

ANÁLISE DE SENSIBILIDADE EM EMPREENDIMENTOS IMOBILIÁRIOS

João Carlos Godoy Ilha
Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC
Curso de Pós-Graduação em Eng^a de Produção

RESUMO

Este artigo apresenta uma análise de sensibilidade em empreendimentos imobiliários, avaliando o desempenho de um modelo de empreendimento determinístico, onde este modelo avança para um ambiente probabilístico com a introdução dos fatores de incerteza e riscos comuns aos problemas de engenharia econômica que estão relacionados a eventos futuros. É dado enfoque principalmente na forma de apresentação gráfica, comunicando a sensibilidade das variáveis envolvidas. Obteve-se os fatores mais sensíveis como o preço de venda e custo de construção e a partir destes são formulados cenários visando a análise conjunta de fatores mais significativos que podem aumentar ou diminuir a lucratividade do empreendimento. Objetiva-se fundamentalmente um sistema de informações gerenciais que permita maior clareza na tomada de decisão sob condições de risco e incerteza conhecidos.

ABSTRACT

This work simulate various combinations of land prices, construction costs, sales prices, rates of interest, duration of the construction period, in time taken to sell the whole building and in feasibility studies. A graphical presentation is used in order to illustrated the net present values obtained.

1. INTRODUÇÃO

Os empreendimentos imobiliários são abordados como um problema de engenharia econômica, estes estão relacionados a eventos futuros, e portanto as informações a respeito das receitas e despesas e do tempo esperado relativas aos futuros fluxos de caixa são imprecisas e quase sempre são estimativas em função de situações passadas e presentes, incluindo previsões e portanto incerteza quanto a estes eventos futuros.

Analisa-se o panorama dos investimentos no setor da construção, sob enfoque das receitas e despesas, ou seja as receitas que são relativas ao preço de venda do produto imobiliário, e os principais custos que envolvem o produto imóvel como o custo do terreno e o custo da construção, bem como os prazos de execução e vendas. Este panorama está inserido dentro de um contexto que diz respeito a estratégia da empresa, na aplicação de seus recursos e ao mercado no qual seus negócios estão direcionados.

Apresenta-se então a análise de sensibilidade com os seguintes propósitos;

1. Tomar melhores decisões;
2. Decidir quais dados estimados devem ser refinados, (como por exemplo investir e mais informações como pesquisas, detalhamento de projeto e testes);
3. Focalizar a atenção nos elementos mais críticos. (administrar estes elementos, no sentido de controlar ou evitar a sua dispersão.

A análise de sensibilidade é portanto uma técnica, uma ferramenta para auxiliar na tomada de decisão. É um caminho para auxiliar não só na busca da melhor escolha entre alternativas mas também na procura de melhores resultados. Esta procura deve ser conduzida por uma análise efetiva, apoiada em gráficos bem desenhados para a conclusão de uma abordagem eficiente.

Esta análise pode ser definida como o exame do impacto de aceitáveis chances de mudanças em

torno de um caso base suposto. Onde este caso base é obtido em função dos valores esperados para o empreendimento, e a faixa aceitável de mudanças das variáveis determinam as curvas em função de um método de análise de investimento, que pode ser VP, TIR, CA. Neste trabalho será usado sempre o Valor Presente (VP). Assim quando uma pequena mudança no valor de uma estimativa particular resulta numa mudança de decisão ou em uma variação causando impacto do fator estudado, aponta-se que a variável estimada é "sensível" a mudanças e portanto é um fator de interesse a ser examinado pelo analista ou decisor do projeto.

Como exemplo de variáveis de um projeto com perspectivas de mudanças que devem ser consideradas em um estudo pode-se citar; custo inicial, custos operacionais, valor residual, duração do projeto, taxa de crescimento de vendas, taxa de desconto (TMA), etc.

Os principais elementos focalizados nesta análise são;

1. O limite razoável ou aceitável de mudança de cada variável;
2. A unidade de impacto destas mudanças no Valor Presente, TIR ou em outra medida adotada, que pode ser \$, unidades, meses, %, etc.
3. O impacto máximo de cada variável no VP, TIR, CA
4. O total de mudanças requeridas para atravessar a linha de equilíbrio (VP=0)

O analista deve fazer os seguintes questionamentos:

- Quais variáveis apresentam "resultados" mais sensíveis?
Para quais variáveis devemos esperar a máxima variação?

Qual a faixa esperada de desvio, em que seria tomada a melhor decisão de mudança?
Qual a probabilidade destes desvios?

A análise de sensibilidade ganha força diante da facilidade de executar variações (simular estimativas, realizando inúmeros cálculos financeiros), possibilitando a geração de muitos gráficos e de diversas formas. Portanto se esta explosão ou grande massa de dados não for utilizada corretamente e de forma sistemática, poderá ocultar as melhores soluções e decisões a serem tomadas, conduzindo a erros.

Desta maneira o objetivo deste trabalho está em apresentar a análise de sensibilidade de uma forma que claramente e resumidamente, através de gráficos, possam ser analisados um grande número de dados conjuntamente, comunicando o impacto da incerteza e atentando para os cuidados que contribuem para uma melhor análise formalizando o "como sentir" sobre as variáveis do projeto.

2. ANÁLISE DO CENÁRIO DOS INVESTIMENTOS IMOBILIÁRIOS

2.1 Mix - Produto/Mercado

A decisão de se fazer o produto e o mercado para o qual este estará direcionado é sem dúvida a decisão de maior risco. O empreendimento inicia com a decisão da escolha do terreno, onde deve ser feita uma avaliação começando-se através de uma consulta de viabilidade. Conhecidas as limitações físicas da edificação e de acordo com mercado ao qual o produto se destinará obtém-se:

- valores de mercado p/ m² da área construída
- valores p/ m² de venda
- velocidade de comercialização (estimativa)

Assim a medida que cresce o domínio do empreendedor das variáveis do problema, são distribuídos e reduzidos os riscos e incertezas para as variáveis externas ao problema como o mercado. Segundo (J. R. LIMA-1) a formação dos preços no mercado se dá da seguinte forma;

- Preço desejado pelo empreendedor, necessário para satisfazer os níveis de resultado pretendidos
- Preço praticado pela concorrência, para produto equivalente e dirigido para o mesmo público alvo
- Preço capaz de ser pago pelo mercado alvo, resultante da somatório da sua poupança (função da renda e do prazo de acumulação, e da capacidade de endividamento)

Salvo especulações no mercado, (planos econômicos) há uma tendência de ajuste, pelo menor dos preços acima. São também fatores relevantes no mercado;

- capacidade de pagamento do mercado alvo
- vizinhança, dimensões, padrão, de forma que o preço ofereça ao mercado um padrão

de remuneração mínima aceita, com os riscos do setor

a partir dos parâmetros acima se ajustam os casos específicos:

- melhor tecnologia de produção, com menores custos
- melhores mecanismos de marketing, que permitam agilizar a comercialização, aumentando a taxa de retorno, ou proporcionando liquidez
- melhores condições específicas do produto, como localização, desenho, acessibilidade, maior valor para o usuário
- melhores condições na compra do terreno, que tem grande influência na taxa de retorno

2.2 Recursos e Estratégia

Hoje tem se observado uma grande quantidade de alternativas de vendas e posições com relação ao mercado de muitas empresas. A carência de financiamentos, pelas instituições financeiras como bancos e órgãos governamentais, tem gerado inúmeras formas de financiamento próprio como plano 100, 120 e construções no término dos primeiros 30 ou 40 meses onde as vendas parceladas atingem apenas uma parte dos recursos empregados na produção ficando o restante como financiamento onde o agente financeiro é o construtor ou ainda fundos de pensão.

Uma característica marcante do setor é que cada produto colocado a venda ou vendido tem um período de produção longo, sendo assim um estoque de produto em processo, de grande monta. Uma vez definido um projeto, muito pouco este pode ser mudado, após vendas ou início de construção.

Diante deste quadro de inúmeras alternativas e características próprias de produção pode-se questionar os seguintes fatores;

- Qual o nível de exigência do empreendedor em termos de retorno do investimento?
- Qual o nível de comprometimento de seus recursos próprios?
- Por quanto tempo está disposto a ficar sem receitas e até que montante acumulado?
- Qual o máximo a investir recursos próprios no projeto em determinados períodos de tempo?
- De que forma aplica os recursos de terceiros na produção e no capital de giro?

O conceito de taxa interna de retorno é falha segundo (R. LIMA-1) carrega um erro conceitual, quando analisado do ponto de vista de um empreendimento isolado. O que é bem verdade/claro se a empresa tiver uma carteira (portfólio de investimentos), pois aonde são aplicados os recursos excedentes (saldo de caixa positivo) a sua taxa em outros empreendimentos

Portanto deve ser dado enfoque especial em uma análise a questão estratégica que envolve as seguintes questões;

- flexibilidade nos negócios e operações

- inovação ; qualidade com melhoria de produtividade
- inovação dos métodos de financiamento
- Métodos de construção, tecnologias e formas de gerenciamento

Em todas os métodos de construção e gerenciamento de obras, a lógica leva a crer que a maioria dos empreendimentos devam aplicar seus recursos próximos aos recursos capitados de terceiros e que assim movimentação do capital de giro para a produção é uma estratégia que deve ser bem analisada.

3. FORMULAÇÃO DO MODELO - INTERPRETAÇÕES

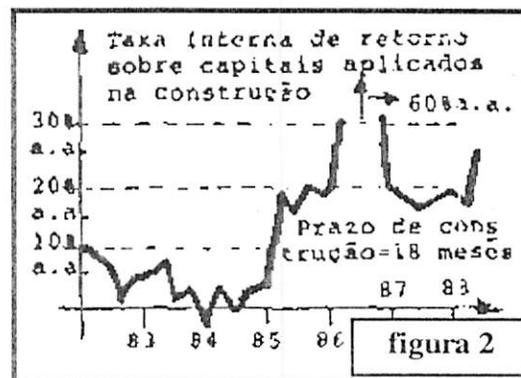
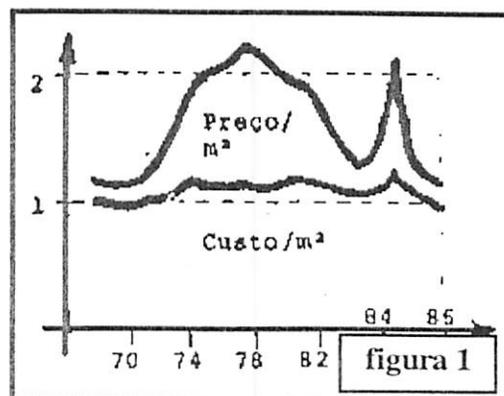
Conforme já citado, a análise de sensibilidade aqui adotada é realizada sob VP, e não tir, CA, pois entende-se ser essa a mais realista para a visualização do comportamento das variáveis.

O sistema real é complexo, envolvendo muitas variáveis pois o ambiente da construção civil é uma indústria que está sujeita a uma variabilidade imensa dentre as quais pode-se exemplificar; cada projeto representa uma única formula ou desenho, localização, pessoal materiais, tempo, custos, condições climáticas, e ainda oferta e demanda nas vendas de imóveis. Assim pode-se dizer que os fluxos de caixa podem ser os mais diversos possíveis, no entanto a forma de construir e os valores médios das receitas e despesas no tempo podem ser modeladas dentro de uma faixa esperada.

3.1 Base Teórica do Modelo

Os principais componentes do preço global de um empreendimento imobiliário podem se subdividir em; custo do terreno, custo de construção e lucro do empreendedor. Estudos da (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 1984; FORMOSO, 1986; BALARINE, 1986-5) indicam lucro do construtor próximo a 5% e o custo médio do terreno em 15% e que os custos de construção representam 80% do preço final da habitação.

Conforme (SALDANHA, HEINECK-4), o preço das unidades habitacionais oscila de uma faixa de 1:2. e o custo é bem mais estável (figura 1), e os custos caem mais rapidamente que os preços. As taxas internas de retorno oscilam entre 0 e 20%, atingindo valores mais elevados nos momentos de boom do mercado, como em 1986 (figura 2).



Tipicamente um empreendimento imobiliário pode ser decomposto nos seguintes custos (HEINECK-89-4);

- projetos	3%
- terreno	15%
- custo da construção	60%
- comercialização	8%
- impostos e taxas	4%
- lucro	10%

Outros valores podem ser encontrados na literatura, é importante ressaltar que para R. LIMA, o conceito de taxa interna de retorno como na figura 2, pode induzir a erros. Diante deste panorama diverso existem outras variáveis que apresentam um amplo espectro de variabilidades, como a duração dos eventos projetos, construção, velocidade de comercialização e ainda a forma como os recursos e receitas podem ser aplicados ao longo de um empreendimento. Outra variável a ser incorporada no modelo é o desperdício sendo um componente do custo da construção, onde trabalhos apresentados sobre desperdícios na construção de acordo com (PICCHI-6), apontam para 5% do custo da obra.

No modelo adotam-se as seguintes participações dos custos sobre o custo total do empreendimento, e são apresentadas também as variáveis envolvidas no modelo. No quadro a seguir estão os valores esperados ou médias que constituem o caso base e a faixa de variação ou os desvios que podem ocorrer para os cenários mais pessimista e mais otimista.

Variáveis do Modelo	valor esperado Caso Base	faixa de variação %	Limites (unidade)	variável
Custo do terreno	15%	-90 / +100	1,5% / 30%	TE
Custo do terreno *	"	-30 / +30	10,5% / 19,5%	"
Custo dos Projetos	5%	-40 / +70	3% / 8,5%	PR
Custo dos Projetos *	"	"	"	"
tempo para execução dos projetos	4 meses	-30 / +100	2,8 / 8 meses	m
intervalo para início da obra	1 mês	-90 / +400	0,1 / 5 meses	k
custo da obra	80%	-20 / +30	0,64 / 1,04 und	CO
duração da execução da obra	18 meses	-40 / +100	10,8 / 36 meses	DT
taxa tma % a.m.	0,5%	0 / +300	0,5% / 2%	i
Preço de Venda	1,5 **	-10 / +40	1,35 / 2,1	V
tempo esperado para venda	6 meses	-50 / +50	3 / 9 meses	q
Custo de reparos	5% ***	-90 / +100	0,5% / 10%	CR
Custo de reparos *	"	"	"	"

* variáveis onde a sensibilidade no impacto de VP será testada com aumento no custo total do empreendimento, nos outros casos, sem aumento no custo total, o corresponde a uma distribuição diferente dos custos ao longo do fluxo de caixa. No caso do terreno o aumento ou diminuição da sua participação sobre o custo total, sem aumento do custo final representa a troca por área construída, sem nenhuma vantagem financeira resultando em uma troca por área de venda ou preço de venda.

** O preço de venda do empreendimento corresponde a 1,5 vezes o total do custo do empreendimento para o caso base.

*** O custos de reparos conforme Picchi, corresponde a 5% do custo de construção.

Recursos; Neste trabalho a formulação do modelo ou um protótipo de fluxo de caixa do empreendimento, está baseada em uma estratégia onde o incorporador age como banqueiro financiando os recursos para a construção até a venda, e na ocasião da venda o empreendedor realizaria o seu lucro, seja através de uma venda a vista ou intermediada por uma instituição ou sistema de financiamento. Assim as receitas estão colocadas após as despesas, onde o valor esperado para a venda total do empreendimento estaria após seis meses da conclusão da obra e ainda em média as despesas de imposto de renda e eventuais reparos após a entrega da obra serão desembolsados em mais seis meses.

Despesas; As despesas durante o transcorrer da construção podem ser modeladas de acordo com uma curva de acumulação de recursos chamada curva "S" que na sua forma não acumulada tem a forma trapezoidal (HEINECK-3). A curva "S" representa a integral da curva em forma de trapézio, sendo composta de um patamar de mobilização, estabilização e desmobilização, ocorrendo respectivamente no 1/3,

1/2, 1/6 da duração total da obra. (figura 1). Assim no modelo as despesas da obra ou os recursos empregados na construção seguiram uma simplificação da curva "S".

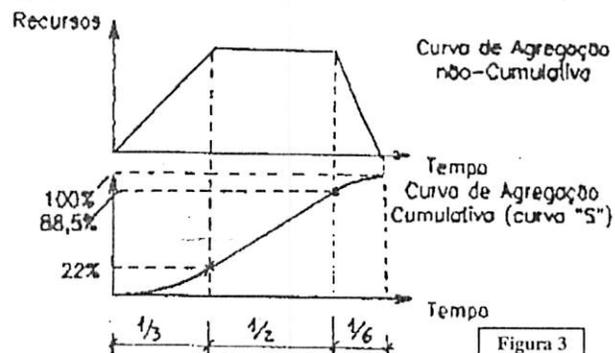


Figura 3

Na prática as curvas na forma acumulada "S" são mais evidentes, haja visto que os pontos de intersecção no caso trapezoidal dificilmente ocorrem a não ser através de uma regressão matemática. O aspecto da curva "S" está relacionada a estratégia de condução da obra, e ainda o desenvolvimento de tecnologias tem apontado cada vez mais para uma intensificação maciça de recursos no final da obra. Assim dispositivos rápidos de montagem e materiais semi-prontos permitem um pico de recurso nos últimos meses ou semanas de obras o que não é incorporado ao modelo em tela.

3.2 Formulação Matemática

Descrição das variáveis;

TE= custo do terreno

PR= custo dos projetos + mais despesas legais (Crea, Prefeitura, etc)

CT= custo total do empreendimento (caso base = 1)

CO= custo da obra

V= preço de venda = custo total + lucro

CR= custo dos reparos após a entrega da obra

DT= tempo de execução

m = tempo para execução dos projetos
 k = intervalo entre a finalização dos projetos e início da obra

n, o, p = obtidos os momentos correspondentes ao centro de aplicação dos recursos, através da curva "S", onde,

$$n = 2/9 \cdot DT + m + k$$

$$o = 7/12 \cdot DT + m + k$$

$$p = 23/36 \cdot DT + m + k$$

q = momento esperado para venda do empreendimento após conclusão da obra

$$Q = m + k + DT + q$$

R = momento do pagamento do imposto de renda e desembolso para reparos

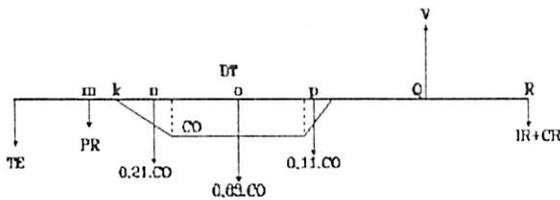
$$R = Q + 6$$

$$IR = \text{imposto de renda} = 35\% \cdot (V - CT)$$

$$i = \text{tma}$$

$$t = (1 + i)$$

Montagem do Fluxo de Caixa;



Assim o VP do custo da obra, obtido pela simplificação do fluxo de caixa na forma trapezoidal, resulta na seguinte equação;

$$VP(CO) = [0,22 \cdot (1+i)^{-n} + 0,665 \cdot (1+i)^{-o} + 0,115 \cdot (1+i)^{-p}] \cdot (1-CR) \cdot CO$$

Sendo que o custo da obra corresponde a 95% + Custo de Reparos (5% caso base), o que resulta em;

$$VP(CO) = [0,209 \cdot t^{-n} + 0,63175 \cdot t^{-o} + 0,10925 \cdot t^{-p}] \cdot CO$$

O VP do empreendimento é dado por;

$$VP = -TE \cdot PR \cdot CT \cdot t^{-m} - [0,209 \cdot t^{-n} + 0,63175 \cdot t^{-o} + 0,10925 \cdot t^{-p}] \cdot CO + V \cdot t^{-Q} - (IR + CR \cdot CO) \cdot t^{-R}$$

3.3 Simplificações e Limitações do Problema Real

O modelo proposto deve ser confiável não distorcendo as relações entre as variáveis do sistema. Identificou-se as variáveis que mais contribuem para a simulação da realidade ou seja a simulação da variabilidade das variáveis com seus reflexos econômicos. Desta forma pretende-se abranger a um

grande segmento de empreendimentos encontrados na prática.

As principais simplificações são as seguintes;

- poderia-se adotar taxas diferenciadas para compra do terreno, construção e vendas, no entanto isto complicariam os cálculos e a elaboração matemática do modelo, sendo que esta diferenciação das taxas pode ser importante para os casos de financiamento próprio do imóvel pela empresa construtora.
- o modelo poderia incorporar uma função que representa-se a velocidade de vendas, que poderia ainda estar baseada em dados históricos de uma empresa para um tipo de produto e mercado específico. Normalmente também há aquelas unidades vendidas com facilidade e as que ficam por último além de preços variáveis de acordo com altura, posição solar e área útil por apartamento. Torna-se difícil saber a distribuição das vendas por isso é que utilizou-se um valor médio esperado simplificando em grande parte as receitas, mas esta simplificação é próxima de um fluxo uniformemente distribuído com um valor médio esperado de um fluxo concentrado em um único período, o que pode representar também um repasse de um financiamento.
- não considera-se a hipótese de portfólios de investimento pois vários fluxos protótipos semelhantes poderiam estar sendo executados em períodos diferentes, onde as receitas de um poderiam ser aplicadas nas despesas de outros fluxos. Este tipo de análise pode ser adequado a empresas que realizam um grande número de obras simultaneamente, causando ainda alterações na taxa mínima de atratividade da empresa.

4. APRESENTAÇÃO GRÁFICA, SIMULAÇÃO E DESEMPENHO DO MODELO

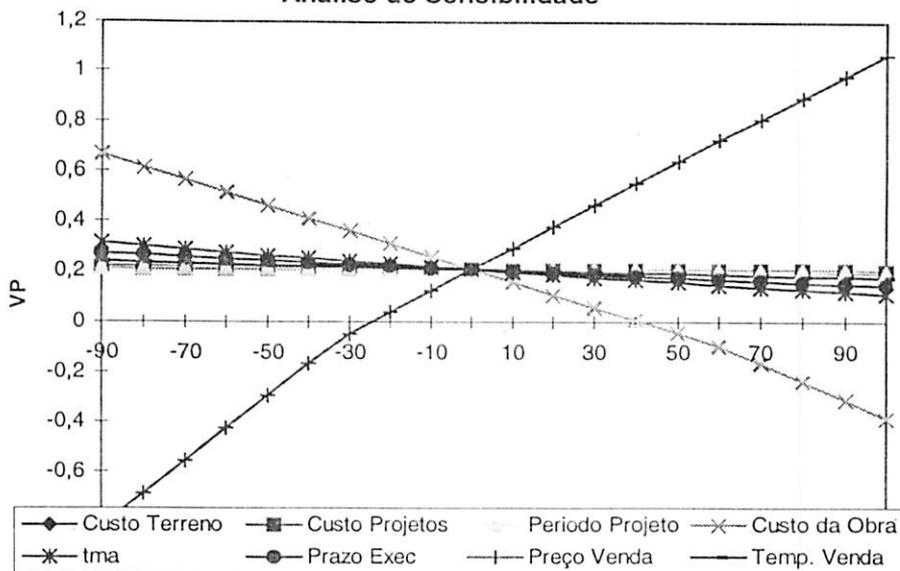
Através de planilhas que podem gerar as variações permitidas pelo modelo e realizar os respectivos cálculos financeiros, são gerados os gráficos. Então formulado o modelo parte-se para simulação ou obtenção de gráficos diante deste espectro possível de variação de cada variável. Em um primeiro momento, a maioria das variáveis foram colocadas em um gráfico de forma sistemática e comparativa, obtidas pela mudança de cada variável do projeto, enquanto as outras são mantidas constantes. Deste modo a variável independente, percentual de variação entorno do caso base, permite uma unidade comum a todas as variáveis proporcionando a sua comparação.

Neste primeiro gráfico a seguir, também chamado de "Spider Plot" a análise de todas as variáveis foi estendida para uma faixa de variação maior que o esperado, ou seja para os limites de -90 a +100% apenas para ressaltar variações totais e

principalmente para obter as relações curvas (lineares e não lineares, crescentes ou decrescentes) em função do

Valor Presente, facilitando e comprovando o comportamento do modelo.

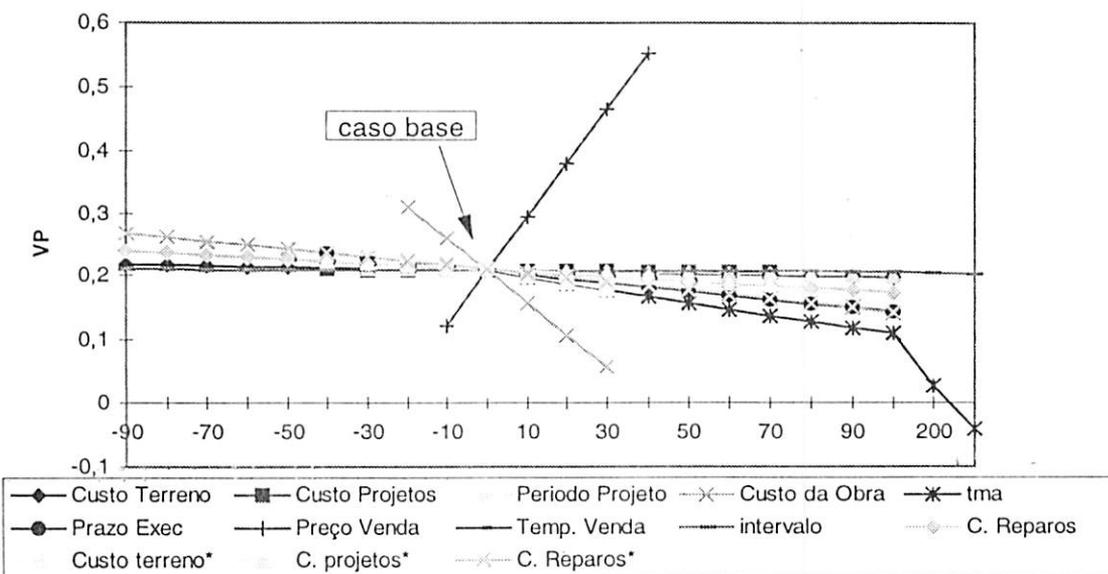
Análise de Sensibilidade



Um novo gráfico com as limitações individuais de cada variável é gerado onde obtém-se uma escala de VP mais realística para o caso, note-se que as variáveis com limites acima de 100% foram apenas colocadas ao

lado sem escala para não condensar os pontos mais significativos do gráfico.

Gráfico de sensibilidade Relativa Parcial com todas variáveis;



Dos gráficos anteriores, é fácil notar que o Preço de Venda e o Custo da Obra são as principais variáveis apresentando a maior sensibilidade relativa e também as que causam o maior impacto total no retorno do projeto ou no Valor Presente. Convém ressaltar que a tma para valores de +300% causaria prejuízo para o projeto. Pode-se afirmar também que para um limite acima de +30% para o custo da obra, estaria-se em uma situação bem próxima de não obter nenhum retorno além da tma de 0,5%.

Na tabela a seguir, as variáveis foram classificadas em ordem decrescente do impacto total no Valor Presente (VP) resultantes dos seus limites individuais inicialmente previstos.

Classificação	item	Impacto Total (VP)	Observações
1º	Preço Venda	(0,429)	
2º	Custo da Obra	0,253	
3º	C. Reparos *	0,124	
4º	tma	0,098	limites de -20%/+300%
4º	Prazo Exec	0,092	
5º	Custo Reparos	0,064	
6º	C. Terreno *	0,064	
7º	C. Projeto *	0,038	
8º	Temp. Venda	0,033	
9º	Custo Terreno	0,021	
10º	Período Projeto	0,012	
11º	intervalo p/ início	0,010	limites de -90%/+400%
12º	Custo Projetos	0,005	

A classificação de acordo com a unidade de impacto no VP, ou as curvas com maior inclinação para variáveis como tempo e taxas, as inclinações são variáveis ao longo da curva, no entanto nos gráficos anteriores esta variação é pouco significativa e resultou nas seguintes variáveis principais de acordo com a tangente ou inclinação de cada curva;

- 1º - Preço de Venda
- 2º - Custo da Obra
- 3º - tma
- 4º - C. do terreno *, C. Reparos*
- 5º - Prazo de Execução

Estas duas classificações expostas servem para um novo estudo conjunto das variáveis do modelo onde é possível colocar os gráficos nas suas

unidades naturais, ou seja meses, %taxa, \$, e também os percentuais de mudança entorno do caso base.

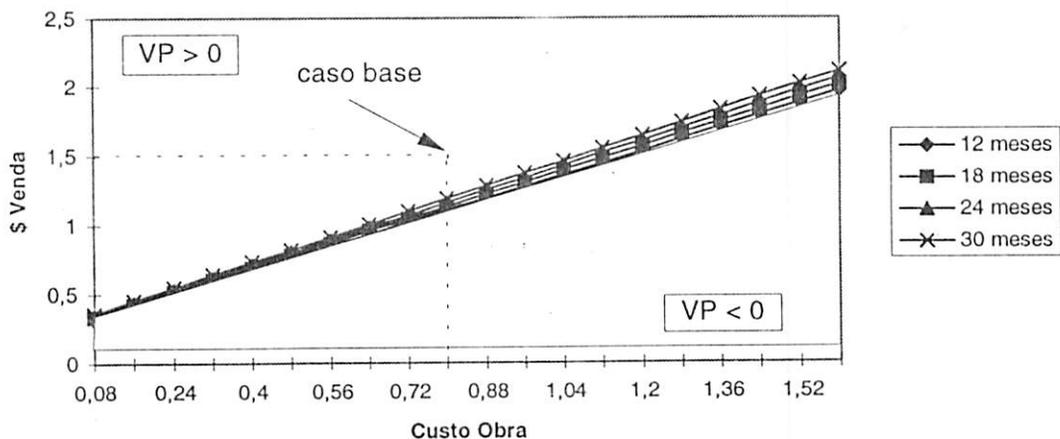
A análise gráfica de sensibilidade pode apenas, estudar duas variáveis simultaneamente, ou seja em duas dimensões, porém ainda de maneira sistemática pode-se estudar todas as variáveis. Contudo para este tipo de gráficos obtemos curvas, as quais representam o equilíbrio entre as duas opções, ou a linha de indiferença econômica (Break-even).

A análise de sensibilidade pode considerar apenas umas poucas variáveis ou pode considerar sistematicamente todas as variáveis de um problema. Pode apresentar uma variável em um período, ou variáveis múltiplas, ou cenários de possíveis conjuntos de mudanças.

Desta forma foram gerados os seguintes gráficos;

Simulações para;

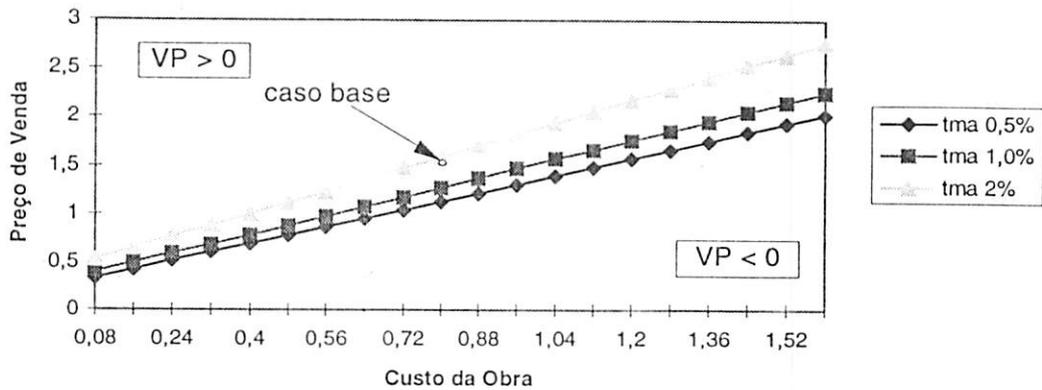
Preço de Venda x Custo Obra VP(praz.exec)=0



As simulações demonstram pouca sensibilidade quanto aos prazos de execução, sendo que para cada unidade ou melhor 6 unidades de incremento ao Prazo de Execução muito pouco repercute no preço de venda. Porém os custos em

relação a venda mostram relação dada pela inclinação das retas que pode ser considerada acentuada representando uma sensibilidade alta, o fator de sensibilidade pode ser obtido pela tangente de cada reta.

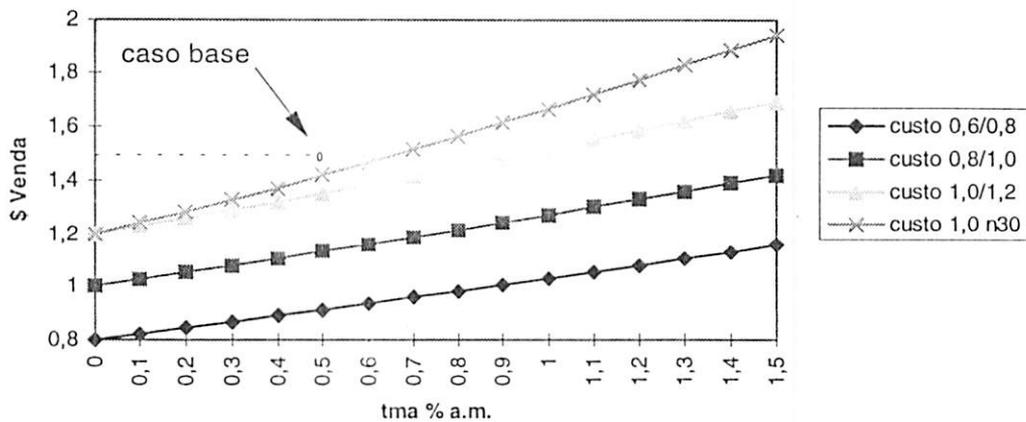
\$ Venda x Custos - $VP(tma)=0$



A medida que a tma aumenta a inclinação das linhas de equilíbrio também aumentam, o que aponta para uma maior sensibilidade para taxas mais elevadas. É conveniente lembrar que a inclinação ou a tangente varia ao longo da curva pois para a variação de taxas esperamos curvas e não retas, embora neste exemplo a tangente de cada reta possa parecer sempre constante.

O gráfico abaixo é uma variação do gráfico anterior, para enfatizar a relação não linear das curvas de equilíbrio o prazo de execução foi aumentado para 30 meses em uma das curvas. Neste gráfico também é possível visualizar com mais clareza o comportamento da tma ou taxa de juros simplesmente, em relação aos preços de venda e custos de construção.

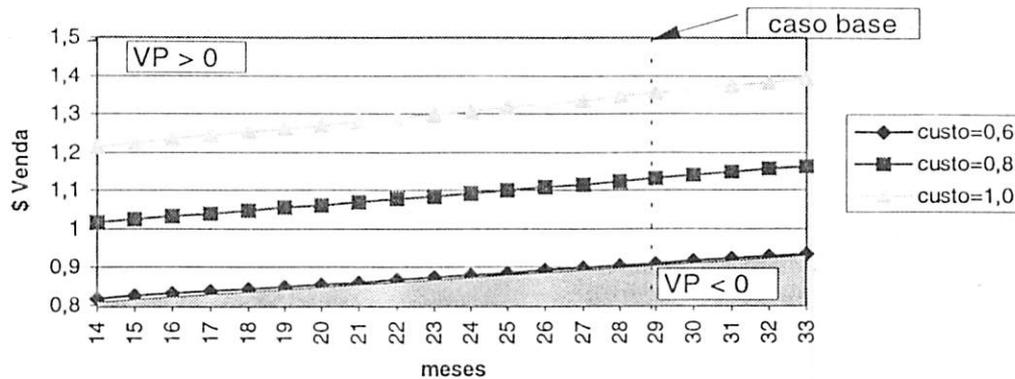
Preço de Venda x tma - $VP(custos)=0$



Embora o modelo tenha sido montado sob uma ótica pessimista de vendas, com um espectro de variações (+/- 50%) em 6 meses após a conclusão da obra, foi então incorporada ou calculada simplesmente, a possibilidade da venda esperada ocorrer partir do 14º

mês, mesmo apesar desta variável ter apresentado-se pouco sensível no modelo proposto. O décimo quarto mês corresponde a uma venda esperada na metade do prazo de execução da obra para o caso base ($4+1+18/2=14$), o que é uma hipótese bastante otimista. Desta forma obteve-se o gráfico abaixo;

Preço de Venda X Prazo Venda - VP=0 f (custo)



Assim pode-se concluir que para uma mesma rentabilidade (traçando-se as linhas isoquânticas de mesmo VP), pode se dar apenas um pequeno desconto sobre o preço vendas devido a uma antecipação da compra e note-se que é muito mais significativa ou sensível a redução nos custos do que no prazo esperado para vendas. Pois uma redução de duas unidades de custo (0,8 para 0,6) ou o equivalente a 25% representa uma redução no preço de venda de 20% mantendo-se a rentabilidade esperada. Já uma redução de 2 unidades no prazo de vendas ou 20% sobre o prazo esperado em muito pouco pode-se reduzir o preço de venda.

A idéia deste ultimo gráfico é questionar que mesmo apesar de todos os gráficos anteriores demonstrarem pouca sensibilidade, a estratégia de lançamentos e vendas antecipadas, tem principalmente o interesse de captar recursos e que estes estão relacionados com o custo da obra de forma indireta, pois interrupções em obra geram custos de mobilização e desmobilização afetando portanto o custo da obra, além do que evitar empréstimos para capital de giro em situações emergenciais. Pode-se acrescentar também a redução do risco envolvido no empreendimento pela antecipação dos recursos, vendas parceladas ou melhor comprometidas por contratos de venda que podem incluir pesadas multas ou seguros para inãdimplências.

5. CONCLUSÕES

A análise de sensibilidade contribui para um sistema de informações gerenciais, sendo uma ferramenta que possibilita a tomada de decisão da melhor alternativa bem como o controle das variáveis mais sensíveis que o decisor pode influenciar e também o risco envolvido para os cenários de variações esperados.

O trabalho ressalta a atenção para os dois fatores fundamentais; domínio sobre os custos de obra e conhecimento do mercado. Colocando a importância do gerenciamento de empreendimentos em primeiro plano.

Vale colocar a importância de fatores qualitativos não incorporados ao modelo, tais como localização, confiança, segurança e tudo mais que leve a satisfação dos cliente ou mercado a quem o produto está direcionado. Que são fatores que sem dúvida são formadores de preço de venda e velocidade de comercialização que como demonstrado apresenta-se como a variável mais sensível e de maior impacto na rentabilidade do empreendimento. Para uma empresa que coloca um produto relativamente padronizado com sua marca e destinado diferentes mercados pode-se obter dados históricos para projeções de vendas resultando em uma modelagem com simulações de maior valor para o analista.

O modelo, incorpora a estratégia mais pessimista de vendas, conforme exposto, a ausência de financiamentos tem modificado este comportamento, com a antecipação das vendas parceladas em lançamentos com a dilatação dos prazos de pagamento de poupanças, caberia então que sejam pesquisadas e confrontadas as sensibilidades destas outras alternativas de vendas. O modelo simulado é portanto mais adequado a pequenos empreendedores onde ausência de nome no mercado poderia dificultar as vendas num lançamento ou seja o comprador só estaria disposto a pagar pelo produto pronto.

Pelas facilidades proporcionadas pelos avanços de softwares é possível incorporar mais variáveis e mesmo fluxos mais complexos e detalhados. confrontando os modelos, mas isto pode não ser tão significativo como o ataque as variáveis principais do problema como custos e preço de venda. Pois ocorre que variáveis como intervalo de tempo entre início obra e finalização dos projetos não tem influência no investimento e portanto não vale apenas refinar estes tipos de informações. O conhecimento das distribuições das variáveis pode agregar valor ao modelo e em uma análise mais acurada pode-se ainda atribuir as probabilidades de ocorrências destes desvios em torno do valor esperado ou média.

A formulação do modelo e a interpretação dos gráficos gerados, são em conjunto os fatores mais significativos da análise de sensibilidade envolvendo maior atenção e tempo de estudo.

6. BIBLIOGRAFIA

1. LIMA, João da Rocha Lima Jr. **Avaliação do Risco nas Análises Econômicas de Empreendimentos Habitacionais**, Boletim Técnico, Escola Politécnica da USP - fevereiro de 1991.
2. _____. **Recursos para Empreendimentos Imobiliários no Brasil; Debêntures e Fundos**, Boletim Técnico, Escola Politécnica da USP, setembro 1990.
3. HEINECK, Luis F. M. **Curvas de agregação de recursos no planejamento e controle da edificação: aplicação a obras e programas de construção**; caderno técnico do CPGEC-UFRGS, CE-31 - Novembro de 1989, 49 páginas.
4. _____. **Orçamentos na Construção Civil - Afinal o que ainda não se Sabe?**, 10º ENEGEP, vol 2, p.692-697.
5. BALARINE, Oscar F. O. **Análise de Séries de Tempo na Interpretação do Comportamento de Preços dos Insumos da Construção Residencial**. 13º ENEGEP, vol2, p. 709-715
6. PICCHI, Flavio Augusto. **Sistemas da Qualidade Uso em Empresas de Construção de Edifícios**. Tese de Doutorado, São Paulo, 1993
7. SALDANHA, B. **Evolução de Preços de venda e custos da construção - taxa interna de retorno para incorporações imobiliárias**, 9º ENEGEP, vol 2 p. 65-75
8. _____. **Um modelo para determinação da taxa interna de retorno para empreendimentos com contrato de empreitada**, 9º ENEGEP, vol 2p. 83-89
9. _____. **Cálculo das despesas financeiras em ambiente inflacionário em empreendimentos de construção**, 9º ENEGEP, vol 2p. 83-89;
10. ESCHENBACH, Ted G. & MSKEAGUE, Lisa S. **Exposition on Using Graphs for Sensitivity Analysis**, The Engineering Economist, Vol.34, Nº 4 (Summer 1989), pp. 313-333.