

## **Influência dos Gastos em Manutenção sobre a Margem de Contribuição Unitária: um Estudo da Adoção de uma Ferramenta de Apoio a Tomada de Decisões em Jogos de Empresas.**

*Nelson Correa da Silva Junior*  
(Graduado em Administração/UFF) e-mail:

### **RESUMO**

*Este estudo analisou a relação entre os gastos em manutenção e a redução dos custos variáveis unitários de produção nos resultados da tomada de decisão em jogos de empresas com o objetivo de criar uma ferramenta de apoio à tomada de decisão quanto aos gastos em manutenção apresentando um modelo preditivo. A fundamentação teórica utilizou temas referentes à manutenção, jogos de empresa e fundamentos contábeis e econômicos dos custos. O método de pesquisa utilizado no estudo se caracteriza como estudo de caso, sendo uma pesquisa aplicada e exploratória, a partir da aprendizagem vivencial em laboratório de gestão, onde os dados foram coletados nos relatórios das rodadas. Estes dados foram analisados quanto a sua influência na margem de contribuição unitária dos produtos. A técnica de predição adotada foi à regressão linear múltipla criando um modelo matemático de apoio à tomada de decisão. A ferramenta de predição criada auxilia na tomada de decisão, sendo que a variação dos gastos em manutenção indica uma margem de contribuição condizente com o jogo e atende ao proposto no problema de pesquisa.*

**Palavras Chaves:** Manutenção, Custos de Manutenção, Jogos de Empresas.

### **1. INTRODUÇÃO**

Gastos em manutenção fazem parte da decisão estratégica de uma organização, segundo Nascif e Kardec (1999, p.11), é comum encontrar indicadores de manutenção que medem apenas a sua eficiência, mas em empresas modernas, o que precisa ser medido são: a disponibilidade que é a capacidade de um item estar em condições de executar certa função em um dado instante ou durante um intervalo de tempo determinado (ABNT, 2004, p. 02); a confiabilidade que é a capacidade de um item desempenhar uma função requerida sob condições especificadas, durante um dado intervalo de tempo (ABNT, 2004, p.02), o custo e a qualidade do atendimento junto à produção e atuar para a obtenção do necessário para que a fábrica atenda o seu mercado de forma cada vez mais competitiva.

Neste contexto, o presente estudo buscou estabelecer a influência dos gastos em manutenção nas decisões do jogo de empresas simuladas, em sua estabilização dos custos fixos e conseqüente aumento na margem de contribuição unitária. Segundo SEBRAE (2004, p.5) margem de contribuição é o mesmo que ganho bruto sobre as vendas, indicando ao gestor quanto sobra para pagar os custos fixos de produção e gerar lucros para a empresa.

A determinação da política de manutenção de uma empresa deve ser avaliada no nível empresarial com relação ao seu custo benefício. Em jogos de empresa, o ambiente organizacional simulado tenta de maneira possível estabelecer relações aproximadas das reais entre as decisões e seus resultados quanto ao desempenho, o custo de manutenção tem uma importante participação, pois de acordo com o seu gasto, tem-se a diminuição dos custos

variáveis unitários, que são: custo da mão de obra direta e matéria prima por unidade (SAUAIA, 2008, p.44).

A função estratégica de redução nos gastos em manutenção deve ser encarada como investimentos no processo de produção e não como gastos adicionais (MARCORIN e LIMA, 2003, p.7), pois o produto desejado pela operação da manutenção é a maior disponibilidade confiável ao menor custo (NASCIF; KARDEC, 1999, p.15).

Nos jogos de empresas, as decisões são tomadas em um ambiente de incertezas quanto ao desempenho da equipe, a partir da rodada inicial onde todas as equipes têm os mesmo valores, elas tornam-se independentes e fazem suas próprias escolhas. Após o processamento da rodada, são disponibilizados apenas os dados completos da própria equipe. Os dados das outras equipes se limitam a preço, volume de vendas, lucro líquido, dividendos e *market-share*.

Sendo assim, devido a pouca experiência e diversas decisões a tomar, a criação de uma ferramenta para auxílio na tomada de decisão de quanto gastar na conta manutenção e, além disso, mensurar se este gasto é suficiente, auxiliando a tomada de decisões da equipe. De acordo com Mcgee e Prusak, 2001 apud Sauaia (2008, p.40) um processo informacional proativo conduz à melhor tomada de decisão, estratégica ou operacional. Com isso visa-se descobrir as forças que regem os negócios, reduzir os riscos e conduzir o tomador de decisão a agir antecipadamente e proteger o conhecimento gerado.

O dilema do estudo se concentra na busca pela capacidade de predição e redução da incerteza, pois quanto melhor for à previsão dos resultados de um conjunto de variáveis, melhores resultados podem ser obtidos. Neste sentido as questões levantadas no estudo são:

- Há alguma relação entre o jogo e o padrão nacional do documento nacional da manutenção da ABRAMAN?
- As economias dos custos de manutenção beneficiariam a empresa simulada no aumento da margem de contribuição?

O estudo buscou elaborar um modelo preditivo de auxílio a tomada de decisões por meio da análise temporal nas decisões das rodadas de uma empresa simulada, e assim criar uma ferramenta que possa ser utilizada nesta empresa para auxílio a tomada de decisões.

A partir da elaboração do modelo preditivo, indicar um quadro com as opções de gastos em manutenção a serem escolhidas de acordo com a necessidade da empresa, em relação com sua estratégia de produção.

Gastos em manutenção em jogos de empresas estão relacionados com o custo variável de produção (SAUAIA, 2008). Para aumento da margem de contribuição é necessário que os custos variáveis diminuam uma vez que a margem de contribuição é a diferença entre o preço de venda do produto e os gastos variáveis unitários. Uma vez que estabilizam os gastos variáveis, os gastos em manutenção tendem a diminuir o custo variável e consequente aumento da margem de contribuição.

- Levantar as variáveis: preço, manutenção, índice geral de preços e margem de contribuição nos relatórios do jogo a serem utilizadas na criação do modelo.
- Verificar a influência das variáveis sobre a margem de contribuição.
- Analise da consistência da relação entre o modelo e as variáveis de decisão do jogo.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1. Manutenção

O Histórico de evolução da manutenção industrial, desde os anos 30 pode ser dividido em 3 fases: primeira, segunda e terceira gerações.

Na primeira geração que abrange o período antes da 2ª guerra mundial, devido ao caráter de equipamentos simples, e pouco mecanizado, e a questão da produtividade não ser prioridade da empresa, a manutenção era fundamentalmente corretiva (NASCIF e KARDEC, 1999, p32).

Segundo ABNT (1994, p7), manutenção corretiva é aquela efetuada após a ocorrência de uma pane destinada a recolocar um item em condições de executar uma função requerida. Para Marçal (2008, p4) essa é a manutenção mais onerosa para a indústria devido a custos de parada de produção.

Na segunda geração, abrangendo da 2ª guerra mundial até os anos 60, com o aumento da demanda de todos os tipos de produto devido às pressões da guerra, houve forte mecanização, conseqüência da falta de mão-de-obra que diminuiu sensivelmente no período, a necessidade de maior disponibilidade e confiabilidade na busca de maior produtividade. A indústria dependendo do bom funcionamento dos equipamentos, resultando nos conceitos de manutenção preventiva (NASCIF e KARDEC, 1999, p35). De acordo com ABNT (1994, p7), manutenção preventiva é a efetuada em intervalos predeterminados, ou de acordo com critérios prescritos, destinada a reduzir a probabilidade de falha ou a degradação do funcionamento de um item. Moreira Filho (2002) diz que há uma tendência de sermos mais conservadores, antecipando as paradas, o que implica em paradas e troca de peças desnecessárias, pois este tipo de manutenção é baseado em hipóteses.

Na terceira geração a partir da década de 70, com a aceleração dos processos de mudança nas indústrias, a paralisação da produção diminui a capacidade de produção e aumenta os custos, afetando a qualidade dos produtos. O crescimento da automação e mecanização indica que confiabilidade e disponibilidade são peças chaves para diversos setores, nesta geração o conceito de manutenção preditiva predomina (NASCIF e KARDEC, 1999, p37). De acordo com ABNT (1994, p7), manutenção preditiva é aquela baseada na aplicação sistemática de técnicas de análise e utilização de meios de supervisão centralizados ou de amostragem, permitindo diminuir ao mínimo a manutenção corretiva e diminuir a manutenção preventiva, deste modo garantir a qualidade desejada de serviço. Para Moreira filho (2002) essa manutenção permite que os equipamentos operem por mais tempo e a intervenção ocorra com base em dados e não em hipóteses.

De acordo com Tavares (1999), para avaliar a gestão da manutenção com indicadores, utiliza-se o banco de dados e o sistema de informações da manutenção.

Kardec (1999), utilizando uma posição mais estratégica afirma que gerenciando os ativos proporciona-se uma melhor rentabilidade com maior eficiência, utilizando os indicadores de desempenho que possibilitem demonstrar o grau de maturidade da manutenção.

No Brasil, segundo a Abramam (2009), em seu Documento Nacional, que apresenta o padrão nacional da manutenção os gastos com manutenção representam em média, 4,12% do faturamento bruto das empresas e existe uma preocupação gerencial em reduzir o custo da manutenção.

**Tabela 1** Custo total da manutenção/faturamento bruto

Ano	Custo Total da Manutenção/ Faturamento Bruto
2009	4,14%
2007	3,89%
2005	4,10%
2003	4,27%
2001	4,47%
1999	3,56%
1997	4,39%
1995	4,26%

Fonte: Documento Nacional Abramam 2009

## 2.2. Fundamentos Econômicos do Retorno

### 2.2.1. Função da Produção

De acordo com Vasconcellos e Garcia (2006, p.59), a função da produção é a relação entre a quantidade física obtida do produto a partir da quantidade física utilizada dos fatores de produção e um determinado período de tempo.

$$q = f(N, K) \quad (1)$$

$q$  = quantidade produzida do bem;

$N$  = quantidade de matéria prima;

$K$  = quantidade utilizada de capital

$f$  indica que  $q$  depende da quantidade de insumos utilizados, em um dado período de tempo.

As variáveis ( $q$ ,  $N$ ,  $K$ ), são supostas expressas consideradas em um dado período de tempo, e que o nível tecnológico é dado. (VASCONCELOS E GARCIA, 2006, p.60).

A função da produção por definição admite que o empresário sempre utilize a maneira mais eficiente de combinar os fatores, obtendo a maior quantidade produzida do produto.

A decisão de quanto produzir está relacionada à capacidade produtiva máxima da empresa, no caso de produção sem restrições, e relacionado ao ponto de equilíbrio no caso de recursos limitados como capacidade de produção e restrições

### 2.2.2. Custos de Produção

Custos segundo Martins (2003), refere-se ao valor dos bens e serviços consumidos na produção de outros bens e serviços.

De acordo com Vasconcellos e Garcia (2006), por definição, custos totais de produção são despesas realizadas pela firma com a combinação mais econômica dos fatores onde é obtida determinada quantidade do produto. Os custos totais de produção ( $CT$ ) são divididos em custos variáveis totais ( $CVT$ ), e custos fixos totais ( $CFT$ ).

$$CT = CVT + CFT \quad (2)$$

Custos variáveis totais é a parcela do custo total que varia dependendo do volume de produção, representam despesas realizadas com fatores variáveis de produção, são chamados de custos diretos, na contabilidade (VASCONCELOS E GARCIA, 2006). Martins (2003) classifica com custos variáveis o valor global dos custos com materiais diretos por mês dependente diretamente do volume de produção. Horngren, Datar e Foster (2004), classificam como custos variáveis o que muda no total em proporção às mudanças no nível relativo de atividade ou volume total.

Custos fixos totais são parcelas do custo total que independem do volume de produção, representam despesas realizadas com fatores fixos de produção, são chamados de custos indiretos, na contabilidade (VASCONCELOS E GARCIA, 2006). Os custos que independente da produção no mês não variam, são considerados fixos de acordo com Martins (2003). Horngren, Datar e Foster (2004), classificam o custo fixo como o que permanece inalterado no total, por um determinado período de tempo apesar de mudanças amplas no nível relativo de atividade ou volume total.

### 2.2.3. Margem de Contribuição

Margem de contribuição segundo Martins (2001, p195) é a diferença entre a receita de vendas e o custo variável de cada produto, é o valor que cada unidade efetivamente traz de sobra à empresa entre a receita e o custo. Segundo SEBRAE (2004), a margem de contribuição também serve para identificar o volume mínimo para se obter lucro (ponto de equilíbrio) que é volume mínimo de vendas para cobrir despesa fixas que também é o volume mínimo de vendas para gerar lucros.

### 2.2.4. Ponto de Equilíbrio

De acordo com Santos (2000, p.166), a análise ponto de equilíbrio é uma ferramenta indispensável para o processo de decisão gerencial. Perez, Oliveira, Costa, (1999, p.191) refere-se ao nível de vendas, onde não há lucros ou prejuízos, é a tradução do inglês *Break Even Point*. Wernk (2001, p.49), afirma que no ponto de equilíbrio a empresa opera pagando os seus custos e despesas, sem gerar lucros. Para Atkinson et al. (2000, p.192) representa o nível de produção onde os custos dos recursos comprometidos são cobertos por lucros ganhos da produção e venda de bens e serviços.

Para Leone (2000, p.427) a análise dos conceitos do ponto de equilíbrio tem por objetivo auxiliar funções de planejamento e tomada de decisões gerenciais de curto prazo e sua importância está na identificação do nível mínimo de atividade que a empresa deve operar.

## 2.3. Jogos de Empresas como Ambiente de Educação Gerencial de Pesquisa

Jogos de empresa surgiram na década de 50 como um método de ensino-aprendizagem (ROSAS e SAUAIA, 2006). Os participantes assumem funções de diretores de áreas da administração, com o intuito de praticar e vivenciar conceitos de gestão empresarial em ambiente simulado. Este recurso é uma forma de aprendizado onde o aluno aprende fazendo (RAMOS, 2001). Para Larréché (1987 apud Oliveira 2009, p. 81) há duas décadas simulações representam uma das mais sofisticadas e promissoras formas de se usar a tecnologia nas áreas de educação e pesquisa gerenciais e ainda com o desenvolvimento dos computadores e das telecomunicações, elas constituem a forma de educação mais orientada para a ação. Com o

avanço da informática, as simulações favoreceram maneiras de educação ativas e centradas muito mais no participante do que no docente.

Nos jogos de empresas são sentidos impactos sistêmicos decorrentes das decisões dos dirigentes da empresa fictícia, e o que é mais importante, em uma perspectiva de laboratório, torna-se possível analisar a sensibilidade dos resultados. Os jogos são vivências poderosas para superar as barreiras da fragmentação que ocorre na academia, dificultando o aprendizado (KEYS; WOLFE, 1990 apud OLIVEIRA, 2009).

Ampliando a utilidade dos jogos de empresas, Sauaia (1995) vislumbrou a possibilidade de implementar as grandes mudanças no comportamento gerencial e nos resultados das organizações, a partir da criação dos Laboratórios de Gestão de extensa duração. Para o autor, já ocorre na área das ciências exatas, onde problemas e soluções podem ser ensaiados, com a participação de um número crescente de educandos.

Diante dos argumentos apresentados, Oliveira (2009) sugere que antes o uso dos jogos de empresas tratados como laboratórios estavam orientados para a educação e quando utilizados como ambiente de pesquisa, estas eram realizadas por docentes.

Sauaia (2008) estabelece que os jogos de empresas baseiam-se num modelo de simulação onde as características de uma determinada empresa e do ambiente que a envolve são retratadas de forma aproximada às situações reais para que decisões sejam praticadas. Ele propõe a terminologia do Laboratório de Gestão, cujo tripé conceitual ilustrado no quadro 2.

**Quadro 1** Componentes do laboratório de gestão e aprendizagem associada.

Componentes	Aprendizagem Associada
<b>Simulador organizacional</b>	Conhecimento das regras econômicas do simulador.
<b>Jogo de empresas</b>	Formular, implementar e controlar a estratégia da empresa simulada. Praticar as ferramentas de gestão nas áreas funcionais. Desenvolver habilidades na tomada de decisão sob incerteza.
<b>Pesquisa aplicada</b>	Formulação de um problema e elaboração de relatório de pesquisa coerente. Análise crítica e discussão dos resultados no jogo de empresas a luz das teorias adotadas.

Fonte: Adaptado de Laboratório de Gestão, SAUAIA, (2008)

Segundo Sauaia (2008), em um Laboratório de Gestão os participantes poderão testar os seus limites tomando decisões empresariais e conhecendo em seguida os resultados produzidos por elas. A aprendizagem ocorrerá na prática de duas formas: por meio da gestão empresarial no jogo de empresas e praticando os modelos propostos na teoria por meio da pesquisa aplicada, desenvolvida individualmente pelos diversos membros dos diversos grupos concorrentes no jogo de empresas.

## 2.4. Regressão Linear Múltipla.

É procedimento analítico de dados baseado no critério dos mínimos quadrados que determina relações lineares entre uma variável aleatória dependente  $Y$  e uma ou mais variáveis independentes  $X_1, X_2, \dots, X_n$  (Spiegel, 1969)

A equação da regressão linear múltipla tem a forma seguinte:

$$Y_c = a + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_kX_k, \quad (3)$$

Onde:

a = intercepto do eixo y;  
 $b_i$  = coeficiente angular da  $i$ -ésima variável;  
k = número de variáveis independentes.

Para a validação do modelo, alguns pressupostos devem ser atendidos de acordo com Levine (2000).

- Multicolinearidade;
- Distribuição normal;
- Homocedasticidade e independência do erro;
- Anova (teste F);
- Teste de significância (valor p).

### 3. MÉTODO DE PESQUISA

#### 3.1. Tipo de Pesquisa

O tipo de pesquisa utilizada neste trabalho foi à aplicada e exploratória. A aplicada segundo Vergara (2000, p.47) é a que tem fundamentalmente a necessidade de resolver problemas concretos e tem finalidade prática, no jogo de empresas foi criar uma ferramenta de apoio à tomada de decisões prática. A exploratória ainda segundo Vergara (2000, p47), é a que se faz sobre uma área com pouco conhecimento acumulado, e os gastos em manutenção no jogo de empresas ainda não é conhecida sua influência nas decisões, como forma de estratégia competitiva.

#### 3.2. Procedimento Técnico

O procedimento utilizado foi o estudo de caso, que segundo Vergara (2000, p48) tem caráter de profundidade e detalhamento, foram utilizados os formulários de tomada de decisão das rodadas e os relatórios gerenciais dos resultados das rodadas de uma empresa participante da técnica de aprendizagem vivencial conhecida como jogo de empresas e levantados os dados necessários para a análise do problema de pesquisa.

Quanto à abordagem do problema o estudo se caracteriza como quantitativa que segundo Silva e Menezes (2001) é a que considera que tudo pode ser quantificável e adotando a técnica conhecida como regressão linear múltipla, que é uma ferramenta estatística onde se tem duas funções, previsão que é prever o valor da variável dependente (Y) a partir de uma ou mais variáveis ( $X_n$ ) ou estimar o quanto ( $X_n$ ) influencia ou modifica (Y). (SPIEGEL,1969).

Foram utilizados os dados de uma empresa simulada da matéria Projetos de Pesquisa 1 e 2 da Universidade Federal Fluminense no 2º semestre de 2008 e 1º semestre de 2009. Com esses dados tabulados, foi utilizada a ferramenta de análise de dados do *excel* 2000, com o pacote *PhStat* 3, feita a regressão múltipla para saber a relação entre as variáveis independentes e a variável dependente, e criação do modelo de predição da margem de contribuição, variando-se os gastos em manutenção. Após o modelo foi testado com os dados do trimestre 0 (*default* do jogo) e trimestre 10 (escolhido aleatoriamente), variando-se o valor de gastos em manutenção para validar a ferramenta de auxílio à tomada de decisões.

### 3.3. Descrição da Pesquisa

O simulador organizacional utilizado na pesquisa tem suas regras definidas e a cada rodada nos jogos de empresas que compreende um trimestre, são tomadas decisões pelos participantes (*inputs*). Estas decisões são entregues via formulário de preenchimento pelas equipes então é dada entrada no portal *simulab* para simulação e processamento dos resultados (*outputs*). As informações utilizadas no modelo estão no anexo 1.

Na tabela 1, estão as variáveis utilizadas na regressão.

**Tabela 2** Variáveis do Simulador Organizacional adotadas na Pesquisa

	Decisões t0
Preço	R\$ 6,40
Manutenção	R\$ 75.000,00
IGP	100
Margem de contribuição	R\$ 3,39

**Fonte:** Adaptado de Sauaia (2008)

As variáveis na tabela 1 foram às utilizadas na regressão, para a determinação do modelo de previsão, utilizou-se como variável dependente à margem de contribuição, e como variáveis Independentes: Preço, Manutenção, e Índice Geral de Preços (IGP).

A escolha destes ocorreu devido às regras do jogo (SAUAIA, 2008), onde a margem de contribuição é formada pela diferença entre o preço de venda e os custos variáveis de produção. Manutenção, que é o objetivo deste trabalho e segundo o manual do jogo os investimentos feitos nesta conta estabilizam o custo variável. O IGP foi utilizado, pois sua variação afeta negativamente os investimentos em manutenção.

Pesquisa e desenvolvimento e Volume de Produção foram descartados do modelo por não contribuírem significativamente com o modelo criado.

## 4. ANÁLISE DESCRITIVA DOS DADOS

Para a realização da regressão múltipla, de acordo com Levine (2000) é necessário verificar a multicolinearidade entre as variáveis independentes.

**Tabela 3** Correlação entre as variáveis independentes.

	Preço	Manutenção	IGP
Preço	1		
Manutenção	-0,35942	1	
IGP	-0,40958	-0,12958	1

Os coeficientes de correlação entre as variáveis independentes não podem ser maior que 0,95, na tabela 2 verifica-se que esta condição é satisfeita (LEVINE, 2000). Sendo assim as variáveis não apresentam multicolinearidade.

Outra condição para a realização do modelo, é que as variáveis tenham uma distribuição aproximadamente normal. (SPIEGEL, 1969).

Esta condição é satisfeita, de acordo com os gráficos da probabilidade normal das variáveis independentes (LEVINE, 2000).

Para testar a ocorrência de homocedasticidade dos resíduos e a independência dos erros, foram plotados os resíduos, não sendo encontrado problemas significativos de homocedasticidade e independência do erro.

**Tabela 4** Estatística de Regressão

R múltiplo	0,988411756
R-Quadrado	0,976957799
R-quadrado ajustado	0,970673562
Erro padrão	0,074494944
Observações	15

A tabela 4 apresenta o coeficiente de correlação onde o  $R^2$  indica que a variação das variáveis independentes do modelo explica 97% das variações da variável dependente, sendo o modelo considerado representativo. Apenas 3% da variação na margem de contribuição acontecem por outros fatores não explicados pelo modelo.

**Tabela 5 ANOVA**

	<b>gl</b>	<b>SQ</b>	<b>MQ</b>	<b>F</b>	<b>F de significação</b>
Regressão	3	2,588201687	0,862733896	155,461649	2,75533E-09
Resíduo	11	0,061044463	0,005549497		
Total	14	2,649246149			

A análise da variância (ANOVA) testa a adequação global do modelo. Foi estabelecida como hipótese nula (H<sub>0</sub>) que os valores dos Betas são iguais a zero.

$$H_0: \beta_j = 0$$

$$H_1: \beta_j \neq 0 \text{ e } j = 1, 2, 3, \dots, n$$

Sendo o F tabelado igual a 3,587431, e o F calculado de acordo com a tabela 4 igual a 155,46. Com 95% de confiança, rejeita-se a hipótese nula e o efeito global de pelo menos algumas variáveis presentes na matriz X explica a variabilidade de Y.

**Tabela 6 Coeficientes de Regressão**

	<b>Coeficientes</b>	<b>Erro padrão</b>	<b>Stat t</b>	<b>valor-P</b>	<b>95% inferiores</b>	<b>95% superiores</b>
Interseção	-1,176021434	1,011143457	-1,163060915	0,269414751	-3,401534303	1,049491435
Preço	1,284961614	0,108390872	11,85488774	1,31812E-07	1,046394794	1,523528435
Manutenção	3,5965E-06	1,09228E-06	3,292658958	0,007170803	1,19241E-06	6,00059E-06
IGP	-0,038450914	0,003899247	-9,861112295	8,50039E-07	-0,047033103	-0,02986872

Com o teste F conclui-se que algumas variáveis são significativas, mas não diz qual. Desta forma, foi realizado o teste t ou valor-p que indicam quais são as variáveis explicativas do modelo que são significativas. A hipótese nula (H<sub>0</sub>) que os valores dos Betas são iguais a zero.

$$H_0: \beta_r = 0$$

$$H_1: \beta_r \neq 0 \text{ e } r = 0, \dots, p$$

Verifica se na coluna do valor-p, com confiança de 95%, rejeita-se H<sub>0</sub> para todas as variáveis, sendo assim a variação das variáveis explicam a variação da margem de contribuição. Ficando o modelo com a seguinte composição:

$$MC = - 1,176021434 + 1,284961614(p) + 3,5965E-06(M) - 0,038450914(IGP) \quad (4)$$

Onde:

MC = margem de contribuição

p = preço

M = gastos em manutenção

IGP = índice geral de preços

Realizaram-se duas simulações variando os gastos em manutenção e considerando as outras variáveis constantes de acordo com a rodada zero e a rodada 10 do jogo, sendo encontrado resultados para a margem de contribuição de acordo com as tabelas 5 e 6.

**Tabela 7** Simulação após regressão no trimestre 0.

Variáveis	Decisões t0.1	Decisões t0.2	Decisões t0.3	Decisões t0.4	Decisões t0.5
Preço	R\$ 6,40	R\$ 6,40	R\$ 6,40	R\$ 6,40	R\$ 6,40
Manutenção	R\$ 50.000,00	R\$ 100.000,00	R\$ 150.000,00	R\$ 200.000,00	R\$ 250.000,00
IGP	100	100	100	100	100
MC	R\$ 3,38	R\$ 3,56	R\$ 3,74	R\$ 3,92	R\$ 4,10

**Tabela 8** Simulação após regressão no trimestre 10.

Variáveis	Decisões t10.1	Decisões t10.2	Decisões t10.3	Decisões t10.4	Decisões t10.5
Preço	R\$ 6,33				
Manutenção	R\$ 50.000,00	R\$ 100.000,00	R\$ 150.000,00	R\$ 200.000,00	R\$ 250.000,00
IGP	109,5	109,5	109,5	109,5	109,5
MC	R\$ 2,93	R\$ 3,11	R\$ 3,29	R\$ 3,47	R\$ 3,65

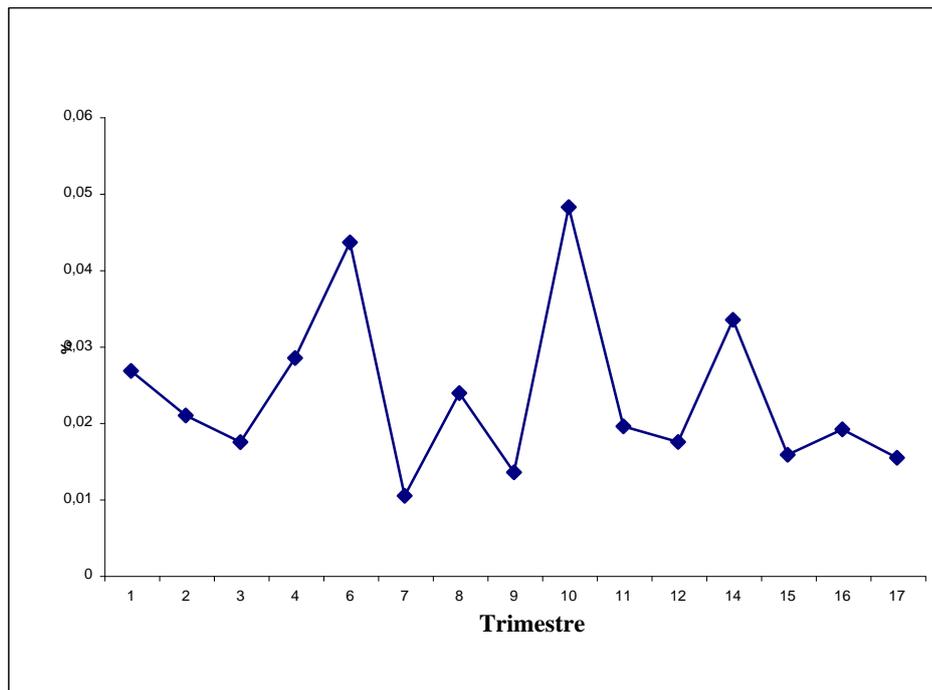
Verificou-se que com o aumento dos gastos em manutenção, tem-se um aumento gradativo da margem de contribuição.

A regressão linear múltipla aponta para um aumento da margem de contribuição com relação direta com gastos em manutenção, os valores apurados na tabela 5 e 6 demonstram valores condizentes com os do jogo.

Sendo assim, a empresa poderia se beneficiar desta ferramenta de apoio à tomada de decisão e decidir o quanto gastar com manutenção de acordo com sua estratégia de redução de custos.

**Tabela 9** Comparação Margem de Contribuição Real X Margem de Contribuição Prevista

Decisões/ Trimestre	Preço (\$)	Manutenção (\$)	IGP	MC unit (real) (\$)	MC unit (prevista) (\$)	Diferença (%)
0	6,40	5.000	100	3,39	3,47	2,36
1	6,29	80.000	100,2	3,32	3,34	0,60
2	6,29	81.600	100,7	3,35	3,33	-0,60
3	6,49	81.600	101,2	3,58	3,57	-0,28
4	6,49	112.590	102	3,60	3,65	1,39
6	6,69	50.000	104,8	3,60	3,57	-0,83
7	6,99	50.000	106,8	3,83	3,88	1,31
8	6,53	50.000	108,4	3,27	3,23	-1,22
9	6,33	20.000	109	3,32	3,20	-3,61
10	6,33	60.000	109,5	3,06	2,96	-3,27
11	6,19	60.000	110,1	2,83	2,76	-2,47
13	6,19	80.000	112,2	2,66	2,75	3,38
14	6,19	80.000	113,9	2,60	2,69	3,46
15	6,19	80.000	116,1	2,58	2,60	0,78
16	6,19	70.000	117,8	2,49	2,50	0,40



**Figura 1** Gastos em Manutenção X Faturamento Bruto Na Empresa Simulada

O índice médio de gastos em manutenção sobre o faturamento bruto da equipe ficou em 2,35% de acordo com os valores da figura 1. A empresa simulada apresentou índice médio de gastos em manutenção pelo faturamento bruto abaixo da média nacional, A média nacional da ABRAMAN foi apresentada na tabela 1 sendo de 4,12% do faturamento bruto gasto com manutenção enquanto na empresa simuladas (2,35%). Em dois trimestres, os gastos em manutenção estiveram dentro da média nacional, e nos demais ficou abaixo. Sendo que segundo Nascif e Kardec (1999), há uma preocupação gerencial em diminuir os gastos em manutenção em relação ao faturamento bruto.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa conseguiu de maneira exploratória discutir o problema levantado quanto a capacidade dos métodos quantitativos de predição em proporcionar melhorias nas decisões gerenciais e como o ambiente de um jogo de empresas pode auxiliar para o desenvolvimento de estudos aplicados para analisar teorias e modelos pois a utilização desta ferramenta se mostra útil para o jogo de empresas.

Os resultados das simulações (tabelas 7 e 8) demonstram que há uma aproximação entre os custos de manutenção em uma empresa real e a do jogo de empresa, com isso a afirmação de Kardec (1999) de que gerenciando os ativos proporciona-se uma melhor rentabilidade com maior eficiência pode ser experimentado no jogo.

Foi possível também verificar que as economias dos custos de manutenção, mesmo que discretas no modelo, beneficiam a empresa simulada se utilizada com uma análise combinada a outras, neste sentido haverá a tendência de aumento da margem de contribuição (tabelas 7 e 8). Corroborando com esta informação, Marcorim e Lima (2003) citam que o gasto em manutenção deve ser encarado como investimentos e não como despesas, e o estudo demonstraram que é possível com o auxílio da ferramenta de predição ser capaz de utilizar a manutenção como função estratégia no jogo de empresas.

O modelo de predição criado teve uma capacidade de 97% para explicar as relações e demonstrou ser capaz de fazer uma previsão aproximada da margem de contribuição com a variação dos gastos em manutenção, de acordo com as tabelas 7 e 8, sendo assim para que a margem de contribuição aumente, os custos variáveis de produção têm que diminuir.

Deste modo com uma margem de contribuição maior, consegue-se alcançar o ponto de equilíbrio com um volume menor de produção. Assim de acordo com os fundamentos econômicos do retorno (Vasconcellos e Garcia, 2006), o volume de produção, determinado pela função de produção, os custos de produção decompostos em fixos e variáveis interagem com a margem de contribuição que de acordo com a interação do preço de venda e os custos variáveis, desloca o ponto de equilíbrio sendo que este deslocamento altera a quantidade a ser produzida para cobrir os custos fixos. De acordo com Santos (2002) ponto de equilíbrio é a ferramenta indispensável para o processo de decisões gerenciais.

Sendo assim o jogo de empresa aproxima-se da realidade como afirma Sauaia (2008), pois se utilizam as teorias econômicas e contábeis em laboratório de gestão tornando o processo de aprendizado mais dinâmico.

O jogo de empresa contribui a partir da experiência em laboratório tornado-se ambiente de pesquisa, a partir de um problema contextualizado de uma empresa real, e transposto para um ambiente de jogo, criou-se uma ferramenta em laboratório capaz de prestar auxílio à tomada de decisões com fundamento teórico.

Este trabalho de pesquisa foi motivado a partir da experiência no jogo de empresa como diretor de produção e a dificuldade em decidir sobre o quanto gastar na conta manutenção. Com os dados dos relatórios gerenciais das rodadas trimestrais, foi realizado um tratamento com ferramentas estatísticas de análise de dados. Após análise desses dados e criação da ferramenta de apoio a tomada de decisões foi feito um teste de previsão em duas rodadas escolhidas aleatoriamente, e os resultados foram satisfatórios. (tabela 7 e 8).

Após foi realizado outro teste comparando o valor real escolhido durante o jogo e o valor previsto pela ferramenta, e os resultados foram também satisfatórios. (tabela 9).

Os objetivos foram alcançados à medida que as variáveis nos relatórios do jogo serviram para a criação do modelo de previsão. Foi possível verificar a influência das variáveis sobre a margem de contribuição e também analisar da consistência da relação entre o modelo desenvolvido com as variáveis de decisão do jogo.

No caso da empresa simulada estudada, apesar de ter ficado abaixo do índice médio de gastos em manutenção pelo faturamento bruto nacional, em dois trimestres esteve dentro da média. Esta empresa simulada não utilizou a política de manutenção estratégica, chegando a não investir em manutenção em dois trimestres (anexo 1), logo não teve qualquer vantagem sobre as outras por não utilizar conceitos de manutenção como forma de vantagem competitiva.

O modelo de predição como ferramenta de apoio à tomada de decisões criada atendeu a expectativa para uso no jogo de empresas, validado pelo seu índice de correlação que é de aproximadamente 97%, a partir dos dados históricos utilizados.

A empresa poderia ter usado este modelo de predição como função estratégia para aumentar os lucros, uma vez que estabilizando ou baixando os custos variáveis, ela alcançaria o ponto de equilíbrio com a venda de um volume menor de produtos e poderia ter um lucro maior com esta diferença em volume de vendas.

O trabalho se propôs a criar uma ferramenta de apoio à tomada de decisões de gastos em manutenção e não um sistema totalmente artificial, uma vez que o caráter lúdico do jogo é fazer com que os participantes interajam com as regras, e as condições impostas para melhorar o aprendizado. Uma ferramenta que substituiu o processo de decisão na integra

seria contra a filosofia da técnica de aprendizagem que é testar o conhecimento, aprimorar as habilidades e incentivar as atitudes de cada participante.

Algumas limitações no estudo foram identificadas como a pequena base de dados, pois foram utilizados dados de apenas uma equipe durante dois semestres da disciplina, visto que essa ferramenta seria para apoio das próprias decisões tomadas pelo diretor de produção da equipe. Deve-se informar que foram retiradas da análise de regressão as rodadas 5 e 12, onde o investimento em manutenção foi zero.

Outra limitação foi a que o modelo de apoio à tomada de decisões criado a partir da regressão múltipla das decisões não foi validado durante o jogo com a empresa, na empresa estudada, o que limita apenas a uma análise teórica e não aplicada.

A revisão teórica poderia ser mais apropriada e estudos correlatos poderiam ser levantados e analisados, entretanto a fundamentação sobre manutenção teve como intenção mostrar os tipos de gastos e os tipos de manutenção que ocorrem em uma indústria real. No jogo de empresas utilizado existe apenas a conta manutenção o que restringe o detalhamento e as inferências quanto os seus benefícios. O modelo apresentado neste estudo serve apenas para apoio preliminar no desenvolvimento de um estudo mais consistente, assim valores de margem de contribuição muito altos devem ser vistos com cautela, pois podem não condizer com a realidade do jogo de empresas.

Para avanços e melhorias na pesquisa identificaram-se algumas recomendações para novos estudos, dentre elas sugere-se:

- A criação de um modelo ampliado para mais empresas, ou seja, utilizar os dados de toda a indústria para criar um modelo de predição para ser utilizado em qualquer empresa simulada.
- A criação de modelos para predição de outros gastos no jogo, como exemplo pesquisa e desenvolvimento.
- A validação do modelo utilizando a base de dados de outra empresa com uso desta ferramenta de predição.

## 6. REFERÊNCIAS

- ABNT – *“NBR5462/1994 - Confiabilidade e Manutenabilidade.”* Associação Brasileira de Normas Técnicas
- ABRAMAM – *“DOCUMENTO NACIONAL : A Situação da Manutenção do Brasil”* . Rio de Janeiro, Associação Brasileira de Manutenção , 2009
- ALENCAR, E. – *“Metodologia Científica e Elaboração de Monografia 2004.”* Lavras: UFLA/ FAEPE.
- ATKINSON, A. A, BANKER, R D., KAPLAN, .S., YONG, S. - *“Contabilidade gerencial.”* São Paulo: Atlas, 2000.
- HORNGREN, C.T., DATAR, S. M., FOSTER G. – *“Contabilidade de Custos, Uma Abordagem Gerencial”*. 2004 11ª edição. Editora Pearson – Prentice Hall. São Paulo.
- KARDEC, A. & NASCIF, J. (1999) - *“Manutenção Função Estratégica.”* 1ª Edição Editora Qualitymark.. Rio de Janeiro.
- LEONE, G. S. G. - *“Custos: planejamento, implantação e controle.”* São Paulo: Atlas, 2000.
- LEVINE, M.D.; BERENSON, M.L; STEPHAN, D. – *“Estatística: teoria e aplicações.”* Rio de Janeiro: LTC, 2000
- MARCORIN, W. R. & LIMA, C.R.C. - *“Análise dos Custos de Manutenção e de não-manutenção de Equipamentos Produtivos.”* Revista De Ciência & Tecnologia Jul.dez 2003.

- MARÇAL, R. F. M. - *“Gestão da Manutenção. Ponta Grossa: Programa de Especialização em Gestão Industrial com ênfase em Produção e Manutenção.”* (ESPGESTIND-PM). (2008)
- MARTINS, E. - *“Contabilidade de Custos”*. 2003 9ª edição Editora Atlas. São Paulo.
- MOREIRA FILHO, U. - *“Planejamento, Programação e Controle da Manutenção.”* Apostila utilizada no Curso de Engenharia Mecânica, Centro Universitário Positivo – Unicenp. Curitiba, 2002a
- NETER, J., WASSERMAN, W. y M. H. KUTNER, - *“Applied Linear Statistical Models.”* 3ª edn., M.A: Irwin, 1990.
- PEREZ JUNIOR, J. H., OLIVEIRA, L. M., COSTA, R. G. - *“Gestão estratégica de custos.”* São Paulo: Atlas, 1999.
- RAMOS, C. - *“Simulações e Jogos para Formação e Treinamento de Administradores.”* Brasília: Escola Nacional de Administração Pública, 1991.
- ROSAS, A.R. & SAUAIA, A.C.A. - *“Variáveis Microeconômicas Em Simuladores Para Jogos De Empresas: Um Estudo Comparativo”* - Revista de Gestão USP, São Paulo, v. 13, n. 3, p. 23-39, julho/ setembro 2006.
- SANTOS, J. J. *“Análise de custos.”* São Paulo: Atlas, 2000.
- SAUAIA, A. C. A. *“Laboratório de gestão.”* Edição: 2008. Editora: Manole
- SILVA, E. L. MENEZES, E. M. *“Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação.”* 3ª ed. rev. atual. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2001
- SEBRAE-RJ *“Saiba Mais – Margem de Contribuição.”* 2004 2ª edição [www.sebraerj.com.br/docs/margem\\_contribuicao.pdf](http://www.sebraerj.com.br/docs/margem_contribuicao.pdf) acesso em 17/05/2011.
- SPIEGEL, M.R. - *“Estatística: Resumo da Teoria.”*, 2ª edição, Ao Livro Técnico S.ª Rio de Janeiro, 1969
- TAVARES, L. A. - *“Excelência na Manutenção: Estratégias, Otimização e gerenciamento.”* 2. ed. Casa da Qualidade. Salvador, BH. 1999.
- VASCONCELOS, M. A.; GARCIA, M. E. - *Fundamentos De Economia.* 2ª edição, São Paulo, Editora Saraiva 2006.
- VERGARA, S. C. - *“Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração.”* 2000 3ª edição Editora Atlas. São Paulo.
- WERNKE, R. - *“Gestão de custos: uma abordagem prática.”* São Paulo: Atlas, 2001.