

Investimentos em P&D (Pesquisa & Desenvolvimento) e Potenciais Reflexos nos Custos de Produção

Andreia Maria Berto (Universidade Federal de Santa Catarina) andreiaberto@ig.com.br
Claudelino Martins Dias Junior (Universidade Federal de Santa Catarina) claudelino@gmail.com

Resumo:

No mundo globalizado delimitado por alta competitividade, qualidade dos produtos e concorrência acirrada, o êxito das empresas está vinculado à capacidade de inovação, colocando novos produtos no mercado, com melhor relação custo-benefício ao cliente, qualidade e velocidade superiores aos concorrentes. Entende-se que, neste contexto, os custos de produção não podem ser esquecidos e devem estar diretamente ligados à qualidade e produtividade. Neste estudo duas amostras de variáveis vinculadas a um ambiente de simulação foram utilizadas, uma com 132 (centro e trinta e dois) caracteres realizada com alunos de graduação e outra com 84 caracteres com alunos de pós-graduação *stricto sensu* (mestrado e doutorado), ambos cursos de Administração. Os dados foram analisados por meio de técnicas de regressão linear simples e múltipla, com objetivo de verificar as hipóteses propostas de que as variáveis manutenção e pesquisa e desenvolvimento interferem diretamente na redução dos custos com mão de obra, e conseqüentemente, nos custos de produção. Os resultados demonstraram não haver relação significativa entre os investimentos em pesquisa e desenvolvimento e os custos com mão de obra/produção. Por outro lado, foi encontrada relação positiva e estatisticamente significativa entre os custos com manutenção e a redução dos custos de pessoal.

Palavras chave: P&D, Manutenção e Custos de Produção

Investments in R&D (Research & Development) and Potential impact in the Cost of the Production

Abstract

In the globalized world bounded by high competitiveness, product quality and fierce competition, the success of companies is linked to innovation, putting new products with better cost-effective relation for the customer, quality and faster than competitors. It is understood that production costs cannot be forgotten and should be directly linked to the quality and productivity. In this study two samples of variables linked to a simulation environment were used, one with 132 characters conducted with undergraduate students and one with 84 characters *sensu stricto* postgraduate students, both courses Business Management. Data were analyzed using techniques of simple and multiple linear regression, in order to verify the hypotheses proposed that the variables maintenance and research and development directly interfere in reducing labor costs, and consequently in production costs. The results showed no significant relationship between investments in research and development and costs people / production. Moreover, it found positive and statistically significant costs in connection with maintenance and reduction of costs of people/production.

Key-words: P&D, Maintenance and Cost of the Production

1. Introdução

Na economia global a sobrevivência das empresas depende da habilidade que demonstram em inovar e apresentar melhoria contínua, através da gestão eficaz de seus recursos, usando ferramentas que as direcionam a um caminho de qualidade e produtividade, como diferencial competitivo.

No entanto, percebe-se ainda, uma busca incessante das empresas pelo lucro embasadas em uma análise simplista de redução de custos e aumento de produção, desvinculando-as do caminho para sua sobrevivência no mercado. Obter qualidade e produtividade dos produtos, processos e serviços passa por diferentes pontos, como políticas de gestão da qualidade, alicerçamento em sistema de produção, investimento em pesquisa e desenvolvimento (P&D), manutenção da produção, marketing e outros fatores estratégicos.

Neste contexto, os investimentos em manutenção e P&D se mostram essenciais na garantia tanto da qualidade quanto da produtividade empresarial. Desta forma, colocam-se as hipóteses da pesquisa deste estudo:

- a) H1: Quanto maior o investimento em P&D, menor o custo de produção com mão de obra;
- b) H2: Quanto maior o investimento em manutenção, menor o custo de produção com mão de obra.

Entende-se que, as duas variáveis estão diretamente relacionadas aos custos de produção e que, sua relação é estreita com os custos relacionados à mão de obra, costumeiramente uma parcela significativa dentro do valor total e onde os custos intangíveis são os mais representativos.

Este artigo está estruturado em seções, sendo que na próxima se desenvolve o problema e objetivos da pesquisa focados nos custos de produção e suas relações com as variáveis dependentes. Na seção seguinte se discutem os construtos custos de produção, manutenção, P&D e a relação entre estes. As seções que seguem o referencial teórico apresentam os procedimentos metodológicos e os resultados do estudo. A última parte do artigo contém as conclusões e propostas para estudos futuros.

2. Problema de pesquisa e objetivo

Os custos de produção são um fator crucial a todas as empresas, sendo um ponto de estudo constante por todos os interessados no assunto – empresas, governos, fornecedores, órgãos públicos, universidades – que sempre buscam por melhores resultados. Neste caminho, o objetivo deste estudo é demonstrar a relação de investimentos em pesquisa e desenvolvimento e manutenção com os custos de produção, particularmente, os custos com mão de obra direta, partindo-se do uso de um simulador empresarial.

Para respaldar este estudo, tem-se como pressupostos: o investimento em pesquisa e desenvolvimento pode proporcionar resultados que são gerados no processo de trabalho (produção); e, as manutenções em equipamentos, maquinários e instalações proporcionam condições eficazes para a busca dos melhores resultados da operação e proporcionam a continuidade das atividades em igual ou superior patamar de produção.

Acredita-se que estes fatores proporcionem menores custos da produção e melhor desempenho operacional, a partir de processos mais acertados, funcionários com melhor conhecimento de suas atividades, bem como, a não necessidade de paradas na produção por problemas ocasionados por falhas em equipamentos, maquinário e consequentes erros de encaminhamento.

Neste sentido, espera-se responder a seguinte pergunta de pesquisa: existe relação entre os investimentos em P&D e Manutenção na racionalização dos Custos de Produção na atividade de manufatura de produto de base tecnológica?

3. Revisão bibliográfica

3.1. Custos de Produção

No final do século XIX surgiu um tipo novo de empresas para aquela época, caracterizado pela disponibilidade de capital financeiro, baseado em inovações tecnológicas e de produção. No século XX estas empresas se consolidaram e continuaram acelerando seu crescimento, atingindo maior visibilidade com os sistemas de transporte e a modernização dos meios de comunicação. Esperando exercer controle sobre os insumos, bem como, sobre a distribuição em nível de varejo, as empresas adotaram a estratégia de verticalização, movendo-se para trás e para frente dentro da cadeia. E, este movimento possibilitou a intensificação da exploração da economia de escala e escopo de produção, acumulando ainda mais recursos para as corporações (CHANDLER, 1992).

As empresas convivendo com a realidade do século XXI, de acordo com Brito e Pereira (2003), vivenciam atualmente a globalização da economia mundial, que encaminha a um constante aumento na competitividade organizacional. Isto coloca em contraste ideias e concepções que aumentam a produtividade, garantindo a qualidade e redução dos custos às empresas. Neste sentido, a utilização de sistemas de gestão eficientes que possam potencializar a utilização dos recursos nos processos produtivos é condição *sine quan non* à atuação empresarial.

Assim, entende-se necessário um planejamento prévio dos investimentos em bens de capital, sua tipificação e caracterização, em termos de utilização efetiva (em horas máquina) e sua alocação em projetos de pesquisa, os quais devem apresentar as estimativas de retorno econômico esperado (BORNIA, 2002). Para Martins (2006) deverá contemplar, ainda, a previsão de horas homem a serem utilizadas, segmentadas e categorizadas por tipo de profissional a ser alocado em cada um dos projetos e avaliação de horas a serem consumidas no processo de pesquisa ou de manutenção.

Agindo desta forma, é possível gerar novos conhecimentos e recriar a empresa e todos seus colaboradores em um processo contínuo. Como uma responsabilidade de todos na organização. Pois, como aponta Drucker (1992), a empresa precisa estar disposta a abandonar o conhecimento que a torne obsoleta e aprender a criar o novo através da melhoria contínua de todas as atividades; desenvolvimento de novas aplicações a partir de seus próprios sucessos; e inovação contínua como um processo organizado. Como foco, tem-se duas variáveis que se relacionam com estes pressupostos, em especial, no referencial teórico existente, premissa de base deste estudo.

3.2. Pesquisa e Desenvolvimento

No atual quadro econômico em que as empresas se instalam, delimitado por alta competitividade, qualidade dos produtos e concorrência pesada, o êxito empresarial está cada dia mais atrelado à capacidade de inovação tecnológica, colocando novos produtos no mercado, com custo-benefício maior para o cliente, melhor qualidade e em velocidade maior do que dos concorrentes. Neste cenário, observa-se que P&D, a mais clássica das atividades inovativas, assume papel de destaque, influenciando diretamente o processo de inovação das empresas e dominando o estado da arte das novas tecnologias (ANDREASSI; SBRAGIA, 2002).

Assim, fazer ou não fazer P&D deixou de ser uma opção para a totalidade das empresas, pois, a cultura de inovar já estava institucionalizada e sem chance de reversão do processo. Cabe às empresas inovar da forma certa, em produtos certos, em momentos oportunos e a custo reduzido, ou seja, uma questão de organização (CHRISTENSEN, 2002).

Como consequência deste contexto, verifica-se aporte representativo de investimento em P&D na medida em que possibilita dar aporte a transformação do conhecimento incorporado pela empresa na sua linha de produtos para satisfazer as necessidades dos clientes atuais ou geram novas necessidades (MORT, 2001), criando assim, novos mercados. Para Langlois (2003), a área de P&D, uma das fontes mais avultadas de geração do conhecimento, representa o repositório do recurso competitivo de valor agregado mais relevante e oferece a condição ímpar de diferenciação.

Esta ampliação da função de P&D dentro do ambiente da empresa reafirma sua importância para a inovação, não apenas de produtos, mas, de processos operacionais e gestão. Esta relevância se reflete, também, em empresas pelos acréscimos significativos de recursos e pela autonomia na sua alocação (GOEL, 1999). Na antiga questão do fazer ou comprar que passou a incorporar ao processo de decisão novas formas de administração, com destaque para as alternativas de realização das atividades técnicas de P&D internamente, externamente ou combinando as duas opções.

O impacto destas alternativas se reflete diretamente na gestão de custos, notadamente na possibilidade de flexibilização e vinculação do montante total de custos fixos à receita gerada.

Os custos fixos são constituídos essencialmente por salários mensais, definidos com base no vínculo trabalhista, das equipes de técnicos e de pesquisadores, quando da adoção do modelo de realização interna das atividades de P&D. Ao optar pela externalização das atividades de pesquisa a empresa poderá se beneficiar, da redução de valores de despesas financeiras em virtude da não obrigatoriedade de acompanhar a evolução tecnológica, em termos de bens de capital destinados à pesquisa, deixando de imobilizar seu capital para esta finalidade (MORRISON, 2002), porém, poderá representar um risco ao negócio, quando da disponibilização do conhecimento que a empresa necessitará dispor a terceiros (WILLIAMSON, 1996).

O que é reforçado por diversas correntes do pensamento econômico que apontam o investimento em P&D, como crucial para o desenvolvimento industrial, uma vez que proporciona maior eficiência no processo produtivo e maior competitividade para as empresas (JACOB et al, 2013). Campos e Valadares (1999) ressaltam que a inovação tecnológica é a grande ferramenta para o crescimento econômico, para os ganhos de eficiência e de competitividade. Calmanovici (2011) e Queiroz (2011) afirmam que empresas inovadoras que trabalham com investimentos constantes em P&D e que mantém ferramentas de prospecção e avaliação de novas oportunidades conseguem ganhos mais eficazes com a inovação, são mais competitivas e contribuem para a economia, fortalecendo o esforço nacional no campo da ciência e tecnologia.

Complementarmente, Hulten (2000) reafirma a importância do investimento em P&D, apontando que a análise do crescimento econômico é dada pela divisão em duas partes, a formação de capital e a tecnologia. Indo de encontro com o que os teóricos da nova teoria do crescimento e para um ramo da economia neoclássica, que o aumento da produtividade é dado por investimentos em capital humano, conhecimento e capital fixo.

Por outro lado, comenta que o mecanismo por meio do qual a inovação atua não é de fácil compreensão, pois, há heterogeneidade entre as empresas, além de dificuldade em garantir o retorno financeiro do processo de inovação.

Chaney et al (1991), defendendo a importância da inovação para as empresas, lembram que muitas análises empíricas têm demonstrado a relação entre indicadores relacionados à inovação, tais como gastos com P&D, e o desempenho das empresas.

Hall (1987) em sua pesquisa com empresas americanas públicas do setor de manufatura relacionou os indicadores de gastos com P&D e investimentos de capital com a taxa de crescimento. Os resultados mostraram que as empresas que não possuem programas

de P&D cresceram, em média, 1 a 2% menos do que as empresas que possuem esses programas, bem como, identificou que o investimento em P&D é duas vezes mais eficiente do que o investimento de capital ao seu efeito na taxa de crescimento.

Mansfield (1962) demonstrou que empresas do setor de petróleo e de aço inovadoras apresentaram taxas de crescimento correspondentes a duas vezes as taxas de crescimento das empresas não inovadoras, sendo P&D a principal representante.

A relação positiva vislumbrada entre Manutenção e Custos de Produção encontra respaldo em estudos como em Nogueira, Guimarães e Silva (2012) que afirmam que ao tratar de qualidade e produtividade, a Manutenção exerce um papel vital, evitando paradas sem programação ou produção fora de padrão. A manutenção do ativo é essencial ao aumento da confiabilidade e disponibilidade dos equipamentos para a produção. Belmonte e Scandelari (2006), colaboram para reforçar os resultados obtidos, quando afirmam que o planejamento e utilização do bom senso podem otimizar manutenções futuras, reduzindo-as ao máximo e diminuindo os custos de produção.

Andreassi (1999) em estudo sobre vários setores da economia brasileira rejeitou a hipótese de existência de uma relação significativa entre despesas de P&D em período precedente e lucratividade em períodos subsequentes. A hipótese de relação entre a despesa em P&D em período precedente e o crescimento do faturamento em período posterior, com um intervalo de dois anos, pode ser aceita para alguns segmentos com restrições, pois, não obteve resultados significativos quando realizou a análise nos setores industriais contidos na amostra.

3.3. Manufatura e manutenção

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1994), manutenção é a “combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida”.

De acordo com Xavier (2005) a manutenção pode ser classificada em:

a) Manutenção corretiva: é a atuação para correção de falha ou do desempenho menor que o esperado. Pode ser dividida em: (1) Manutenção corretiva não planejada - é a correção da falha ou desempenho menor que o esperado após a ocorrência do fato; implica em altos custos, pois, causa perdas de produção e os danos aos equipamentos são maiores; (2) Manutenção corretiva planejada - é a correção que se faz em função de um acompanhamento preditivo, detectivo ou até mesmo pela decisão gerencial de se operar até ocorrer à falha, tende a ficar mais barato, mais seguro e mais rápido, pois segue um planejamento;

b) Manutenção preventiva: é a atuação realizada para reduzir falhas ou queda no desempenho, obedecendo a um planejamento baseado em períodos estabelecidos de tempo. Para um melhor resultado é necessário uma correta determinação dos intervalos de tempo, porém, as empresas têm tendência conservadora, com intervalos normalmente menores que o necessário, o que implicam paradas e troca de peças desnecessárias;

c) Manutenção preditiva: são atividades de acompanhamento das variáveis ou parâmetros que indicam o desempenho dos equipamentos, de modo sistemático, visando observar a necessidade ou não de intervenção. Quando a intervenção resulta do acompanhamento preditivo é denominada Condition Based Maintenance (CBM) ou manutenção baseada na condição. Essa manutenção permite que os equipamentos operem por mais tempo e a intervenção não ocorre por suposições;

d) Manutenção detectiva: é a atuação efetuada em sistemas de proteção ou comando, buscando detectarem falhas ocultas ou não perceptíveis ao pessoal de operação e manutenção.

Importante observar que, ações de manutenções corretivas, usualmente, não podem ser planejadas. As falhas devem ser reparadas quando ocorrem, embora alguns reparos possam ser protelados. Conforme a ABNT (1994), esse tipo de manutenção está relacionado à ocorrência de falhas aleatórias, que não podem ser detectadas ou planejadas.

Entre os diferentes modelos desenvolvidos para a gestão da manutenção, tem-se:

a) Manutenção produtiva total (TPM): envolve toda a organização na otimização do processo produtivo, desde a alta gerência até os operários que trabalham no chão de fábrica, em busca de melhoria contínua da capacidade produtiva, da motivação das pessoas, do funcionamento dos equipamentos e da qualidade (REIS; COSTA; ALMEIDA, 2013);

b) Manutenção centrada em confiabilidade (RCM): desenvolvida por Stanley Nowlan e Howard Heap, da United Airlines, em 1978, a partir da necessidade de aumento da confiabilidade das aeronaves civis americanas (SIQUEIRA, 2005). Busca avaliar as consequências das falhas visando elevar a disponibilidade associada à redução dos custos e dos tempos de reparo das máquinas e equipamentos;

c) Manutenção baseada no risco (RBM): objetiva otimizar as tarefas de manutenção, mantendo um elevado nível de disponibilidade dos equipamentos, por meio de um estudo de todos os possíveis modos de falha, o que determina uma estimativa realista do nível de risco associado a cada modo de falha e o desenho de uma estratégia de manutenção que mitigue a ocorrência dos modos de falha de alto risco (KHAN; HADDARA, 2004).

O mais relevante de acordo com Otani e Machado (2008) é perceber que, entre todos os tipos de manutenção nenhuma modalidade substitui outra, porém associadas uma da outra, trarão resultados positivos em termos de performances gerais nas gestões das empresas.

Mirshawka (1991) corrobora com esta ideia, e aponta como maiores benefícios a previsão de falhas com antecedência suficiente para que os equipamentos sejam desativados em segurança, reduzindo os riscos de acidentes e interrupções do sistema produtivo; redução de prazos e custos de manutenção pelo conhecimento antecipado das falhas a serem reparadas; melhoria nas condições de operação dos equipamentos devido a menor desgaste, maior rendimento e produtividade.

Assim, ao se tratar de qualidade e produtividade, a manutenção exerce um papel vital, evitando que o equipamento pare sem programação ou produza fora de padrão. A manutenção do ativo é essencial no estabelecimento de uma estrutura, que proporcione o aumento da confiabilidade e disponibilidade dos equipamentos para a produção (NOGUEIRA; GUIMARÃES e SILVA, 2012).

Porém, há uma discussão recorrente, a decisão de realizar, ou não, atividades de manutenção, mesmo quando sabido de sua importância. Neste sentido a questão principal a discutir é a forma como os custos são analisados. Somente quando os custos de um programa de manutenção, demonstrando que o dinheiro aplicado em manutenção é um investimento, que proporciona redução não somente nos custos de reparo de máquinas, mas também nos de parada de máquinas.

Segundo Mirshawa e Olmedo (1993), os custos gerados pela função manutenção são apenas a ponta de um *iceberg*, onde a ponta visível corresponde aos custos com mão de obra, ferramentas e instrumentos, material aplicado nos reparos, custo com subcontratação e instalação ocupada pela equipe de manutenção. Sob a parte visível do *iceberg*, estão os maiores custos, invisíveis, da indisponibilidade do equipamento/maquinário.

A relação entre custo de manutenção, custo da indisponibilidade e produtividade foi estudada por Chiu e Huang (1996), apontando que para uma relação custo-benefício mais adequada, a manutenção deve ser realizada de forma preventiva, em vez de situações de descontrole do processo produtivo pela falta de manutenção.

Outro estudo realizado por Murty e Naikan (1995) demonstrou que, a partir do ponto ótimo em investimento com manutenção preventiva, mais investimentos trazem poucos benefícios para a redução dos custos da falha e acabam elevando o custo total. Neste caso, a busca por falha zero, ou seja, 100% de disponibilidade requer gastos cada vez maiores com manutenção, o que leva à redução do lucro da operação. Encontrar o ponto ótimo de disponibilidade, em que o custo da manutenção proporciona um nível de disponibilidade capaz de gerar máximo lucro à operação, é o grande desafio na gestão da manutenção. A manutenção deve garantir a produtividade e o lucro dos negócios da empresa com o menor custo possível.

Belmonte e Scandelari (2006) lembram que, o simples planejamento e utilização do bom senso podem otimizar manutenções futuras, reduzindo-as ao máximo e diminuindo os gastos com tais operações. Muitas das manutenções corretivas não planejadas ocorrem devido ao fato da não preocupação dos funcionários quanto ao controle de equipamentos, sendo que a operação advinda da rotatividade de funcionários nos diferentes postos de trabalho e variados horários são as características principais para tal manutenção.

Assim, a manutenção deve estar atrelada aos objetivos da empresa e ser conduzida de forma a proporcionar à empresa um grau de funcionalidade com um custo minimizado. A busca pela qualidade do processo e do produto passa pela qualidade da manutenção, sem a qual o montante investido em sistemas de gestão da qualidade pode ser inteiramente perdido. Apenas uma manutenção adequada pode garantir que o processo não perderá sua capacidade por desvios provocados por problemas no equipamento (SOURIS, 1992).

Neste contexto, observa-se que a gestão da manutenção tem sido objeto de alguns estudos como, pode-se citar, a pesquisa realizada por Jonsson (1997) que buscou analisar o status da gestão da manutenção em empresas de manufatura da Suécia, onde observou que um terço das firmas considera de pouca importância o setor de manutenção, e que isso é um grande obstáculo para proporcionar aprendizagem e trabalhar por melhorias contínuas. Outro estudo relevante foi a pesquisa sobre o status da gestão da manutenção em empresas de manufatura do Reino Unido realizado por Cholasuke, Bhardwa e Antony (2004), que demonstra o papel crítico que a manutenção assume como suporte das atividades de manufatura e que um aceitável nível de desempenho das indústrias é inalcançável sem o efetivo suporte da gestão da manutenção.

Murty e Naikan (1995), por sua vez, demonstraram matematicamente que, há retornos positivos na relação custo benefício entre custos de manutenção e diminuição de custos de produção voltados a mão de obra, porém alertam que, a partir do ponto ótimo em investimento com manutenção preventiva, mais investimentos trazem poucos benefícios para a redução dos custos da falha e acabam elevando o custo total. A busca por falha zero requer gastos cada vez maiores com manutenção, o que leva à redução do lucro da operação. Encontrar o ponto ótimo de disponibilidade, em que o custo da manutenção proporciona um nível de disponibilidade capaz de garantir a produtividade e o lucro dos negócios da empresa com o menor custo possível é a grande sacada das empresas.

Outro exemplo são os dados da Associação Brasileira de Manutenção (2007) que mostram que é incipiente e escassa a utilização de técnicas mais adequadas à gestão da manutenção e também, de procedimentos que possibilitem melhoras na produção, pois, 41% das empresas no Brasil não desenvolvem qualquer atividade voltada à manutenção.

4. Metodologia

Esta pesquisa em sua abordagem do problema se caracteriza por ser quantitativa também denominada de pesquisa de levantamento (CRESWELL, 2007) e tem por característica principal a descrição quantitativa ou numérica de tendências, atitudes ou

opiniões de uma população. Assim, o objetivo deste estudo busca observar resultados específicos em um cenário determinado.

Quanto aos objetivos, é caracterizada como uma pesquisa exploratória. De acordo com Malhotra (2006), a pesquisa exploratória tem como objetivo explorar ou realizar uma busca em um problema ou em uma situação para prover critérios e maior compreensão. Ainda, para Lakatos e Marconi (1996) a pesquisa exploratória apresenta como finalidade: (a) desenvolver hipóteses; (b) aumentar a familiaridade do pesquisador com um ambiente, fato ou fenômeno para a realização de uma pesquisa futura mais precisa; (c) modificar e clarificar conceitos. Ou seja, este tipo de pesquisa busca a interrelação com o problema de pesquisa, tendo como foco, estimar a proporção de elementos que tenham determinadas características dentro de uma população específica, com observação de relação entre variáveis.

Para tanto, visando identificar o quanto o investimento em pesquisa e desenvolvimento e em manutenção afeta nos custos de produção, em especial, nos custos de mão de obra, algumas etapas foram delimitadas:

- a) Utilizado um simulador organizacional que tem por base um instrumento didático formado por regras econômicas a serem praticada para exercitar teorias, conceitos e técnicas, que proporciona a tomada de decisão seguida do exame dos resultados obtidos, partindo de condições iniciais das variantes do simulador e das relações de causa e efeito em teste (SAUAIA, 2013);
- b) A simulação refere-se à prática pedagógica em Administração em turmas de graduação nos dois semestres de 2013 e em turma de pós-graduação *stricto sensu* (com alunos do mestrado e doutorado) no primeiro semestre de 2015, ambas da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), sendo as disciplinas ministradas pelo mesmo professor;
- c) Os resultados foram obtidos considerando oito trimestres para cada simulação (e turma) na graduação. Com oito grupos participantes das simulações nas duas turmas, sendo obtidos ao todo – 132 (cento e trinta e dois) caracteres para análise em cada variável;
- d) Os resultados da turma de pós-graduação foram considerados para doze trimestres para cada simulação com sete grupos participantes, resultando 84 (oitenta e quatro) caracteres para análise;
- e) Os dados foram relacionados utilizando a ferramenta estatística de regressão linear simples, seguida de regressão linear múltipla para indicar se os pressupostos iniciais se comprovam na amostra escolhida;
- f) As análises de regressão foram realizadas, cada uma delas relacionando as variáveis independentes de custo de mão de obra aos investimentos de P&D e manutenção;
- g) Os dados foram apresentados e analisados em comparação aos levantamentos bibliográficos que oferecem base para a pesquisa e indica suas relações.

5. Análise dos resultados

Adiante se apresentam os resultados das regressões, tendo como variáveis dependentes as medidas de desempenho P&D e manutenção. Para cada uma dessas variáveis, foram testados modelos de regressões em isolado. A Tabela 1 apresenta um resumo das regressões lineares simples para as turmas de graduação e a Tabela 2 demonstra o resultado da turma de pós-graduação. Os resultados mostram que sozinhos os custos com mão de obra não possuíram poder de explicação nem significância estatísticas para a variável dependente P&D, mas foram capazes de explicar um significativo percentual da variabilidade com o investimento em manutenção (57,87% - turmas de graduação; 29,91% turmas de pós-

graduação). Esta última regressão também foi estatisticamente significativa ($p < 0,001$), em ambos os casos, como pode ser visto em Tabela 1 e Tabela 2.

| Variável dependente | R2 | R2 Ajustado | p-valor |
|---------------------|--------|-------------|---------|
| Manutenção | 0,5787 | 0,5753 | 0,0000 |
| P&D | 0,0759 | 0,0686 | 0,0016 |

Tabela 1 – Significância das regressões – turmas graduação 2013
Fonte: Elaborada pelos autores.

| Variável dependente | R2 | R2 Ajustado | p-valor |
|---------------------|--------|-------------|---------|
| Manutenção | 0,2991 | 0,2905 | 0,0000 |
| P&D | 0,0623 | 0,0508 | 0,0022 |

Tabela 2 – Significância das regressões – turmas pós-graduação 2015
Fonte: Elaborada pelos autores.

Observa-se que há diferença nos percentuais referentes às turmas de graduação e pós-graduação, isto se deve ao fato de cada regressão representar significância para aquela vivência, porém, o mais relevante é perceber que nos dois casos a Manutenção e a P&D apresentaram resultados com dados que levam a observar que, analisadas isoladamente a Manutenção tem relação direta com os custos de mão de obra, ao passo que P&D não obteve esta conjugação, nem apresentou uma regressão com aceite estatístico.

Utilizando a regressão múltipla com as duas variáveis dependentes, observa-se que os parâmetros obtidos para a correlação com investimentos em mão de obra como variável independente está representada na Tabela 3 e 4, em acordo com as turmas aplicadas. Somente a variável manutenção apresentou significância estatística para o modelo ($p < 0,001$). Os dados relativos à variável P&D não podem ser considerados, pois, não há significância estatística.

| Variável dependente | Coefficiente | p-valor |
|---------------------|--------------|---------|
| (constante) | 151,5002 | 0,0000 |
| Manutenção | -12,7874 | 0,0000 |
| P&D | -2,5566 | 0,0118 |

Tabela 3 – Coeficientes da regressão do custo de mão de obra – turmas graduação 2013
Fonte: Elaborada pelos autores

| Variável dependente | Coefficiente | p-valor |
|---------------------|--------------|---------|
| (constante) | 86,3937 | 0,0000 |
| Manutenção | -5,2911 | 0,0000 |
| P&D | -0,6810 | 0,4978 |

Tabela 4 – Coeficientes da regressão do custo de mão de obra – turmas pós-graduação 2015
Fonte: Elaborada pelos autores

A variável manutenção apresentou coeficientes negativos, indicando uma relação direta entre a variável e a diminuição nos custos de mão de obra. Para o caso das turmas de graduação, pode-se afirmar que, a manutenção apresentou um coeficiente de -12,78, indicando uma variação positiva nos gastos com mão de obra de 1 ponto percentual associado a uma diminuição de 12,78 pontos percentuais na necessidade de investimento em mão de obra da empresa entre o período antecedente e o período subsequente à ocorrência desses gastos, tudo o mais mantido constante. O coeficiente de -5,29 para manutenção no caso das

turmas de pós-graduação indica que, para cada ponto percentual dos custos em manutenção da empresa, a taxa de investimento em mão de obra é reduzida 5,29 pontos percentuais.

Estes resultados demonstram que a hipótese “H1- Quanto maior o investimento em P&D, menor o custo de produção com mão de obra”, não foi explicada no estudo. Enquanto que, a hipótese “H2 - Quanto maior o investimento em manutenção, menor o custo de produção com mão de obra”, foi comprovado estatisticamente.

6. Conclusões

Ressalta-se que os esforços em P&D e Manutenção são fundamentais para as empresas se tornem mais competitivas, independente se as rubricas estão ou não ligados a custos de produção, pois, o retorno pode vir vinculado em outras contas, como aumento de vendas, consolidação no mercado, aumento do faturamento e do patrimônio da empresa, e em especial, no que está alicerçado à qualidade e produtividade – indispensáveis ao contexto econômico global atual.

A realização deste estudo demonstra que em um ambiente simulado as empresas não conseguem os resultados apontados pela maioria dos estudos que o precedem, posto que estes evidenciem a importância do investimento em P&D como redutor dos custos de produção.

Os resultados mostraram que a variável P&D não explicou a variabilidade dos custos de mão de obra das empresas, mas explicaram parte relevante da variabilidade quando ligada à variável Manutenção. Assim, a primeira hipótese proposta, de que o investimento em P&D estaria positivamente associado aos custos de produção relacionados à mão de obra, foi rejeitada pela análise, enquanto a segunda hipótese, de que o investimento em manutenção estaria associado a diminuição dos custos de produção vinculados aos custos de mão-de-obra, foi evidenciada pelo estudo.

A não detecção de uma relação positiva entre P&D e a diminuição dos custos de produção, em especial aqueles relacionados aos custos de mão-de-obra, são contrários a alguns estudos empíricos anteriores. Por exemplo, tem-se Hall (1987) descobriu que as empresa americanas públicas do setor de manufatura que não possuíam programas de P&D cresceram em média 1 a 2% menos do que as empresas que não possuíam programas no mesmo período.

Neste sentido, fazer ou não fazer P&D e atuar preventivamente com manutenção deixou de ser uma opção para as empresas, pois, a cultura de inovar já está institucionalizada e sem chance de reversão, independente da relação existente com os custos de produção envolvidos. Compete às empresas inovar da forma certa, em produtos certos, em momentos oportunos e a custo reduzido, e este poderá ser produto para futuras correlações entre diferentes variáveis, que poderão verificar possibilidades mais lucrativas às empresas.

Para finalizar, observa-se necessidade de vincular ao simulador utilizado uma maior relação dos custos de produção com a variável P&D, visto que, em ambientes reais e não virtuais esta associação é significativa.

Referências

ANDREASSI, T. Estudo das relações entre indicadores de P&D e indicadores de resultado empresarial em empresas brasileiras. 1999. 213 p. *Tese de Doutorado em Administração de Empresas*, Universidade de São Paulo – USP, São Paulo, 1999.

ANDREASSI, T.; SBRAGIA, R. Relações entre indicadores de P&D e de resultado empresarial. *Revista de Administração*, São Paulo v.37, n.1, p.72-84, janeiro/março 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 5462: Confiabilidade e manutenibilidade. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MANUTENÇÃO – ABRAMAN. Disponível em: <<http://www.abraman.org.br/>>. Acesso em: 15 jun. 2015.
- BELMONTE, D. L.; SCANDELARI, L. *Gestão do Conhecimento: aplicabilidade prática na gestão da Manutenção*. In: ENEGEP: XXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Fortaleza – CE, 2006.
- BRITTO, R.; PEREIRA, M. A. *Manutenção autônoma: estudo de caso em empresa de porte médio do setor de bebidas*. In: VII SEMEAD, Seminário de Estudos de Administração da USP – Universidade de São Paulo, 2003.
- BORNIA, A. C. *Análise gerencial de custos: aplicação em empresas modernas*. Porto Alegre: BOOKMAN, 2002.
- CALMANOVICI, C. E. A inovação, a competitividade e a projeção mundial das empresas brasileiras. *Revista USP*, v.89, p. 190-203, 2011.
- CAMPOS, I. M.; VALADARES, E. C. Inovação Tecnologia e Desenvolvimento Econômico. *Unpublished paper*, v. 6, n. 4, p. 573-610, 1991.
- CHANEY, P. K. et al. The impact of new product introductions on the Market value of firms. *The Journal of Business*, v. 64, 1991.
- CHANDLER, A. D. Organizational Capabilities and the Economic History of the Industrial Enterprise. *The Journal of Economic Perspectives* (1986-1998); Summer v. 6, n. 3; p. 79, 1992.
- CHIU, H. N.; HUANG, B. S. *The economic design of x control charts under a preventive maintenance policy*. *International Journal of Quality & Reliability Management*, Cambridge, v. 13, n. 1, p. 61-71, 1996.
- CHRISTENSEN, J. F. Corporate strategy and the management of innovation and technology. *Industrial and Corporate Change*, v. 11, n. 2, p. 263-288, 2002.
- CHOLASUKE, C.; BHARDWA, R.; ANTONY, J. The status of maintenance management in UK manufacturing organizations: results from a pilot survey. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, v. 10, n. 1, p. 5-15, 2004.
- DRUCKER, P. *Administrando para o futuro*. São Paulo: Enio Matheus Guazzelli & Cia Ltda, 1992.
- GOEL, R. K. On contracting for uncertain R&D. *Managerial and Decision Economics*, v. 20, n. 2, p. 99, mar 1999.
- GRESSLER, L. *Introdução à Pesquisa: projetos e relatórios*. São Paulo: Loyola, 2004.
- HALL, B. H. *The relationship between firm size and firm growth in the US manufacturing sector*. *The Journal of Industrial Economics*, v. 35, n. 4, p. 583-606, 1987.
- HULTEN, C. R. *Total factor productivity: a short biography*. *New developments in productivity analysis*, University of Chicago Press, p.1-54, 2001.
- JONSSON, P. The status of maintenance management in Swedish manufacturing firms. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, v. 3, n. 4, p. 233-58, 1997.
- LAKATOS, E. M.; MARONI, M. D. A. *Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisa, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados*. 2 3ed. São Paulo: Atlas, 1996.
- LANGLOIS, R. N. *The vanishing hand: the changing dynamics of industrial capitalism*. *Industrial and Corporate Change*, v.12, n.2, p.351-885, 2003.
- KHAN, F. I.; HADDARA, M. Risk-Based Maintenance (RBM): a New Approach for Process Plant Inspection and Maintenance, *Wiley InterScience*, v. 23, n. 4, p. 252-265, 2004.
- MANSFIELD, E. Entry, Gibrat's law, innovation in organizational learning. *Organization Science*, v. 2, n. 1, p. 1023-1051, 1962.
- MALHOTRA, N. *Pesquisa de Marketing: uma orientação aplicada*. Porto Alegre: Boockman, 2006.
- MARTINS, E. *Contabilidade de custos*. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2006.
- MIRSHAWKA, V.; OLMEDO, N. C. *Manutenção: combate aos custos na não-eficácia – a vez do Brasil*. São Paulo: McGraw-Hill Ltda, 1993.
- MIRSHAWKA, V. *Manutenção Preditiva: Caminho para Zero Defeitos*, São Paulo: Makron Books, McGraw-Hill, 1991.

MORT, J. Nature, value and pursuit of reliable corporate knowledge. *Journal of Knowledge Management*; v.5, n.3, p. 222-230, 2001.

MORRISON, S. Outsourcing growth keeps prognosis upbeat. *Chemical Week*, New York, v. 164, n. 8; p. 74, fev. 2002

MURTY, A.S.R.; NAIKAN, V.N.A. Availability and maintenance cost optimization of a production plant. *International Journal of Quality & Reliability Management*, Cambridge, v. 12, n. 2, p. 28-35, 1995.

OTANI, M.; MACHADO, W.V. A proposta de desenvolvimento de gestão da manutenção industrial na busca da excelência ou classe mundial. *Revista Gestão Industrial*, v. 04, n. 02, p. 01-16, 2008.

QUEIROZ, S. Obstáculos ao investimento em P&D de empresas estrangeiras no Brasil. *Revista USP*, v. 89, p. 244-255, 2011.

REIS, A.C. B; COSTA, A. P. C e ALMEIDA, A.T. Diagnóstico da gestão da manutenção em indústrias de médio e grande porte da região metropolitana de Recife. *Produção*, v. 23, n. 2, p. 226-240, abr./jun. 2013.

SAUAIA, A.C.A. *Laboratório de Gestão: Simulador organizacional, jogo de empresa e pesquisa aplicada*. 3 ed. São Paulo: Manole, 2013.

SIQUEIRA, I. P. *Manutenção centrada na confiabilidade*. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2005.

SOURIS, J. P. *Manutenção Industrial: custo ou benefício*. Lisboa: Lidel, 1992.

XAVIER, J. N. *Manutenção: tipos e tendências*. Disponível em:

<<http://www.engeman.com.br/site/ptb/artigostecnicos.asp/manutencaotiposetendencias.zip>>, 2005. Acesso em 01 jul. 2015.

WILLIAMSON, O. E. Economics and organization: a primer. *California Management Review*, v.38, n.2, p.131-146, 1996.