamentária do edifício, além de influenciar no consumo de energia e água nas fases de uso e operação da edificação.

O edifício foi analisado em duas situações diferentes, sendo uma planilha orçamentária com soluções sustentáveis e uma segunda planilha sem essas soluções. Sendo assim, criou-se a seguinte Tabela 1 para comparação do valor global das obras.

Tabela 1 - Comparação Custo Global

Obra 1 (com soluções sustentáveis)	\$28.429.814,49
Obra 2 (sem soluções sustentáveis)	\$27.852.042,57
Diferença (\$)	\$577.771,92
Diferença (%)	2,03%

Dentre os itens analisados, o sistema de coleta de óleo de cozinha é uma das ações sustentáveis do edifício, que representa 0,15% do valor do edifício, porém o mesmo não influencia no consumo de água e energia do empreendimento.

Pode também ser verificado as demais soluções que impactam no consumo de água e energia, com seus custos e variações conforme a seguinte Tabela 2.

Tabela 2 - Comparação de custo e técnica por solução

Obra	Descrição	Custo (\$)	Variação (\$)	Var. (%)
Instalações Hidrossanitárias				
1	Bacia sanitária com cx. Acoplada fluxo fixo (Dual flux), 13,20% de economia no consumo total.	\$145.666,35	\$30.297,67	26,26%
2	Bacia sanitária com cx. Acoplada convencional.	\$115.368,68		
Sistema de automação da iluminação nas áreas comuns				
1	Instalação de automação de iluminação, gerando 20 a 60% de economia	\$30.912,16	\$30.912,16	-
2	-	\$0,00		
Medição individual de água				
1	Sistema de medição individualizada de água, gerando 30% de economia para o edifício.	\$139.722,94	\$139.722,94	-
2	-	\$0,00		
Tratamento térmico da fachada				
1	Tratamento térmico em fachadas, reduzindo em 10°C a temperatura da face interna da parede durante o verão	\$41.021,98	\$41.021,98	-
2	-	\$0,00		
Sistema coletivo de aquecimento de água a gás				
1	Monocomando para chuveiro	\$53.637,15	\$293.622,08	56,50%
	Chuveiro convencional	\$11.497,49		
	Aquecedor a gás 24L/Min	\$6.027,87		
	Tanque para água quente 2000 litros	\$27.326,35		
	Instalações hidrossanitárias	\$714.843,60		
2	Chuveiro elétrico	\$19.319,86		
	Instalações hidrossanitárias	\$500.390,52		

Para análise a partir do payback descontado, no cálculo do valor presente líquido e da taxa interna de retorno, foi necessário contabilizar os custos relacionados ao consumo e economia dos dispositivos sustentáveis. Dessa forma, foram obtidos os seguintes resultados expressos na tabela 3.

Ao se combinar as economias geradas pelos dois sistemas economizadores de água, primeiro se aplica a economia de 13,20% gerados pela bacia sanitária. Consecutivamente, aplica-se a economia

de 30% da medição individual junto à redução de 13,20% do consumo pela bacia, totalizando 39,24% de economia efetiva. Considerando-se o consumo de 200 litros de água por pessoa por dia citados por Ghisi (2004), o consumo mensal por apartamento na Obra 1 será de 14,6 m³ para os apartamentos da torre 1 e 10,9 m³ para os apartamentos da torre 2, ao aplicar a economia, enquadrando-se ambos na tarifa de \$ 3,13 unidades monetárias por metro cúbico de água consumida. A Obra 2 permanecerá com as tarifas de \$ 3,86 unidades monetárias para torre 1 e \$ 3,62 unidades monetárias para a torre 2, devido ao fato do enquadramento em zonas tarifárias distintas.

O consumo mensal de água total da Obra 1 será de 2.599,80 m³ versus os 4.278,80 m³ da Obra 2. Considerando que a tarifa de água irá ser reajustada a uma taxa de 9% a.a., ou 0,72% a.m., e uma taxa mínima de atratividade (TMA) de 0,5 % a.m., realiza-se os cálculos para determinação dos custos mensais com consumo para cada situação mensalmente.

Enfatizamos que a utilização do gás natural para aquecimento da água foi o item que mais impactou na economia de energia no empreendimento em comparação com a solução de utilização dos chuveiros elétricos utilizados na obra 2, valores expressos na Tabela 3.

Tabela 3 – Payback, VPL e TIR da Obra 1

	Payback	Valor presente líquido	Taxa interna de retorno
Dispositivos economizadores de água	23 meses	\$1.057.144,74	4,62% a.m.
Dispositivos economizadores de energia elétrica	6 anos e 4 meses	\$435.203,31	1,58% a.m.
Combinação final	3 anos e 5 meses	\$1.662.368,66	2,70% a.m.

Ressalta-se também que há outros dispositivos economizadores no empreendimento que não foram quantificados.

## CONCLUSÕES

Evidenciou-se que no empreendimento em questão, os usuários irão realizar um investimento inicial de 2,03% a mais que terá um retorno em 41 meses de uso que resultará em mais conforto e economia. Sendo assim, o investimento inicial é justificado, pois mostrou-se viável e com uma taxa interna de retorno de 2,70% a.m. que indica o maior custo benefício em se optar pela Obra 1.

Evidenciou-se também que os dispositivos economizadores de água apresentam o retorno do investimento maior e mais cedo em relação aos economizadores de energia. Essa diferença é verificada devido ao custo de implantação de sistemas economizadores de água ser consideravelmente menor em relação aos economizadores de energia.

## REFERÊNCIAS

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. Nosso futuro comum. Rio de Janeiro: 2. Ed. FGV, 1991

PINHEIRO, M. D. Construção sustentável – Mito ou realidade?. In: VII Congresso Nacional de Engenharia do Ambiente, Lisboa, 2003

PROCOBRE. Instituto brasileiro do cobre, 2003. Disponível em <http://wiki.sj.ifsc.edu.br/wiki/images/1/1e/Eletricity6.pdf>. Acesso em: 08 fev. 2013

SABESP. Uso racional da água. Disponível em: [http://www.sabesp.com.br/CalandraWeb/CalandraRedirect/?temp=2&temp2=3&proj=sabesp&pub=T&nome=Uso\\_Racional\\_Agua\\_Generico&db=&docid=0559F0B0B4127513832570D1006527A2](http://www.sabesp.com.br/CalandraWeb/CalandraRedirect/?temp=2&temp2=3&proj=sabesp&pub=T&nome=Uso_Racional_Agua_Generico&db=&docid=0559F0B0B4127513832570D1006527A2) Acesso em: 06 fev. 2013.

Azevedo, V. G. C. Análise comparativa técnico-econômica entre empreendimentos com características sustentáveis e convencionais. Maceió: UFAL, 2013. 81f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil).