

# **Estudo de Viabilidade Econômico-Financeira do Uso de Inovação Tecnológica em Empreendimentos Imobiliários Residenciais Verticais no Distrito Federal**

## ***Paula Matias França***

Executiva de Obras da Brookfield Incorporações.  
Especialista em Administração pela FACE/UFG.  
Paula.Matias@br.brookfield.com

## ***Alethéia Ferreira da Cruz***

Professora de Finanças da FACE/UFG.  
Doutoranda em Administração pela UNB.  
aletheiacruz@yahoo.com.br

## ***Moisés Ferreira da Cunha***

Professor de Contabilidade da FACE/UFG.  
Doutor em Contabilidade pela FEA/USP.  
mfcunha@hotmail.com

## ***Daiana Paula Pimenta***

Professora de Finanças da FACE/UFG.  
Doutoranda em Administração pela UNB.  
Daiana-pimenta@hotmail.com

## **Estudo de Viabilidade Econômico-Financeira do Uso de Inovação Tecnológica em Empreendimentos Imobiliários Residenciais Verticais no Distrito Federal**

A crise do setor elétrico brasileiro, vivenciada em 2001, tornou evidente o investimento em medidas de eficiência energética e o aprimoramento de novas tecnologias com este enfoque nos diversos setores econômicos do país, dentre eles, o da construção civil. Assim, surge a possibilidade da aplicação do barramento blindado em edificações residenciais na pretensão de alcançar eficiência energética, além de impactar positivamente na qualidade e na segurança das instalações elétricas. O objetivo deste artigo foi estudar a viabilidade econômico-financeira do uso desta inovação tecnológica nas instalações elétricas prediais residenciais. Teoricamente, apresentou-se um panorama sobre o setor energético e a importância das inovações tecnológicas para eficiência energética, descreveu-se o conceito e aplicações do barramento blindado e resumiu-se os métodos de análise de investimento. Metodologicamente, optou-se pelo estudo de caso descritivo, aplicado a um empreendimento imobiliário residencial vertical do Distrito Federal de uma empresa do setor de construção civil. A partir dos métodos Valor Presente Líquido, Taxa Interna de Retorno e Payback, considerando uma Taxa Mínima de Atratividade de 26,77%, os resultados encontrados foram respectivamente: R\$ 70.535,10(VPL), 32% a.a.(TIR), e 3,31 anos(Payback), indicando que o uso do barramento blindado deve ser considerado como um ótimo investimento para o setor da construção civil residencial.

Palavras-Chave: Viabilidade Econômico-Financeira; Inovação; Setor Imobiliário.

### **Study of Economic and Financial Feasibility of Using Technological Innovation in Employment Vertical Residential Real Estate in the Federal District**

The crisis of the Brazilian electric sector, experienced in 2001, became apparent investment in measures of energy efficiency and improvement of new technologies with this focus on diverse economic sectors in the country, among them the construction. Thus arises the possibility of applying the armored bus in residential buildings on the pretense of achieving energy efficiency, and positively impact the quality and safety of electrical installations. The aim of this paper was to study the economic feasibility of using this technology in the innovation-residential building electrical installations. Theoretically, presented an overview of the energy sector and the importance of technological innovations for energy efficiency, described the concept and applications of Shielded bus and summed-up the methods of investment analysis. Methodologically, we opted for the descriptive case study, applied to market a residential real estate vertical Federal District of an enterprise of construction industry. From methods of Net Present Value, Internal Rate of Return and Payback considering a Minimum Rate of Attractiveness 26.77%, the results were: R \$ 70,535.10 (NPV) 32% pa (IRR), and 3.31 years (Payback), indicating that the use of shielded bus should be regarded as a great investment for the residential construction industry.

Keywords: Economic and Financial Feasibility, Innovation, Real Estate Industry.

### **Estudio de Factibilidad Económica y Financiera del uso de la Innovación Tecnológica en los Edificios Verticales de Bienes Raíces Residenciales en el Distrito Federal**

La crisis del sector eléctrico brasileño, experimentó en el año 2001, se convirtió en la inversión de manifestación en las medidas de eficiencia energética y la mejora de las nuevas tecnologías con este enfoque en la diversidad de sectores de la economía en el país, entre ellos la construcción. Así surge la posibilidad de aplicar el autobús blindado en edificios de viviendas con el pretexto de lograr la eficiencia energética, e impactar positivamente en la calidad y la seguridad de las instalaciones eléctricas. El objetivo de este trabajo fue estudiar la viabilidad económica de utilizar esta tecnología en las instalaciones de edificios de viviendas en la innovación eléctrica. Teóricamente, presenté un panorama general del sector de la energía y la importancia de las innovaciones tecnológicas para la eficiencia energética, que se describe el concepto y las aplicaciones de bus blindado y se suman los métodos de análisis de la inversión. Metodológicamente, se optó por el estudio de caso descriptivo, aplicado a un mercado inmobiliario residencial vertical, Distrito Federal, de una empresa del sector de la construcción. De los métodos de valor actual neto, tasa interna de retorno y la recuperación de la inversión teniendo en cuenta una tasa mínima de atracción 26,77%, los resultados fueron: R \$ 70,535.10 (VPN) 32% anual (TIR), y 3,31 años (Payback), lo que indica que el uso del autobús blindado debe ser considerada como una gran inversión para la industria de la construcción residencial.

Palabras clave: viabilidad económica y financiera, innovación, bienes raíces.

## 1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da sociedade contemporânea foi embasado na utilização das várias formas de energia conhecidas. A dependência de uma ou mais formas de energia é um fato concreto e causa muita preocupação, na medida em que os recursos para obtê-las tornam-se cada vez mais escassos.

A crise do setor elétrico, vivenciada pelo Brasil em 2001, fez a população tomar consciência da necessidade de buscar a economia de energia e alicerçou programas do Governo Federal. Dentre os quais encontra-se a Política Nacional de Eficiência Energética, desenvolvida pelo Ministério das Minas e Energia.

Evidenciou-se que o investimento em medidas de eficiência energética, mais que uma oportunidade para o Brasil conseguir grandes benefícios econômicos e ambientais, seria melhor estratégia que simplesmente racionar o fornecimento de energia elétrica, uma vez que o racionamento impacta diretamente a população, reduzindo o consumo e desacelerando a economia.

Neste contexto, a utilização de novas tecnologias como os barramentos blindados na condução elétrica, que surgiu em virtude de uma necessidade da indústria automobilística norte-americana, mostrou-se atraente por dois motivos: a incrementação de eficiência energética no sistema de condução e transmissão de energia e o ganho em qualidade e segurança nas instalações elétricas em empreendimentos residenciais e comerciais.

Assim, surge a possibilidade da aplicação do barramento blindado em edificações residenciais na pretensão de produzir o aumento da eficiência energética do setor e de permitir o ganho de produtividade na execução do serviço, além de impactar positivamente na qualidade e na segurança das instalações elétricas.

O estudo de caso partiu de observações diretas no sistema de instalações elétricas de uma empresa de construção civil, denominada aqui de Empresa A. Este sistema é baseado na utilização convencional dos cabos de cobre para a execução das prumadas elétricas em seus empreendimentos imobiliários, que de acordo com dados internos do Departamento de Assistência Técnica Pós-Obra (DPO) da referida empresa, no período de janeiro a maio de 2010 houveram 666 aberturas de chamados de assistência técnica relativos a problemas dos usuários em suas residências, sendo que 196 destes chamados tratavam das instalações prediais e deste montante, 23% eram relativos ao mau funcionamento das instalações elétricas.

Desta forma, torna-se clara a necessidade do desenvolvimento de estudos, pesquisas e novas técnicas construtivas que possam sanar ou, pelo menos, diminuir os índices de retrabalhos e de assistência técnica dentro dos empreendimentos comercializados pela empresa A, minimizando os impactos financeiros destes serviços, que não foram orçados inicialmente, reduzindo consequentemente o desconforto e a insatisfação dos clientes.

Além de permitir o aumento da eficiência energética e ganhos de produtividade, a tecnologia do barramento blindado também proporciona a possibilidade da realização da medição de energia elétrica através de telemetria, impactando no ganho de espaço físico nobre nos empreendimentos devido à descentralização dos medidores e sua diluição pelos pavimentos-tipo, com a consequente desativação das tradicionais salas do Centro de Medição.

Neste sentido esta pesquisa pretende responder a seguinte questão problema: É economicamente viável a substituição dos cabos de cobre por barramento blindado para a condução e distribuição de energia elétrica em edificações verticais no trecho desde o quadro geral de entrada (QGE), onde ocorre a ligação do empreendimento pela concessionária, até o quadro de medição (QM) que faz a alimentação individual das unidades residenciais?

## **1.1 Objetivos**

O objetivo deste estudo é aferir a viabilidade econômica da substituição do sistema elétrico convencional, que utiliza cabos de cobre, pelo sistema de condução elétrica por barramento blindado no trecho entre o QGE até o QM das unidades residenciais autônomas, tomando-se também como elementos de importância a eficiência energética e a qualidade final das instalações elétricas em edifícios residenciais verticais.

## **1.2 Relevância**

Este estudo justifica-se por contemplar o setor de construção civil, que cresceu 16,4% no segundo trimestre de 2010 e nos primeiros seis meses deste mesmo ano, gerou um saldo de 230.019 novas vagas formais de trabalho em todo o país, conforme dados da Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC) (2011). Além disso, por demonstrar empiricamente a importância de inovações tecnológicas para eficiência, qualidade e consequentemente rentabilidade do setor.

## **1.3 Metodologia**

Uma análise criteriosa dos diferentes tipos de pesquisa permitiu identificar como o mais adequado para o desenvolvimento do presente trabalho o uso de um estudo de caso de caráter descritivo com abordagem quantitativa, que visa gerar conhecimento para a análise da viabilidade econômica da substituição dos cabos de cobre por barramento blindado, no trecho entre o quadro geral de entrada e o quadro de medição das unidades autônomas de uma edificação residencial vertical.

O método do estudo de caso foi escolhido, pois, conforme colocado por Yin (2005) constitui-se em um método abrangente, com lógica do planejamento que permite a investigação empírica podendo incluir abordagens quantitativas e qualitativas de pesquisa. Além disso, o estudo de caso trata-se de uma unidade específica, cujas partes são integradas e compõe o todo.

A pesquisa quantitativa segundo Bignardi (2009) é uma exploração que “aplica-se à dimensão mensurável da realidade e seus resultados auxiliam o planejamento de ações coletivas e produzem resultados passíveis de generalização”, desta forma, este tipo de pesquisa permite que o trabalho possa ser aplicado a outros projetos que contenham similaridade.

O estudo foi realizado em uma empresa do setor de construção civil, aqui denominada de Empresa A. Considerando a elaboração da análise de viabilidade econômica para a substituição dos cabos de cobre por barramento blindado, no trecho entre o quadro geral de entrada e os quadros de medição, foi escolhido um empreendimento imobiliário multifamiliar constituído por doze edifícios residenciais.

Este empreendimento segue um padrão arquitetônico adotado pela empresa estudada para suas edificações com o mesmo segmento construtivo, ou seja, média e baixa renda, desta forma, caso seja verificada a viabilidade econômica, poder-se-á fazer a implementação desta nova tecnologia para todos os empreendimentos deste mesmo segmento residencial, assim como ocorrido com tecnologias anteriores.

Para o levantamento de dados, visando a aferição do investimento, custos e receitas incrementais, utilizou-se de duas torres do empreendimento, uma com 19 pavimentos e outra com 20 pavimen-

tos, totalizando 222 unidades residências autônomas com 2 ou 3 quartos. Estas torres foram selecionadas em função de serem torres de repetição, ou seja, são iguais as outras torres para o mesmo empreendimento.

O Fluxo de Caixa e a Viabilidade do estudo proposto foram construídos com dados representativos da pesquisa, sendo que, caso seja aferida a sua viabilidade, este estudo já engloba todas as torres do empreendimento.

Como instrumento de pesquisa foi elaborado um projeto básico do barramento blindado no lugar das prumadas de cabos de cobre, e a partir deste projeto efetuou-se o levantamento dos quantitativos de materiais, a partir de planilhas e documentos do empreendimento estudado, que foram utilizados no estudo comparativo entre o orçamento de ambas as tecnologias.

Os dados adquiridos destes orçamentos foram usados como elementos para a montagem do Fluxo de Caixa Incremental do projeto proposto, a partir deste fluxo foram efetuados os estudos de análise de viabilidade econômica, empregando-se os métodos do VPL, TIR e *Pay-back*, considerando-se como a taxa mínima de atratividade para o projeto o mesmo índice utilizado na análise interna de investimento do Empreendimento em estudo, que representa a margem de retorno esperada para o capital aplicado. Para tabulação dos dados utilizou-se o Excel.

## **2. REVISÃO DA LITERATURA**

### **2.1 Panorama do Setor Energético e Eficiência Energética**

A importância dos investimentos no setor energético está diretamente relacionada a uma demanda reprimida, evidenciada com o racionamento de energia elétrica nos anos de 2001 e 2002 (LEITE, 2006).

De acordo com o Balanço Energético Nacional (2009), do Ministério de Minas e Energia, o consumo de energia elétrica do Brasil aumentou 35% entre 1999 e 2008, passando de 27.144 ( $10^3\text{tep}$ ) para 36.830 ( $10^3\text{tep}$ ). O setor da economia que possui maior consumo de energia elétrica é o setor industrial com 46,1%, seguido pelos setores residencial (22,3%), comercial (14,6%), público (8,1%), agropecuário (4,3%), energético (4,3%) e de transportes (0,4%).

Em 2008, o Ministério de Minas e Energia publicou a Matriz Energética Nacional (MEN 2030), que foi a consolidação dos estudos desenvolvidos sobre a expansão da oferta e da demanda de energia no Brasil até o ano de 2030.

Esta publicação do MME elaborou projeções de consumo e oferta de energia até o ano de 2030, tomando como referência um cenário de crescimento econômico intermediário para o Brasil, em que a taxa média de crescimento da economia mundial reproduz a evolução dos últimos 30 anos.

Dentre as projeções de oferta de energia apresentadas nesta publicação, para o período de 2005 a 2030, podem ser destacadas:

- O crescimento de cerca de 280% da produção de energia elétrica, passando de 402,9TW/h para 1.151,0TW/h;
- O crescimento do consumo total de energia elétrica, subindo de 375,2 TW/h para 1.030,1TW/h, o que significa uma expansão de 4,0% ao ano desde 2005;

- A eficácia da implementação da Política Nacional de Eficiência Energética que pretende subtrair da parcela de consumo de energia elétrica 53,3TWh através de programas de conservação de energia;
- Redução do percentual de perdas nas instalações de produção e transmissão de energia elétrica de 15,1% para 13,8%.

Ainda de acordo com a publicação do MME, há que se destacar que o setor industrial continua sendo o principal segmento de consumo de energia elétrica, chegando a 455,5TWh em 2030. Já, o setor residencial ainda permanece como o segundo maior consumidor de energia elétrica, com 283,3TWh do montante, seguido pelos setores de serviços (comercial e público) que têm seu consumo elevado em mais de três vezes passando a representar 267,3TWh da demanda.

Para este cenário de projeção futura, considerando-se que a execução de um programa de ações e iniciativas na área de eficiência energética consiga subtrair do mercado o consumo de 53,3TWh em 2030 e excluindo-se a autoprodução de energia, a demanda está muito próxima da oferta de energia elétrica: 1.030,1 TWh para 1.055,8 TWh, respectivamente.

Desta forma, segundo o PNE, a estratégia para o atendimento à demanda, tendo em vista as limitações do potencial de expansão das hidrelétricas, seria basicamente combater o desperdício, incentivar ações ligadas à eficiência energética, e aumentar a capacidade de produção das termelétricas, ainda que o nível de emissão de CO<sub>2</sub> na atmosfera fosse ampliado.

O conceito de eficiência energética explanado por Martins (1999, p. 10) diz que “trata-se de um conjunto de práticas e políticas, que reduza os custos com energia e/ou aumente a quantidade de energia oferecida sem alteração da geração através da eficiência no uso final”. A autora completa que a implementação de práticas de eficiência energética é mais barata que o aumento da produção de energia, mesmo que os investimentos iniciais em tecnologia possuam maiores gastos com capital do que o gasto com a tecnologia a ser substituída.

Panesi (2006, p.29) corrobora apresentando como vantagens dos programas de eficiência energética, o aumento da produtividade e competitividade das empresas, o impacto positivo na economia, a diminuição de emissões de gases e impactos ao meio ambiente, a melhoria em processos e equipamentos, a diminuição da conta do sistema para as concessionárias, o aumento da consciência contra o desperdício e, por fim, a geração de empregos.

Para Dâmaso (1997), investir em eficiência energética é uma oportunidade para o Brasil conseguir, ao mesmo tempo, grandes benefícios econômicos e ambientais. O potencial economicamente viável para reduzir perdas de energia é grande, apesar dos estudos para seu dimensionamento ainda estarem incipientes.

Desta forma, o incentivo ao uso eficiente de energia elétrica através da implementação de novas tecnologias no setor residencial é uma das soluções apresentadas para adequar a demanda ao contingente energético brasileiro.

“Em suma, a necessidade de políticas de eficiência energética para a realização, no longo prazo, de seus atributos positivos remetem o tema para o âmbito da inovação tecnológica” (MARTINS, 1999, p. 11).

## 2.2 Barramento Blindado

De acordo com Fischmann e Bomeisel (2000, p. 68) em meados de 1920, a indústria automobilística norte-americana notou a necessidade do desenvolvimento de um sistema de distribuição de energia elétrica que fosse aéreo, modular, com vários pontos de derivação, que pudesse ser montado e desmontado facilmente, e que pudesse transmitir, com segurança, correntes elétricas em média ou alta tensão.

Surgiu, em virtude desta necessidade, o barramento blindado, que consiste em um conjunto de barras condutoras, isoladas com material anti-vibratório, agrupadas e espaçadas umas das outras, fixadas a uma carcaça de chapa de aço galvanizado (MAMEDE FILHO, 1997).

Os barramentos blindados são projetados para diversas correntes, tensões e tipos de ambientes. Para uma mesma corrente nominal, várias configurações podem ser utilizadas quanto ao condutor, quantidade de condutores por fase, material do invólucro, material de proteção e a forma da seção (BOMEISEL, 2008).

De acordo com Cunha (2009) os barramentos blindados são divididos em três tipos: os barramentos blindados com barras separadas ou barras segregadas, os barramentos blindados com barras coladas ou não segregadas e os barramentos blindados de fase isolada.

A empregabilidade do barramento blindado está em plena fase de migração do setor industrial para o setor comercial, assim como ocorreu com outras tecnologias.

Sua aplicação em shoppings e em edifícios comerciais está mais ampliada, ocorrendo principalmente nos trechos entre a medição e o ponto de fornecimento de energia para as lojas ou salas comerciais, podendo ser utilizado em percursos horizontais e/ou verticais, de acordo com a necessidade.

A principal vantagem é que este tipo de material permite uma constante reorganização das instalações, sem a necessidade de desligamento completo do fornecimento de energia. É possível, com toda segurança, estender percursos, mudar e criar sentidos, e ligar novos pontos de consumo sem que estas alterações impliquem na suspensão das atividades de outros usuários. Para esta mesma finalidade a aplicação de fios e cabos tornaria a instalação elétrica rígida, sem possibilidade de efetuar muitas variações. Neste caso as mudanças implicariam no desligamento do fornecimento de energia para parte dos usuários e ainda haveria grande perda de material (SIEMENS, 2008).

Mesmo com toda esta versatilidade, esta nova tecnologia, do sistema de condução elétrica por barramento blindado, ainda está encontrando certa dificuldade de penetração no setor residencial, em virtude do preço elevado quando comparado ao dos cabos de cobre convencionais.

Enquanto os cabos de cobre vendem massa de material condutor, medidos em mm<sup>2</sup> na seção do cabo, os barramentos blindados vendem capacidade de condução de corrente, em Ampères (CUNHA, 2009).

No entanto, apesar de representar uma tecnologia em evolução, o investimento contínuo nesta nova forma de transmissão e de distribuição de energia elétrica desenvolveu barramentos blindados passíveis de aplicação no setor residencial, mesmo com custo de aquisição inicial elevado.

## 2.3 Estudos de Viabilidade de Investimentos

Os estudos de viabilidade são necessários para apoiar a tomada de decisões dos gestores (as suas conclusões podem determinar a realização ou não de um determinado investimento), mas também podem ser requeridos pelos diferentes financiadores da empresa e do projeto tais como acionistas, bancos ou instituições gestoras de programas de apoio.

De acordo com Brom (2007) para determinar-se se existe ou não viabilidade, devem ser realizados estudos que efetuem projeções de eventos futuros, aplicando-se técnicas de análise que procurem avaliar os investimentos dentro de um contexto que envolve uma série de condições, critérios e objetivos.

Os principais estudos de viabilidade fazem a análise das vertentes técnica e econômico-financeira.

A análise de viabilidade técnica, segundo Finerty (*apud* SANTOS JÚNIOR, 2004) deve ser realizada no início do projeto, verificando-se a aplicabilidade da engenharia e dos requisitos técnicos existentes necessários à sua instalação. Caso seja necessária a utilização de tecnologia nova ou que não tenha sido suficientemente comprovada em instalações semelhantes, pode ser necessária a construção de modelos físicos ou digitais para testar sua viabilidade e realizar eventuais correções para o projeto em escala real.

De acordo com Tavares Júnior *et al.* (2007) a principal diferença entre a avaliação econômica e a avaliação financeira de um projeto, é que a primeira considera a rentabilidade do investimento, enquanto que a segunda envolve a observação da disponibilidade de recursos.

Segundo Fontenele (2006) a avaliação financeira de um projeto investiga o retorno sobre os investimentos, valorando os custos e os benefícios a preços de mercado. Assim, devem ser considerados todos os custos e receitas, para estimar o impacto que a implementação do projeto de investimento exercerá sobre a situação atual da empresa e sobre o meio em que será inserido, iniciando-se pela determinação do Fluxo de Caixa Incremental.

Santos Júnior (2004) afirma que o fluxo de caixa incremental representa a diferença entre o fluxo de caixa da empresa com e sem o projeto, complementando que apenas os fluxos relevantes devem ser considerados.

Para determinação do fluxo de caixa incremental é preciso estimar os custos e receitas incrementais do projeto de investimento, que são definidos respectivamente por Silveira (2007) como sendo a alteração no custo total resultante de uma decisão e a variação na receita total resultante.

Ao se fazer a análise de um investimento, deve-se considerar as várias técnicas, métodos, convenções e critérios comumente utilizados para direcionar o processo decisório da locação de recursos, dentre os quais podem ser citados: Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR) e *Payback*.

O método do valor presente líquido (VPL) é uma técnica que procura calcular, no valor presente, todos os fluxos de caixa futuros associados ao investimento de capital em determinado projeto (SOUZA e CLEMENTE, 2009)

Neste método os valores futuros dos fluxos de caixa (FC) são trazidos para o presente por meio da aplicação de uma taxa de desconto específica ( $i$ ), chamada de taxa de atratividade ou taxa de desconto, e subtraindo-se o investimento a ser realizado inicialmente ( $I$ ). Para o cálculo destes valores é utilizada a seguinte Equação, conforme Souza e Clemente (2011) :

$$VPL = [I_0] + \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+i)^t}$$

eq. 1

Onde:

- I<sub>0</sub>:** Investimento a ser realizado
- FC:** Fluxos de caixa líquidos
- i:** Taxa de desconto ou de atratividade, que permite trazer o FCL para valor presente

A leitura do resultado desta equação deve avaliar a viabilidade ou não do projeto (BROM, 2007):

- **VPL > 0:** projeto de investimento viável; o retorno de capital será maior que o investimento feito;
- **VPL = 0:** projeto de investimento indiferente; não oferece vantagens pois o retorno de capital apenas irá cobrir o investimento feito;
- **VPL < 0:** projeto de investimento inviável; o retorno de capital é menor que o investimento feito.

A taxa de atratividade, ou Taxa Mínima de Atratividade (TMA), de acordo com Brom (2007) é uma taxa de retorno mínimo requerido pelo investidor. Se o retorno for inferior a esta taxa, o investimento passa a ser inaceitável para o investidor.

Usualmente, a base para estabelecer a TMA é a taxa de juros praticada no mercado, que reflete o menor retorno possível para a realização de um investimento de baixo risco. (SOUZA e CLEMENTE, 2009)

A taxa interna de retorno (TIR) é conceituada por Souza e Clemente (2009) como sendo a taxa que torna o VPL de um fluxo de caixa igual a zero, ou seja, seu objetivo é encontrar uma taxa a partir da qual inicie-se o rendimento.

Para o cálculo do valor da TIR é utilizada a mesma equação do cálculo da VPL, igualando-se o resultado a zero. Neste caso o valor da TIR é o mesmo valor que o da taxa (i) e o valor do VPL é igual a zero.

Brom (2007) conceitua a TIR como sendo a taxa média periódica de retorno de um projeto suficiente para repor, de forma integral e exata, o investimento realizado, representando a medida de rentabilidade do projeto.

Desta forma, é possível fazer a análise da TIR utilizando-se os seguintes critérios (BROM, 2007):

- **TIR > TMA:** projeto de investimento aceito – indicação de que há mais ganho com o projeto do que com a aplicação em uma taxa com baixo grau de risco;
- **TIR = TMA:** indiferente – o projeto de investimentos possui VPL igual a zero, não gerando ganho decapital;

- **TIR < TMA:** projeto de investimento rejeitado - a empresa estará em melhor situação se não investir no projeto, devendo investir em uma taxa com baixo grau de risco;

Iglesias (1999) conclui que este método só é aplicável para “investimentos que apresentem pelo menos uma inversão no fluxo de caixa, ou seja, deve haver valores positivos e valores negativos para poder se determinar a TIR.

O *Pay-back*, ou *Pay-back* Simples, refere-se ao tempo ou ao número de períodos necessários para que o investidor recupere o capital investido.

De acordo Brom (2007) este método ainda possui mais três formas distintas de classificação, levando-se em consideração o objetivo da aplicação da análise:

- **Pay-back descontado:** refere-se ao tempo necessário para que o capital seja recuperado juntamente com a taxa mínima de atratividade esperada pelo investidor;
- **Pay-back TIR:** refere-se ao prazo mínimo que o investidor necessita para dobrar o capital aplicado no projeto;
- **Pay-back total:** considera os fluxos de caixa correspondentes ao período posterior à data de recuperação do investimento, procurando exprimir um prazo de equilíbrio ao de todo o projeto que equivaleria ao seu horizonte de planejamento;

Segundo Brom (2007) são utilizadas como regras para a avaliação do pay-back as seguintes premissas:

- **TEMPO < PB:** o projeto é aceito, pois o investimento é pago dentro do período de tempo estabelecido pelo investidor;
- **TEMPO > PB:** o projeto é rejeitado, pois o investimento não se paga dentro do período de vigência do projeto.

Neste método parte-se do princípio de que o investidor não aceita um retorno mais longo do que certo limite de tempo por ele estabelecido (SOUZA E CLEMENTE, 2009).

### 3. ANÁLISE DE RESULTADOS

#### 3.1 Descrição do Caso

O empreendimento utilizado como caso está situado na cidade de Ceilândia, DF, composto por 12 edifícios residenciais.

O total de unidades deste empreendimento é 1.344 apartamentos, sendo que em função da taxa de ocupação do terreno e em virtude da necessidade de disponibilizar maiores possibilidades de acesso à moradia, as unidades residenciais possuem diferentes áreas privativas e as sacadas, que apesar de serem consideradas áreas privativas, também possuem diferentes dimensões em função do projeto arquitetônico que tem variação de fachada.

A demanda, ou quantidade de energia requerida, é calculada em função da quantidade de equipamentos a serem instalados no apartamento, ou seja, em função da quantidade de luminárias e de tomadas de uso geral situadas em todos os ambientes do apartamento, além de alguns tipos eletrodomésticos que demandam mais energia como geladeira, máquina de lavar louças, máquina de lavar roupas, ferro de passar roupas, microondas e, especialmente, em função da quantidade de chuveiros instalados.

O cálculo de carga para alimentação elétrica das unidades residenciais de cada torre chegou ao dimensionamento de entrada bifásica (duas fases), com cabos elétricos de 10,0mm<sup>2</sup> e disjuntor geral de proteção de 50 Ampères.

Assim, é necessária a subida vertical de 4 cabos de 10,0mm<sup>2</sup> para a alimentação individual de cada apartamento:

- 2 cabos elétricos de 10,0mm<sup>2</sup> para cada fase;
- 1 cabo elétrico de 10,0mm<sup>2</sup> para a fase neutra;
- 1 cabo elétrico de 10,0mm<sup>2</sup> para o aterramento (proteção).

Desta forma, para cada apartamento existem 4 cabos elétricos que fazem a alimentação do quadro de disjuntores. Ao multiplicarmos esta quantidade de cabos pelo número de apartamentos temos o montante de cabos que irão passar pela prumada elétrica. Sendo assim, entre o térreo e o primeiro andar da Torre A temos 456 cabos elétricos passando nas prumadas do hall; 4 cabos para 114 apartamentos. Já no último pavimento existem apenas 24 cabos passando na prumada (4 cabos para 6 aptos), pois os demais já foram distribuídos ao longo do percurso desta.

No entanto, para evitar uma área muito grande para a passagem dos cabos (cerca de 1,5m) e, principalmente, para evitar que haja interferência eletromagnética entre os circuitos, denominada de fator de agrupamento, o que ocasiona grande fuga de corrente e queda de tensão, as prumadas foram divididas em duas para melhorar sua distribuição nos pavimentos.

Além disso, há que se ressaltar que as áreas destinadas aos centros de medição de energia (onde localizam-se os relógios de medição da concessionária de energia) possuem dimensões importantes. Estes ambientes são áreas de uso comum e estão situados no térreo, considerado local nobre da edificação devido à instalação dos equipamentos de lazer.

Esta pesquisa propõe o estudo da viabilidade econômica da substituição dos cabos de cobre comumente utilizados nas prumadas elétricas residenciais no trecho entre o quadro geral de entrada (alimentado pela concessionária de energia) e o ponto de distribuição de energia elétrica, situado nos pavimentos-tipo das unidades residenciais, por barramento blindado na Torre A e na Torre E do empreendimento avaliado, aqui denominado de RA.

Na execução dos serviços de instalações elétricas do sistema convencional, utilizando cabos de cobre, a entrada da alimentação da concessionária fica situada no térreo e à partir desta alimentação no QGE ocorre a ligação dos painéis de medição, onde os relógios da concessionária ficam instalados. Todos estes serviços são executados no pavimento térreo. Após a montagem dos painéis de medição (PM) no térreo, os cabos elétricos que farão a alimentação individual das unidades residenciais sobem na vertical através de eletrodutos de PVC rígido (um eletroduto para cada apartamento) para os andares onde serão distribuídos para os apartamentos. Nos pavimentos-tipo estes eletrodutos são levados até as caixas de passagem onde ocorre a ramificação horizontal da prumada com a alimentação dos quadros de disjuntores das unidades individualmente.

Já na execução dos serviços de instalações elétricas com o barramento blindado, a entrada da alimentação da concessionária no QGE fica situada no subsolo e a alimentação dos painéis de medição à partir do QGE fica distribuída verticalmente pelos pavimentos-tipo através do barramento blindado. Neste serviço a instalação das caixas de medição e dos relógios da concessionária ocorre nos pavimentos-tipo, sendo que não há painel de medição, apenas a caixa. Os cabos elétricos que farão a alimentação individual das unidades residenciais possuem caminhamento muito menor, pois fazem a ligação apenas na horizontal entre o relógio e o quadro de disjuntores; no

sistema convencional estes cabos devem subir desde os painéis de medição até os quadros de disjuntores sem sofrerem cortes ou emendas.

Para a substituição dos dois sistemas detalhados anteriormente foram necessárias algumas alterações nos projetos elétricos e arquitetônicos do empreendimento RA de forma a adaptá-los ao novo equipamento proposto.

A principal modificação no projeto elétrico foi a alteração da locação das caixas de medição de energia elétrica que passaram do térreo para os pavimentos-tipo ficando situadas na mesma posição onde estavam as prumadas elétricas. Outra alteração substancial foi a unificação das duas prumadas elétricas; o barramento blindado não possui a mesma característica de fator de agrupamento dos cabos elétricos, desta forma as duas prumadas elétricas passaram a ser conduzidas por apenas um barramento. Além disso, foi proposta a mudança da instalação dos quadros gerais de entrada para o subsolo liberando toda a área do centro de medição, localizada anteriormente no térreo, para uma nova destinação de uso. Esta área passou a ser destinada à instalação de armários escaninhos reservados ao uso das unidades residenciais, tornando-se uma área computável, ou seja, que pode ser vendida.

Para a confecção das propostas de alteração dos projetos utilizou-se as normas para instalações prediais com barramentos blindados da AES-Eletropaulo (concessionária da capital paulista) em função de a CEB (Concessionária do Distrito Federal) ainda não ter homologado nenhuma norma pertinente à aplicação desta nova tecnologia no setor residencial. Desta forma, as medidas e locais de instalação dos barramentos blindados, bem como os tipos de medidores utilizados, estão de acordo com a norma paulista.

Considerou-se, para a confecção deste estudo de viabilidade, o orçamento fornecido pelo fabricante de barramentos blindados, Beghim Indústria e Comércio S/A. Este orçamento foi repassado através do fornecimento dos quadros de carga do empreendimento RA que contém a demanda de energia elétrica requerida para alimentar as torres residenciais e a implantação de lazer do residencial vertical.

Para o cálculo da mão-de-obra foi considerado o fator de tempo (homem/hora trabalhada) para um profissional, o electricista, e para três ajudantes que compõem uma equipe de execução dos serviços de instalações elétricas. O valor de mão-de-obra utilizado foi o estabelecido pelo SINDUSCON-DF.

Foi considerado como sendo o horizonte de planejamento as datas previstas para o empreendimento, 2010 como ano zero e 2011 a 2014 como o tempo de duração do projeto de investimento analisado, visto que é neste período que ocorre a aplicação do capital na construção.

Para o cálculo dos orçamentos utilizados como custos e receitas do projeto, foi utilizado o Histórico de Insumos e Serviços da empresa de construção civil deste estudo, disponível no seu sistema de gestão interno.

O índice considerado como sendo a Taxa Mínima de Atratividade para este estudo foi o mesmo índice utilizado na análise interna de investimento do referido empreendimento.

Neste estudo não considerou-se os percursos entre as caixas de passagem e os quadros de disjuntores para a primeira situação, nem o percurso entre as caixas de medição e os quadros de disjuntores na segunda situação, pois estes serviços, em função de sua instalação, devem ser preferencialmente feitos com cabos elétricos. Também não abordou-se os quadros de disjuntores e o quadro de pressurização, pois tratam-se de equipamentos que não sofreram alteração em sua instalação, e não utilizou-se os relógios de medição de energia, cujo fornecimento é atribuição da

concessionária de energia elétrica. Além disso, não considerou-se os impostos em geral e os valores residuais para o projeto.

### **3.2 Investimento, Custos e Receitas do Projeto de Investimento**

O Investimento do projeto foi a aquisição do barramento blindado para a execução da prumada elétrica das Torres A e E do empreendimento RA, cada um orçado no valor de R\$ 65.418,00.

As receitas do projeto contemplam os valores dos cabos de cobre, das caixas de passagem, dos painéis de medição e de outros materiais que foram economizados com a substituição dos equipamentos, totalizando uma economia de R\$ 56.935,15 para a Torre A e de R\$ 49.674,54 para a Torre E.

Além disso, faz parte da receita a economia no valor final da mão-de-obra em função da redução considerável do tempo de execução do serviço.

Para a execução dos serviços de instalações elétricas convencionais com cabos de cobre são despendidos 21 dias com 12 homens para a Torre A e 19 dias com 12 homens para a Torre E. Considerando-se que cada dia de trabalho corresponda a 8 horas trabalhadas, tem-se na torre A o dispêndio de 168 horas/homem e na torre E, 152 horas/homem.

Já para a execução dos serviços de instalações elétricas com barramento blindado são despendidos 9 dias com 12 homens tanto para a Torre A quanto para a Torre E. Considerando-se que cada dia de trabalho corresponda a 8 horas trabalhadas, tem-se que em cada torre são gastos 72 horas/homem.

Aplicando-se os valores das diárias trabalhadas para um profissional eletricista que é de R\$ 130,00 e para cada um dos três ajudantes, que é de R\$ 80,00, tem-se os valores economizados com a execução dos serviços com barramento blindado que foram de R\$ 35.520,00 para a Torre A e de 29.600,00 para a Torre E.

Por fim, fechando as receitas do projeto, tem-se a venda dos escaninhos que foram implantados na área onde estava situada anteriormente a Sala de Medição. A sala de medição da Torre A possuía 28,86m<sup>2</sup> de área interna, tendo sido possível alocar 24 escaninhos de 0,65x1,50m e 2,75 de altura com repartições internas. A sala de medição da Torre E, com área maior, possuía 33,65m<sup>2</sup>, sendo possível instalar 26 escaninhos de 0,65x1,50m e 2,75 de altura com repartições internas.

O valor médio do metro quadrado negociado neste empreendimento é de R\$ 2.331,82, de acordo com o Memorial de Incorporações registrado. Desta forma, para a área de cada escaninho, que é de 0,975m<sup>2</sup>, tem-se os valores de venda total de R\$ 54.564,59 para a Torre A e de R\$ 59.111,64 para a Torre E.

Quanto aos custos incrementais, considerou-se a construção da sala de escaninhos, visto que quando o ambiente é apenas uma sala técnica, seu acabamento é inferior, recebendo apenas uma demão de tinta e possuindo apenas o cimentado desempenado como piso (sem revestimento). Ao transformar esta área em área privativa para escaninhos, seu acabamento deve seguir o mesmo padrão do acabamento das áreas comuns, ou seja, três demãos de tinta e cerâmica no piso. Foi considerado um ressalto de 25cm no piso para o apoio dos armários escaninhos, além do custo dos armários em si, que foram de orçados como sendo de madeira compensada MDF de 150mm de espessura e porta com dispositivo de tranca.

Além disso, é necessário que sejam instalados elementos vazados para ventilação do ambiente, visto que as áreas técnicas não possuem ventilação. Desta forma, obtêm-se os custos incrementais desta alteração, que totalizaram R\$ 15.655,88 para a Torre A e R\$ 17.070,99 para a Torre E.

De posse de todos estes dados, prosseguiu-se a análise de viabilidade econômica por meio da utilização do Excel, no qual efetuou-se a montagem do VPL, da TIR, do PB e da representação gráfica do fluxo de caixa que evidencia o retorno do investimento.

### 3.3 Fluxo de Caixa Livre e Estudo da Viabilidade

A análise de viabilidade econômica, referente à substituição dos cabos de cobre por barramento blindado no trecho entre o QGE e a alimentação individual das unidades residenciais para as torres do empreendimento RA, utilizou os dados detalhados anteriormente para as Torres A e E para montar o fluxo de entradas e saídas do investimento.

Posteriormente foram efetuados os cálculos do VPL, TIR e PB, de acordo com as Teorias de Análise de Investimentos. No Objeto 1 apresenta-se o fluxo de caixa livre do estudo de viabilidade econômica proposto.

#### Objeto 1 – Fluxo de Caixa Livre

No fluxo de caixa livre constam os seguintes dados: período de duração do investimento, 2010 a 2014, sendo o ano de 2010 considerado como ano zero, e a sequência de 2011 a 2014, o período de entradas e saídas de caixa do projeto de investimento estudado. Elaboração pelos autores.

#### Fluxo de caixa livre, TIR, VPL e Pay-back do projeto de investimentos proposto.

PERÍODO	2010	2011	2012	2013	2014
ITEM	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4
<b>INVESTIMENTO INICIAL (12 torres)</b>	R\$ (785.016,00)				
Custos Incrementais - Torre A		R\$ (15.655,88)			
Custos Incrementais - Torre B		R\$ (15.655,88)			
Custos Incrementais - Torre C			R\$ (15.655,88)		
Custos Incrementais - Torre D			R\$ (15.655,88)		
Custos Incrementais - Torre E			R\$ (17.070,99)		
Custos Incrementais - Torre F				R\$ (17.070,99)	
Custos Incrementais - Torre G				R\$ (17.070,99)	
Custos Incrementais - Torre H				R\$ (17.070,99)	
Custos Incrementais - Torre I				R\$ (15.655,88)	
Custos Incrementais - Torre J				R\$ (15.655,88)	
Custos Incrementais - Torre K					R\$ (15.655,88)
Custos Incrementais - Torre L					R\$ (15.655,88)
Receitas Incrementais - Torre A		R\$ 147.019,74			
Receitas Incrementais - Torre B		R\$ 147.019,74			
Receitas Incrementais - Torre C			R\$ 147.019,74		
Receitas Incrementais - Torre D			R\$ 147.019,74		
Receitas Incrementais - Torre E			R\$ 138.386,18		
Receitas Incrementais - Torre F				R\$ 138.386,18	
Receitas Incrementais - Torre G				R\$ 138.386,18	
Receitas Incrementais - Torre H				R\$ 138.386,18	
Receitas Incrementais - Torre I				R\$ 147.019,74	
Receitas Incrementais - Torre J				R\$ 147.019,74	
Receitas Incrementais - Torre K					R\$ 147.019,74
Receitas Incrementais - Torre L					R\$ 147.019,74
<b>FLUXO DE CAIXA LIVRE</b>	R\$ (785.016,00)	R\$ 262.727,73	R\$ 384.042,91	R\$ 626.673,28	R\$ 262.727,73

Inicialmente, apresenta-se o valor do investimento inicial, R\$ 785.016,00, seguido dos custos incrementais para a substituição do equipamento elétrico, bem como as receitas incrementais, aqui

representadas pela economia de R\$ 147.019,74 para as Torres A, B, C, D, I, J, K, e L e pela economia de R\$ 138.386,18 para as Torres E, F, G e H.

Após os cálculos em planilha eletrônica e aplicação das ferramentas TIR, VPL e *Payback*, obteve-se os resultados quantitativos que apresentaram sequencialmente os seguintes valores: 32%, R\$ 70.535,10 e 3,31 anos.

### **3.4 Síntese dos Resultados**

Com o cálculo do VPL chegou-se à constatação de que para todos os fluxos de caixa futuros associados ao investimento de capital e considerando-se os custos incrementais e as receitas incrementais, há um saldo positivo de R\$ 70.535,10 para o empreendimento como um todo. Desta forma, de acordo com Souza e Clemente (2009), conclui-se que este investimento acarreta a maximização do valor do projeto e consequentemente da empresa, pois evidencia que o investimento vale mais do que custa para seus financiadores.

A análise da TIR, por sua vez, constatou que o investimento possui 32% de rentabilidade, sendo superior à TMA, que tem seu índice em 26,77%, no qual a empresa estudada considera que este índice é a margem esperada para o investimento. A TIR, segundo Brom (2007), representa a medida da rentabilidade do projeto, e sendo superior à TMA, ilustra um ótimo de investimento. Além disso, o *Pay-back* mostrou que em um período de 3,31 anos ocorre o retorno do capital aplicado no barramento blindado, e, conforme Souza e Clemente (2009), este indicador mostra que o investimento é recuperado dentro do período do horizonte de planejamento do empreendimento, evitando que oportunidades futuras sejam minadas.

Desta forma, as análises financeiras do VPL, TIR e *payback* vislumbram um horizonte favorável a este investimento de capital, balizando as referências destes métodos, nos quais o VPL deve ser superior a zero, para mostrar que há retorno do capital investido; a TIR deve ser maior que a TMA, indicando que este investimento é mais interessante do que somente aplicar o capital no empreendimento sem que o projeto seja considerado; e, por último, o *payback* que deve ter seu tempo de recuperação inferior ao horizonte de planejamento do empreendimento, evidenciando que o retorno do investimento de capital ocorre dentro do prazo de vigência deste.

## **4. LIMITAÇÕES**

Dada à complexidade da proposta, acredita-se que os aspectos levantados acima precisam ser considerados com certo cuidado. A complexidade do tema, envolvendo aspectos organizacionais, econômicos e tecnológicos e o pouco tempo em que o trabalho foi conduzido, constituem-se limitações desta pesquisa. Outra limitação é quanto ao método, trata-se de um estudo de caso, o que não permite que as conclusões sejam generalizadas.

## **5. CONCLUSÃO**

O setor da construção civil tem passado por profundas transformações nas últimas décadas; a ampliação das possibilidades de crédito imobiliário, tanto para os compradores quanto para as construtoras, e a transferência de renda entre as camadas da população, além do aquecimento e estabilidade da economia, promoveram um crescimento acelerado do setor.

Este crescimento tem levado os investidores imobiliários a buscarem soluções que maximizem a produção, reduzam as perdas e elevem os lucros dos empreendimentos. A aplicação de novas tecnologias contribui com estes objetivos, ainda que a transferência desta entre os setores industrial, comercial e residencial ocorra de forma lenta. O barramento blindado, utilizado amplamente

na condução e distribuição de energia elétrica no setor industrial é uma destas tecnologias passivas de serem transferidas em definitivo para o setor residencial.

Em convergência com o exposto, os resultados obtidos, apesar das simplificações efetuadas devido às suas limitações, sinalizam que o procedimento proposto é viável conforme aplicado na análise da viabilidade econômica para a substituição dos cabos de cobre do sistema convencional para o barramento blindado em obras residenciais, no trecho entre o quadro geral de entrada e o ponto de distribuição de energia situado nos pavimentos-tipo, cujos resultados geraram uma TIR de 32%, superior à TMA do projeto; um VPL de R\$70.535,10, denotando agregação de riqueza e um *payback* de 3,31 anos, prazo inferior à execução das obras da empresa do estudo.

Existem outros benefícios do uso do barramento blindado em relação ao sistema convencional de distribuição de energia, como o aproveitamento de 100% do material por tratar-se de um equipamento modular fabricado sob medida; a possibilidade de melhor distribuição dos insumos dentro do canteiro de obras, visto que o barramento blindado somente é instalado na fase de acabamento da edificação; redução substancial dos tempos de execução dos serviços em cerca de 57%; e redução da área ocupada pelos centros de medição, que podem ser convertidas em equipamentos de lazer ou em equipamentos de uso individual, gerando receitas incrementais ao empreendimento, como no caso dos escaninhos propostos, que geraram juntos uma receita de R\$672.963,25.

Além disso, o sistema de condução de energia através do barramento blindado promove o aumento da segurança das instalações elétricas, visto que, de acordo com os estudos elaborados pela Siemens S/A, o barramento blindado promove uma redução da queda de tensão em 600% e uma redução de mais de 1.867% nas perdas de energia por dissipação de potência nas prumadas elétricas. Esta redução da potência dissipada, aliada com a redução da queda de tensão, promove a economia de energia para os condomínios onde a tecnologia do barramento blindado é aplicada.

Desta forma, o barramento blindado também se mostra atraente para o consumidor, que terá a possibilidade de habitar em um empreendimento mais seguro, cujos gastos energéticos serão otimizados, refletindo no valor final do condomínio.

Esta ampliação pode promover em definitivo a transferência da tecnologia do barramento blindado para o setor residencial, visto que, outras construtoras, que trabalhem no mesmo segmento, poderão aproveitar-se deste estudo para seus novos empreendimentos.

Este estudo de viabilidade econômica conseguiu atingir seu objetivo e mostrar que não se deve analisar apenas o investimento inicial do capital, pois a aplicação barramento blindado em construções residenciais pode gerar o incremento da receita do empreendimento, além de promover o ganho em qualidade e segurança para os usuários, tornando-se, desta forma, atraente também para os investidores imobiliários.

## 5. REFERÊNCIAS

BEGHIM INDÚSTRIA E COMÉRCIO S/A. **Barramento blindado tipo MBB**. Catálogo. Disponível em: <<http://www.jmf.com.br/download/mbb.pdf>> Acessado em: 25 nov. 2009.

BIGNARDI, F. A. C. **Reflexões sobre a pesquisa qualitativa e quantitativa**: maneiras complementares de aprender a realidade. Disponível em: <[http://www.comitepaz.org.br/douwload//PESQUISA%20QUALITATIVA.pdf](http://www.comitepaz.org.br/download//PESQUISA%20QUALITATIVA.pdf)> Acessado em: 25 nov. 2009.

BOMEISEL, Eduardo; D'ALIVA, Ricardo Santos. **Impedância de barramentos blindados: influência das características construtivas e resultados práticos de medições.** In: ENCONTRO NACIONAL DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS, 12º, São Paulo: ENIE, 2008.

BROM, Luiz Guilherme. **Análise de investimentos e capital de giro: conceito e aplicações.** São Paulo: Saraiva, 2007.

CUNHA, Livia. Radiografia: Barramento blindado. **Revista O Setor Elétrico.** n° 41, p. 01-07, jul/2009.

DÂMASO, E. S. **Eficiência energética: quantificação, IPMVP e contrato de performance.** 2004. 245 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2004.

FISCHMANN, Victor; BOMEISEL, Eduardo. Instalações elétricas prediais com barramento blindado. **Revista Técnica.** São Paulo, n° 47, p. 68-71, jul/ago. 2000.

FONTENELLE, Eduardo Cavalcante. **Estudos de caso sobre a gestão do projeto em empresas de incorporação e construção.** 2002. 369 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

IGLESIAS, D. E. T. **Proposta de uma sistemática de avaliação de investimentos utilizando o método ABC (activity-basedcosting).** 1999. 144 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/1916/000266505.pdf?sequence=1>> Acessado em 28 jun 2010.

LEITE, SidimarQuezada. **Projeções para a demanda por energia elétrica no Brasil: 2006-2015.** 2006. 51 f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Instituto de Economia, Faculdades Ibmecc, Rio de Janeiro, 2006.

MAMEDE FILHO, João. **Instalações elétricas industriais.** 5ª ed. Rio de Janeiro: LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora Ltda, 1997.

MARTINS, M. P. S. **Inovação tecnológica e eficiência energética.** 1999. 43 f. Dissertação (Pós-graduação em Energia Elétrica) – Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1999.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Consumo energético por setor: balanço energético nacional consolidado – BEM – 2007.** Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/frontSide/site/view.do?viewPublicationId=17029&viewPublicationTypeId=9&queryUrl=http%3A%2F%2Fwww.mme.gov.br%2Fsite%2Fsearch.do%3FpreviousQuery%3Dconsumo%2Benerg%25E9tico%26pageNum%3D3>> Acessado em 05 jan. 2009.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Plano Nacional de Energia – PNE 2030.** Empresa de Pesquisa Energética. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/frontSide/site/view.do?viewPublicationId=17029&viewPublicationTypeId=9&queryUrl=http%3A%2F%2Fwww.mme.gov.br%2Fsite%2Fsearch.do%3FpreviousQuery%3Dconsumo%2Benerg%25E9tico%26pageNum%3D3>> Acessado em 05 jan. 2009.

PANESI, A. R. Q. **Fundamentos de Eficiência Energética Industrial, Comercial e Residencial.** São Paulo: Ensino Profissional Editora, 2006.

SANTOS JUNIOR, Antonio C. F. **Análise da viabilidade econômica da produção de hidrogênio em usinas hidrelétricas:** estudo de caso em ITAIPU. 2004. 143 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

SIEMENS BUILDING TECHNOLOGIES LTDA. **Barramento blindado tipo Siplux:** BSA \_ BSV \_ BSC. Catálogo. Disponível em: <<http://www.siemens.com.br/busway>> Acessado em: 25 nov. 2009.

SILVEIRA, Débora Machado de Souza. **Análise dos benefícios das alianças internacionais entre empresas de transporte aéreo.** 2007. 158 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

SOUZA, Alceu; CLEMENTE, Ademir. **Decisões financeiras e análise de investimentos:** fundamentos, técnicas e aplicações. 6ª ed. São Paulo: Atlas, 2009.

TAVARES JUNIOR, C. *et al.* Análise expedita de viabilidade econômico-financeira de investimento imobiliário aplicada a empreendimento residencial unifamiliar – um estudo de caso. **Revista Tecnologia.** Fortaleza, v. 28, n. 2, p. 210-221, dez. 2007.

YIN, Robert. Estudo de Caso: Planejamento e Método. Porto Alegre: Bookman, 2005.

Recebido em 28/11/2011 Aprovado em 09/03/2012 Disponibilizado em 19/03/2012 Avaliado pelo sistema <i>double blind review</i>
---