

## UTILIZAÇÃO DA CURVA DE AGREGAÇÃO DE RECURSOS PARA ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DE UM EMPREENDIMENTO IMOBILIÁRIO DE GRANDE PORTE

Cristiane de Mesquita Tabosa (UFC) – cristianedmt@gmail.com  
Maxweel Veras Rodrigues (UFC) – maxweelveras@gmail.com  
Glenia Rodrigues Pinheiro (UFC) – glenia.pinheiro@gamil.com

**Resumo:** *Este trabalho tem o objetivo de apresentar um estudo sobre a avaliação da viabilidade econômica de um empreendimento. Através da utilização de indicadores financeiros e da criação de cenários, simula diferentes situações e projeta seus respectivos retornos financeiros, possibilitando auxiliar na tomada de decisão dos gestores. O presente artigo emprega o método de procedimento de pesquisa intitulado estudo de caso, realizado em uma construtora cearense. Como resultado foi gerado a curva de agregação do empreendimento como forma de visualizar as entradas e as saídas de caixa durante o investimento. Além disso, foram projetados seis cenários e calculados, para cada um, o Valor Presente Líquido - VPL e a Taxa Interna de Retorno Modificada - TIRM com o intuito de determinar indicadores econômico-financeiros comparativos.*  
**Palavras-Chaves:** *Curva de agregação; Análise de Investimento.*

### INTRODUÇÃO

A indústria de construção representa um setor de grande impacto econômico para o país. O macrosetor da construção civil movimentou 13,8% do PIB brasileiro (FIESP, 2005) e é um dos principais responsáveis pela geração de empregos no país, aproximadamente 9% do pessoal ocupado (IBGE - Pesquisa Anual da Indústria da Construção, 2005).

Devido à importância sócio-econômica do setor de construção civil, a sobrevivência das construtoras é fundamental no cenário atual. Desta forma, deve-se assegurar que os empreendimentos sejam rentáveis, ou seja, que as receitas originadas sejam capazes de, além de cobrir os gastos gerados, remunerar os acionistas de forma satisfatória.

O presente trabalho tem como objetivo demonstrar, em forma de estudo de caso, a avaliação da viabilidade de um empreendimento de grande porte de uma construtora do estado do Ceará, usando os índices financeiros: Valor Presente Líquido e Taxa Interna de Retorno Modificada, além de construir cenários a partir da curva de agregação de custos das obras da empresa. O estudo de caso foi realizado em uma construtora de médio porte, responsável pela construção de um condomínio residencial de alto padrão formado por duas torres com quarenta e quatro apartamentos cada, localizado na área nobre de Fortaleza-CE, que constitui o empreendimento piloto para a pesquisa.

Além da corrente introdução, o artigo é estruturado a partir de uma seção de fundamentação teórica em que são abordados os principais conceitos e definições relacionados às curvas de agregação de recursos e à análise de investimentos, enfatizando a operacionalização de métodos de análise de viabilidade econômico-financeira, tais como o VPL (Valor Presente Líquido) e a TIRM (Taxa Interna de Retorno Modificada). Em seguida, é exposta a metodologia utilizada no estudo. Na sequência, é apresentado o estudo de viabilidade econômico-financeira do empreendimento imobiliário de grande porte através da análise de cenários, além de discutidos os resultados obtidos. Finalmente, são expostas as conclusões dos autores, as limitações do estudo e as recomendações para trabalhos futuros.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Curvas de agregação de recursos

Conforme Heineck (1990), a curva de agregação objetiva expressar o desenvolvimento da acumulação das distribuições percentuais relativas à alocação de determinado recurso de cada período de produção ao longo do tempo. Seu emprego se dá no planejamento, programação e controle da produção. Dentro deste contexto, a curva de agregação de recurso pode ser utilizada como ferramenta para gestão dos custos dos empreendimentos, pois integra programação da produção e custos (KIM; BALLARD, 2001), permitindo visualizar a previsão dos custos e das receitas do empreendimento integrando informações disponíveis pelos diferentes setores (STALLWORTHY, 1980; NEALE; NEALE, 1989). Além disso, essa técnica auxilia e facilita a identificação de problemas de cumprimentos de prazos e previsão orçamentária através do acompanhamento visual do gráfico.

Heineck (1989) propõe a utilização da curva de agregação de recursos para o acompanhamento do fluxo de caixa, podendo esta assumir o formato de um trapézio com área total correspondendo ao somatório ( $1/3 + 1/2 + 1/6$ ) dos recursos utilizados (SCOMAZZON; SOIBELMAN; SILVA, 1987, p.23), como mostra a figura 1,  $1/3$  do período da obra corresponde à fase de comprometimento de recursos em ordem crescente, até atingir o patamar de equilíbrio,  $1/2$  corresponde ao período de equilíbrio, e em  $1/6$  da obra acontece o decréscimo gradativo da utilização dos recursos.

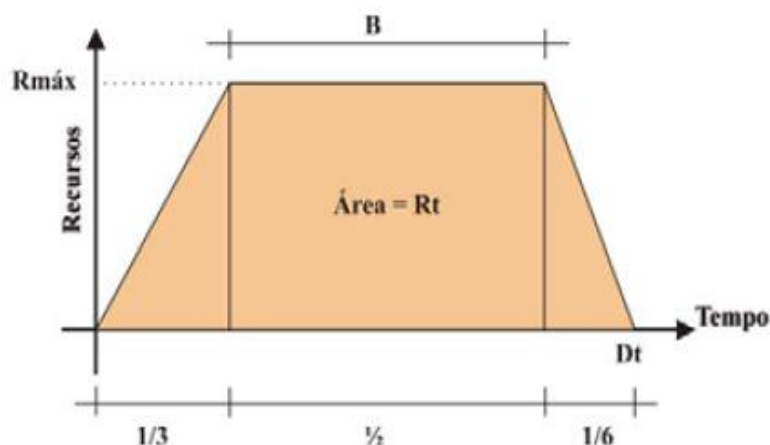


Figura 1: Curva de agregação clássica  
Fonte: González (???)

### 2.2 Técnicas de análise de investimentos

Dentre as etapas de um projeto, a análise do investimento demonstra a viabilidade econômica do negócio. Essa etapa é de vital importância para a continuidade do planejamento das atividades do projeto, pois é analisado quantitativamente o retorno do fluxo de caixa gerado. A construção de um fluxo de caixa projetado válido tem papel essencial nessa etapa do projeto, pois é a partir do mesmo que os indicadores de rentabilidade e de risco serão gerados.

De acordo com Rezende e Oliveira (2001), o Valor Presente Líquido – VPL é um dos indicadores mais utilizados na análise de viabilidade econômica de um projeto. Ele se destaca dos demais por considerar o efeito tempo e pelo fato de que os fluxos líquidos intermediários são reinvestidos à mesma taxa que representa o custo de oportunidade do capital investido. A Taxa Interna de Retorno – TIR também é um indicador importante, por permitir que o gestor possa comparar a rentabilidade do seu projeto com a de outras oportunidades de negócio. Devido às particularidades do estudo também será apresentada a Taxa Interna de Retorno Modificada - TIRM.

O Valor Presente Líquido corresponde ao retorno do investimento descontado o valor do dinheiro no tempo a uma taxa de desconto  $i$  predeterminada. Quando  $VPL > 0$ , o projeto é economicamente viável. Em forma de equação:

$$VPL = \sum_{t=0}^n (r - c)/(1+i)^t, \text{ onde:}$$

$r$  = Receitas;

$c$  = Custos;

$i$  = Taxa de desconto pré-determinada;

$t$  = Período de tempo.

A taxa interna de retorno determina a taxa do investimento que resulta na nulidade do VPL, em forma de equação corresponde a uma equação polinomial de grau  $n$ , podendo admitir  $n$  raízes positivas.

$$VPL = \sum_{t=0}^n (r - c)/(1+TIR)^t = 0$$

Embora o método da TIR não incorpore a taxa mínima de atratividade (TMA) no seu cálculo, o critério de decisão depende da TMA, a viabilidade do projeto será comprovada caso a TIR seja maior que a TMA. A TIR só poderá ser utilizada se o projeto tiver um fluxo de caixa convencional (desembolsos no período inicial e entradas de caixas no restante) com apenas uma taxa interna de retorno, ou seja, o VPL só poderá ser nulo uma vez durante o fluxo de caixa. Diante dessa limitação, autores como Solomon (1952), Lin (1976) e Oliveira (1979) propuseram métodos que transformassem o fluxo de caixa não-convencional (com desembolsos e entradas de caixa oscilando durante todo o período do investimento) em convencional, surgindo a Taxa Interna de Retorno Modificada - TIRM.

A transformação proposta pela TIRM corresponde a levar a data final do projeto os fluxos de caixa positivos a uma taxa de reinvestimento de capital e trazer para a data inicial os fluxos de caixa negativos a uma taxa de financiamento adequada, transformando um fluxo de caixa não convencional em convencional, com apenas dois pontos. Segundo Kassai *et al.* (1999) a TIRM indica a verdadeira taxa interna de retorno de um projeto, pois, além de eliminar o problema de múltiplas taxas, usa taxas distintas e mais apropriadas sobre reinvestimentos e financiamentos no fluxo de caixa. Kassai *et al.* (1999) também define quatro etapas para o método da TIRM, são elas: definição da taxa de financiamento e de reinvestimento; descapitalização dos fluxos de caixa negativos através da taxa de financiamento; capitalização dos fluxos de caixa positivos através da taxa de reinvestimento e cálculo da TIRM como a taxa de desconto que iguala os dois valores.

Caso, na comparação de investimentos, o VPL seja maior e a TIR menor, ou vice e versa, esse problema pode ser analisado através da intersecção de Fischer que corresponde a taxa que torna o investidor indiferente entre as duas alternativas de investimento (SOUZA; CLEMENTE, 2004).

### **3. METODOLOGIA**

A escolha de um método depende dos pressupostos que orientam o pesquisador ao defrontar-se com o problema de pesquisa. A pesquisa feita neste trabalho emprega o método hipotético-dedutivo (MARCONI; LAKATOS, 2008) à medida em que parte de teorias sobre curva de agregação e análise de viabilidade econômica de empreendimentos.

Em termos de método de procedimento de pesquisa, o presente trabalho emprega o estudo de caso, pois o modelo foi aplicado em uma construtora cearense. A metodologia segue, ainda, uma pesquisa de campo que, conforme Marconi e Lakatos (2008, p. 188), “consiste na observação de fatos e fenômenos tal como ocorrem espontaneamente, na coleta de dados a eles referentes e no registro de

variáveis que se presumem relevantes, para analisá-los”. Foram realizadas entrevistas com pessoas-chave e coletados dados *in loco* na empresa.

## 4. ESTUDO DE CASO

### 4.1 Geração da curva de agregação de recursos do empreendimento

Para a visualização do fluxo de caixa do empreendimento, foi gerada uma a curva de agregação em planilha eletrônica relativa à projeção de custos e receitas. A projeção de custos foi realizada a partir do planejamento da produção e valores históricos. A projeção de receitas foi oriunda da análise dos preços de venda dos apartamentos, dos índices de velocidade de vendas histórico da empresa em empreendimentos semelhantes e dos valores das parcelas com as datas de recebimento, constantes no contrato firmado com o cliente, nos apartamentos já comprados. Na figura 2, segue a curva de agregação relativa ao empreendimento.

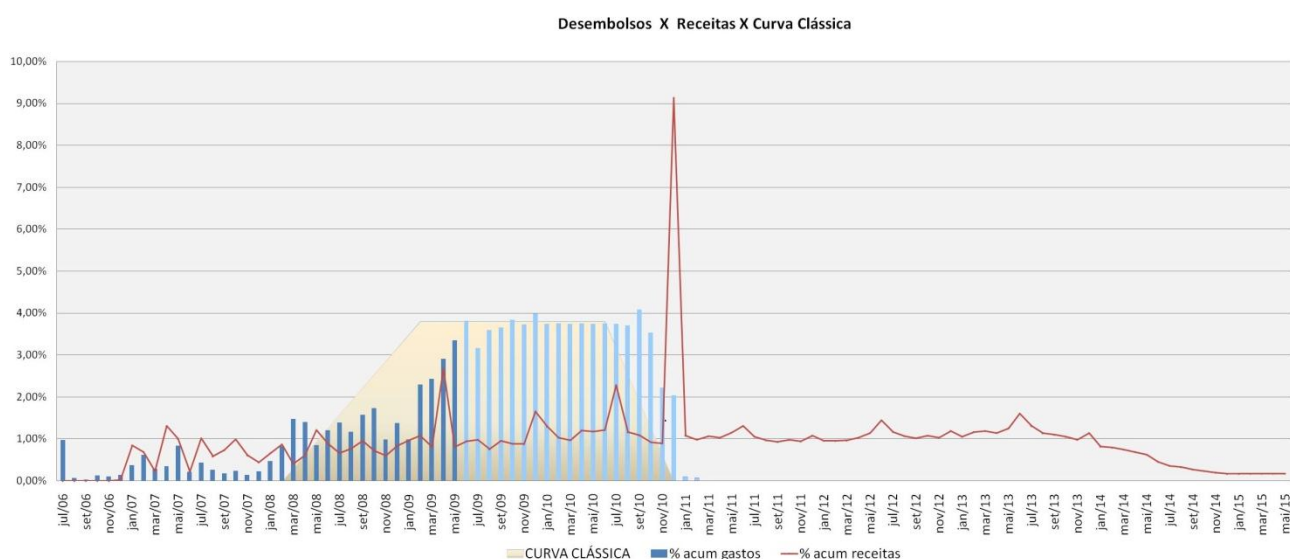


Figura 2 – Curva de agregação do empreendimento

Fonte: Autores

No período que compreende julho de 2006 a dezembro de 2007, a maioria dos gastos é inerente à confecção dos projetos e ao esforço de marketing. Em dezembro, ocorre o lançamento do empreendimento e, a partir desse mês, ocorre o recebimento de receitas dos apartamentos.

Conforme a figura 1, a curva de agregação do empreendimento em estudo se aproxima com o formato trapezoidal da curva de agregação durante os meses que compreendem o meio da obra. Esse período é considerado crítico pela gerência, pois os custos são elevados numa proporção bem maior que as receitas, originando um período de fluxo de caixa negativo.

### 4.2 Análise da viabilidade econômica do empreendimento

O indicador escolhidos para análise de viabilidade foi, inicialmente, o VPL e a TIR, porém, após uma análise inicial dos resultados obtidos, foi verificada a ineficiência da TIR para o fluxo de caixa projetado, por possuir limitações para fluxos de caixa que oscilam entre superávits e déficits, situação essa comum na construção civil. No entanto, os gestores tinham necessidade de um indicador que permitisse uma rápida e eficiente visualização da rentabilidade e atratividade do negócio. Desta forma, fez-se uso da TIRM.

Calculando os índices através de planilha eletrônica, verificou-se que o cálculo do VPL resultou em um valor positivo e o resultado do cálculo do valor da TIRM foi de 1,5798% ao mês, superior a taxa SELIC.

### 4.3 Criação e análise de viabilidade comparativa entre os cenários

Com o intuito de maximizar o lucro sem diminuir o valor percebido pelo cliente, criou-se cenários e, posteriormente, foram calculados os indicadores de viabilidade econômica e os mesmos foram comparados com os indicadores da situação atual do empreendimento, situação esta que corresponde a 35 meses de obra, aquisição do terreno dando-se por permuta em unidades no local e período de déficits de fluxo de caixa correspondente aos meses de junho de 2009 a outubro de 2010. Os seguintes cenários foram criados:

CENÁRIO 1	Antecipação da conclusão da obra em três meses
CENÁRIO 2	Captação de maiores balões no período onde ocorre significativos déficits de fluxo de caixa
CENÁRIO 3	Minimização dos pagamentos para terceiros em períodos de déficits de fluxo de caixa
CENÁRIO 4	Híbrido dos cenários 1 e 2
CENÁRIO 5	Híbrido dos cenários 1, 2 e 3
CENÁRIO 6	Compra do terreno

Quadro 1 – Cenários criados  
Fonte: Autores

No cenário de antecipação da conclusão da obra em três meses, haverá uma diminuição dos custos indiretos durante o negócio, entretanto ocorrerá também um aumento no valor da hora-extra dos operários conforme mostra o quadro 2:

	PERÍODO INICIAL		PERÍODO REAJUSTADO	
PERÍODO	35,00		32,00	
	ORIGINAL	POR MÊS	POR MÊS	
ADMINISTRAÇÃO DA OBRA	R\$ 1.458.991,66	R\$ 41.685,48	R\$	41.685,48
EQUIPE DE APOIO	R\$ 682.054,13	R\$ 19.487,26	R\$	19.487,26
PROJETOS	R\$ 552.636,00	R\$ 15.789,60	R\$	17.269,88
IMPOSTOS E TAXAS	R\$ 3.652.760,28	R\$ 104.364,58	R\$	114.148,76
COMISSÃO SOBRE VENDAS	R\$ 1.571.886,43	R\$ 44.911,04	R\$	49.121,45
INSTALAÇÕES PROVISÓRIAS	R\$ 304.500,00	R\$ 8.700,00	R\$	9.515,63
CONSUMOS E DESPESAS GERAIS DE MANUTENÇÃO	R\$ 1.522.439,92	R\$ 43.498,28	R\$	43.498,28
PESQUISAS E TESTES	R\$ 49.250,00	R\$ 1.407,14	R\$	1.539,06
EQUIPAMENTOS / DEPRECIÇÃO FERRAMENTAL	R\$ 683.864,50	R\$ 19.538,99	R\$	19.538,99
PUBLICIDADE	R\$ 288.835,43	R\$ 8.252,44	R\$	9.026,11
HORAS EXTRAS (PREVISTO)	R\$ 307.296,43	R\$ 8.779,90	R\$	14.311,23
SEGUROS	R\$ 36.288,00	R\$ 1.036,80	R\$	1.036,80
PROGRAMA DA QUALIDADE	R\$ 8.750,00	R\$ 250,00	R\$	250,00
SEGURANÇA DO TRABALHO	R\$ 36.000,00	R\$ 1.028,57	R\$	1.028,57
EVENTUAIS - 1,5% DO CUSTO DIRETO DE CONTRUÇÃO	R\$ 548.882,84	R\$ 15.682,37	R\$	15.682,37
<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 11.704.435,62</b>	<b>R\$ 334.412,45</b>	<b>R\$</b>	<b>357.139,86</b>
SERVENTES E PEDREIROS (PRODUÇÃO)	R\$ 3.460.803,67	R\$ 98.880,10	R\$	108.150,11
HORAS EXTRAS DA PRODUÇÃO DEVIDO À ANTECIPAÇÃO DE ENTREGA (POR MÊS DE ANTECIPAÇÃO)			R\$	62.294,47

Quadro 2 - Mão de obra em 35 meses de obra X Custo Mão de obra em 32 meses de obra  
Fonte: Autores

No cenário onde há captação de maiores balões no período onde ocorrem significativos déficits de fluxo de caixa e no cenário onde há minimização dos pagamentos para terceiros nesse mesmo



período, diminui-se o déficit de fluxo de caixa nesses meses. Portanto, aumenta o resultado econômico do empreendimento devido à diminuição dos valores no fluxo de caixa a serem aplicados a taxas de financiamento que são, normalmente, bem maiores que as taxas de aplicação de superávit.

O cenário de compra de terreno foi criado devido à necessidade de comparar a lucratividade entre os resultados oriundos através de um empreendimento onde ocorre o investimento inicial de compra do terreno e da situação onde ocorre a permuta de apartamentos com o proprietário do terreno como forma de remunerá-lo.

As projeções de fluxos de caixa relativas aos cenários criados foram obtidas através da análise da linha de balanço do empreendimento, das curvas de agregação históricas das obras da empresa e de entrevistas com alguns funcionários.

## 5. RESULTADOS

Após a definição dos cenários, foi feita a simulação dos fluxos de caixa gerados e de seus respectivos indicadores financeiros, como mostra o quadro 3:

	DESCRIÇÃO	% DO VPL CENÁRIO ATUAL	TIRM (mês)	TIRM (ano)
CENÁRIO 1	Antecipação da conclusão da obra em três meses	105,27%	1,5899%	20,8393%
CENÁRIO 2	Captação de maiores balões no período onde ocorre significativos déficits de fluxo de caixa	101,21%	1,5811%	20,7134%
CENÁRIO 3	Minimização dos pagamentos para terceiros em períodos de déficits de fluxo de caixa	101,50%	1,5965%	20,9331%
CENÁRIO 4	Híbrido dos cenários 1 e 2	107,91%	1,5905%	20,8472%
CENÁRIO 5	Híbrido dos cenários 1, 2 e 3	109,40%	1,6071%	21,0842%
CENÁRIO 6	Compra do terreno	178,13%	1,5385%	20,1072%

Quadro 3: Cenários simulados

Fonte: Autores

Todos os indicadores financeiros VPL calculados para os cenários criados mostraram-se superiores ao cenário atual. Nos cinco primeiros cenários, a TIRM foi superior ao indicador do cenário atual, que é de 1,5795%. No sexto cenário o VPL superou quase 80% o valor do VPL do cenário atual do empreendimento, porém a TIRM atingiu um valor inferior.

Com a finalidade de resolver o dilema de qual indicador seguir na tomada de decisão da comparação entre o cenário atual e o cenário 6, calculou-se a Intersecção de Fischer, como explicitado na revisão teórica desse artigo, na seção de técnicas de análise de investimento.

A figura 3 mostra que, caso a TMA seja inferior a 1,2027% a.m., valor que corresponde a TIRM incremental calculada através do fluxo de caixa correspondente ao resultado da diminuição do fluxo de caixa dos dois cenários, a empresa deveria optar pelo investimento onde ocorre a compra do terreno, caso contrário, o gestor deve optar pelo investimento onde ocorre a permuta de apartamentos.

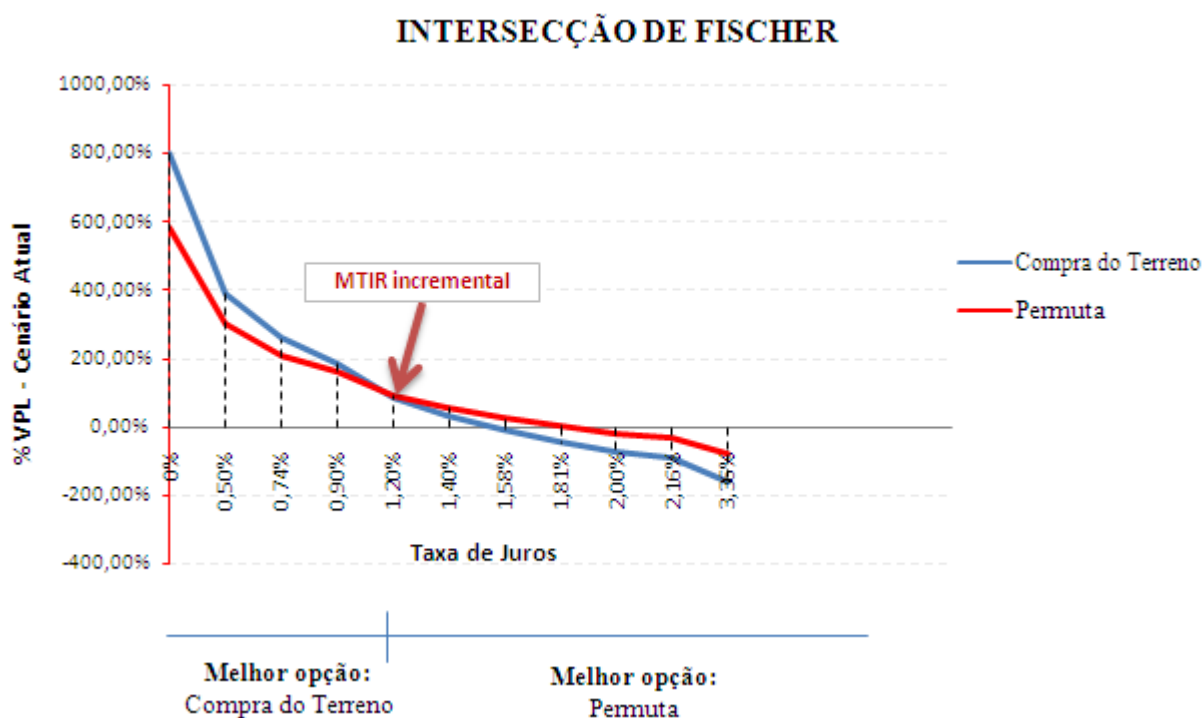


Figura 3: Intersecção de Fischer – cenário 6  
Fonte: autores

## 8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A natureza da atividade da construção civil gera vários riscos e incertezas, tendo em vista uma demanda incerta, altos desembolsos, além de um grande período de investimento. Neste artigo buscou-se minimizar os riscos através da aplicação de técnicas de análise da viabilidade econômico-financeira. Com base no estudo de caso, puderam ser calculados indicadores financeiros que permitem visualizar o retorno do investimento no tempo, com isso gerar embasamento para tomada de decisão sobre o negócio. Através da construção de cenários pode-se considerar em qual situação o empreendimento seria mais lucrativo ao investidor.

A partir da geração da curva de agregação do negócio, pode-se visualizar a alocação dos recursos e das receitas ao longo do tempo. Seu emprego se dá no planejamento, programação e controle da produção. Dentro deste contexto, a curva de agregação de recurso pode ser utilizada como ferramenta para gestão dos custos dos empreendimentos.

Com a projeção dos cenários e o cálculo dos indicadores de viabilidade, Valor Presente Líquido e Taxa Interna de Retorno Modificada, foi possível averiguar que existia uma diferença significativa, entre os retornos, com a mudança de algumas variáveis, ou seja, estabeleceu-se diferentes possibilidades de sucesso de receita baseado em pressupostos expostos. Essa comparação foi essencial para atingir os objetivos do estudo e comprovar a utilidade e importância do mesmo no embasamento de decisões gerenciais.

Esse trabalho também proporciona uma melhor na visualização dos períodos onde haverá os maiores desembolsos financeiros, permitindo que a gerência de produção da obra possa replanejar algumas atividades em virtude dos períodos de fluxo de caixa negativo com o intuito de otimizar os recursos e maximizar a rentabilidade do negócio.

A escassez de indicadores econômico-financeiros comparativos no setor de construção, constitui uma das limitações do trabalho. Além disso, sugere-se, como ampliação de novas propostas de estudo, a criação e posterior análise de cenários referentes a mudanças econômicas independentes

do negócio, tais como: inflação e variações na taxa de juros e no Índice Nacional de Custo da Construção (INCC).

## **9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – FIESP  
<http://www.fiesp.com.br/deconcic/pdf/deconcicpropostaindustrial.pdf>; Acesso em: 1 de julho de 2009

HEINECK, L. Comparativo da Rentabilidade de 8 Empreendimentos Imobiliários em Porto Alegre - Metodologia para Modelagem da Viabilidade Econômica e Análise de Resultados. Florianópolis, UFSC-CPGEP, 1989a. np. 24p.

HEINECK, L. F. Curvas de agregação de recursos no planejamento e controle da edificação – aplicações a obras e programas de construção. 1990. 37f. Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil, UFRGS. Porto Alegre, 1990.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Tabelas sinóticas. Sistema de Contas Nacionais - Brasil 2004-2005. Brasília, 2007. Disponível em: [http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/contasnacionais/referencia2000/2004\\_2005/tabsinotica14.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/contasnacionais/referencia2000/2004_2005/tabsinotica14.pdf); Acesso em: 1 de julho de 2009.

KASSAI, J. R.; KASSAI, S.; SANTOS, A.; ASSAF, A. N. Retorno de investimento: abordagem matemática e contábil do lucro empresarial. São Paulo: Editora Atlas, 1999.

KIM, Y.; BALLARD, G. Earned value method and customer earned value. Journal of Construction Research. Singapore, v. 3, n. 1, p.55-66, March, 2001.

LIN, Steven A. Y. The modified internal rate of return and investment criterion. The Engineering Economist, v. 21, n. 4, p. 237-247, 1976.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. Fundamentos de metodologia científica. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

NEALE, H; NEALE, D. Construction planning. London: Thomas Telford Ltda, 1989.160p.

OLIVEIRA, Adary. Método da taxa interna de retorno – Caso de múltiplas taxas. Revista Administração de Empresas. Editora da Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro, v. 19, n. 2, p. 87-90, abr./jun. 1979.

REZENDE, J. L. P.; OLIVEIRA, A. D. Análise econômica e social de projetos florestais. Viçosa: Editora UFV, 2001. 389 p.

SCOMAZZON, B., SOIBELMAN, L. & SILVA, N. Estudo de um Método de Análise para Determinação da Lucratividade de Empreendimentos Habitacionais. Caderno de Engenharia No. CE-15/87. Porto Alegre, UFRGS-CPGEC, junho de 1987. 41p.

SOLOMON, Ezra. The arithmetic of capital-budgeting decisions. The Journal of Business, v. 29, n. 2, p. 124-129, abr. 1956.

SOUZA, A.; CLEMENTE, A. Decisões Financeiras e Análise de Investimentos. 5. Ed. São Paulo : Atlas, 2004.

STALLWORTHY, E.A. Developments in project cost control. The Cost Engineer, v.19, n.2, p6-10, 1980.