

Custos e economias de escala em um jogo de empresas

ROBERTO PORTES RIBEIRO

USP - Universidade de São Paulo
robertopr@usp.br

NUNO MANOEL MARTINS DIAS FOUTO

USP - Universidade de São Paulo
nunom@fia.com.br

1. Introdução

O cenário competitivo atual tem direcionado as empresas a examinarem e aperfeiçoarem, constantemente, seus mecanismos de produção e custeio, com o objetivo de gerar eficiência com redução de custos. De acordo com Hansen *et al.* (2009) o ambiente econômico atual criou a necessidade de uma reestruturação da gestão de custos e nessa direção os gestores vêm utilizando técnicas matemáticas e estatísticas que auxiliem o processo de gestão. Estudos como o de Bayón *et al.* (2012) demonstram como essas ferramentas, especificamente as técnicas de programação matemática, podem auxiliar a tomada de decisão com o objetivo de melhorar o resultado da empresa, através da minimização dos custos. Sendo assim, a gestão de custos com uso de ferramentas matemáticas representa uma questão vital para as empresas.

As quantidades de bens e/ou serviços produzidos por uma empresa geralmente diferem de acordo com o setor em que está inserida e consideram as economias de escala, que não afetam somente o tamanho das empresas e a estrutura dos mercados, mas também podem ser o cerne de muitas questões estratégicas. Conforme Besanko *et al.* (2011) essas economias são fundamentais para as estratégias de fusão e diversificação e ainda envolvem as estratégias de entradas e de atribuição de preços, sendo fundamental para compreender o que os autores denominam “adaptação estratégica”, uma ferramenta para garantir vantagem sustentável no longo prazo. Desse modo, torna-se essencial considerar economias de escala na análise de custos para formular uma estratégia competitiva.

De acordo com as investigações de Bloom e Reenen (2010) os países podem melhorar as práticas de gestão e agregar produtividade, pela promoção de fatores que aumentam a qualidade de gerenciamento em cada empresa através de uma melhor educação empresarial. A busca de educação gerencial continuada recai sobre uma característica importante no processo de aprendizagem que é aprender através da experiência prática. Como alternativa para aproveitamento da aprendizagem pela prática, sem incorrer nos riscos que esta pode acarretar, existe a possibilidade de se utilizar ambientes que possibilitem aos envolvidos agirem de modo semelhante à vida real. No que se refere à aprendizagem empresarial este ambiente é conhecido como jogo de empresas, o qual faz parte do tripé conceitual que caracteriza o método denominado Laboratório de Gestão concebido por Sauaia (2010), formado por simulador, jogo de empresas e pesquisa aplicada. Segundo este autor, o Laboratório de Gestão é um ambiente de prática conceitual das teorias de Administração, Contabilidade e Economia, em que se promove aprendizagem vivencial segundo o modelo de Kolb (1984) com significados, onde o aprender fazendo é um elemento essencial.

No contexto do jogo de empresas ocorrem dificuldades em programar o nível de produção, dadas as restrições referentes aos custos, regimes de operação, capacidade fabril e as oportunidades de economias de escala, nas quais se espera que para quantidades maiores de produção, o custo médio unitário seja menor. No entanto, a redução pode ser observada até que a empresa atinja determinado nível de produção quando o crescimento da produção é superior ao crescimento dos custos, a partir de então, os custos passam a ter um crescimento superior ao crescimento da produção, caracterizando deseconomias de escala. Dado este problema, entender o comportamento dos custos em decorrência da quantidade produzida e da utilização da capacidade fabril pode ter impacto significativo na tomada de decisão. Portanto, este estudo objetiva analisar o comportamento dos custos na perspectiva de economias e deseconomias de escala em relação à eficiência operacional em um jogo de empresas.

Para alcançar esse objetivo, esta pesquisa está distribuída em seis partes, sendo esta introdutória. A próxima seção trata de uma revisão bibliográfica acerca dos temas Custos, Economia de Escala e Jogos de Empresas. A terceira parte apresenta os aspectos metodológicos da pesquisa, e o quarto tópico aborda a análise dos custos no curto prazo

(trimestre inicial) e o custo médio em função da eficiência operacional no transcorrer do jogo de empresas. A quinta seção explora a discussão dos resultados, e por fim, apresentam-se as considerações finais, com conclusões, contribuições, limitações e proposições para novos estudos.

2. Fundamentação teórica

2.1 Custos

A relação entre os custos e o nível de produção pode ser retratada nas curvas de custos, evidenciando a variação do custo total com as quantidades produzidas. A curva de custo total de curto prazo mostra as combinações de custo total em determinada quantidade produzida, dada a tecnologia empregada na produção. Por meio da análise da curva de custo total de curto prazo, é possível escolher a combinação ótima de produção, ou seja, a que minimiza os custos. Besanko e Braeutigam (2008) afirmam que a curva de custo de curto prazo mostra o custo total de produção de “q” unidades de produto, quando a quantidade utilizada de pelo menos um insumo é constante e que é igual à soma da curva de custo variável total e a curva de custo fixo total.

McGuigan *et al.* (2011) ao examinarem as funções de custos no curto prazo, classificam os custos em fixos e variáveis. De acordo com os autores, os custos fixos permanecem inalterados no curto prazo, sendo incorridos independentemente da quantidade de produto a ser fabricada durante o período, enquanto que os custos variáveis compreendem os custos dos insumos variáveis do processo produtivo, embora esses custos possam não variar em proporção direta à quantidade de produto fabricada, eles aumentam ou diminuem de algum modo em resposta a um aumento ou redução na quantidade fabricada. Observam-se divergência entre os autores sobre o comportamento dos custos variáveis e fixos em diferentes volumes de produção. Alguns consideram que tais custos têm um comportamento linear, outros, que os custos apresentam variações nos diferentes níveis de produção em que uma empresa possa operar. Entretanto, Martins (2010) ressalva que uma empresa não oscila facilmente o seu volume de atividades, esta situação simplifica a classificação dos custos em fixos e variáveis. Para o autor, o importante é analisar o comportamento dos custos dentro de certos limites de variação de produção.

Pindyck e Rubinfeld (2010) realizam a distinção entre custo médio e custo marginal, o custo marginal representa o custo ocasionado pela produção de uma unidade adicional de produto e o custo médio é o custo por unidade de produto, ou seja, é dado pela divisão do custo total pelo nível de produção. Estes autores demonstram que quando o custo marginal for inferior ao custo médio, a curva de custo médio apresenta declínio e quando o custo marginal estiver acima do custo médio, a curva de custo médio apresenta elevação. Sendo assim, na faixa em que o custo marginal estiver abaixo da curva de custo médio, cada unidade adicional de produto faz com que exista redução do custo médio até o ponto de mínimo, a partir do qual a produção de uma unidade extra de produto aumenta o custo médio.

A análise das curvas de custos auxilia as empresas no problema de minimização dos custos totais de produção. No longo prazo, a empresa tem a flexibilidade de variar a quantidade de capital de maneira que possa reduzir seus custos ou mesmo tomar decisões de expansão. Nicholson e Snyder (2008) afirmam que a curva de custo total de longo prazo mostra como o custo total varia com a produção, mantendo-se constantes os preços dos insumos. Segundo os autores, no longo prazo, a empresa pode variar todos os seus insumos possibilitando que altere a proporção dos insumos para minimizar custos. Os autores explicam que os formatos das curvas de custo marginal e de custo médio são em “U” em decorrência

dos rendimentos crescentes e decrescentes de escala. Portanto, uma empresa que opere na região em que os custos médios são decrescentes está obtendo ganhos de escala, a partir do ponto mínimo de custo, os custos médios são crescentes, não obtendo, assim, os ganhos de escala.

A determinação de como o custo varia em relação às quantidades de insumos aplicados na produção e o nível de produção é obtida pela função custo segundo Pindyck e Rubinfeld (2010). Sendo assim, estimar a função de custo, é encontrar uma relação entre as variáveis e poder usá-las para previsão. Para a estimação da função custo, Gujarati (2006) esclarece que a função de custo pode ser obtida por relação linear, regressão por mínimos quadrados, função cúbica e função translog. Como as curvas de custo marginal e de custo médio têm formato “U”, Pindyck e Rubinfeld (2010) recomendam uma função cúbica para a obtenção da função de custo total. Desse modo, a função cúbica pode ser representada, conforme Gujarati (2006) pela equação polinomial de terceiro grau.

2.2 Economia de escala

Slack *et al.* (2008) relacionam o conceito de economia de escala a um nível ótimo operacional para um dado tamanho fabril. À medida que o volume aumenta, o custo unitário médio diminui até atingir o melhor nível operacional. Se este nível for ultrapassado, ocorre a deseconomia de escala. A economia de escala pode explicar porque algumas empresas são mais lucrativas do que outras. Por meio da economia de escala é possível maximizar os lucros à medida que a quantidade produzida aumenta. Bayón *et al.* (2012) demonstram como a técnica de programação matemática côncava quadrática via convolução infimal pode auxiliar a tomada de decisão com o objetivo de maximizar o lucro, através da minimização dos custos.

Existem processos mais produtivos em grande escala do que em pequenas quantidades por proporcionarem reduções nos custos médios de produção, em decorrências dos volumes produzidos não aumentarem os custos fixos. Isso pode ser observado quando todos os insumos são duplicados e o custo aumenta em proporção menor que os insumos. Conforme Kreps (2004), a economia de escala ocorre quando o custo médio diminui à medida que a produção aumenta, em sentido oposto ocorre a deseconomia de escala.

Muitos estudos das indústrias de água e esgoto atribuem importância significativa aos benefícios da economia de escala e como esta se relaciona com as empresas verticalmente integradas. Pollitt e Steer (2012) discutem os *trade-offs* entre governança e custos de produção como uma questão chave na determinação do valor das empresas verticalmente integradas, sugerem a estrutura ótima dos mercados de água e esgoto na Inglaterra e no País de Gales e recomendam caminhos de pesquisa que podem ajudar a determinar a política ótima em termos de economia de escala.

Em grandes indústrias, os custos unitários são relativamente baixos em produção de grandes quantidades. Sendo assim, as empresas que conseguirem um aumento no volume de produção sem aumentarem os seus custos fixos, obtêm ganhos de economia de escala que não ocorreriam em baixos níveis de produção. Johnston e Ozment (2013) investigaram as economias de escala através dos modelos translog e Cobb-Douglas na indústria aérea dos Estados Unidos usando dados anuais, de 1987 a 2009, sobre as maiores companhias aéreas, e obtiveram o resultado de que as maiores companhias aéreas dos Estados Unidos operam em economia de escala modesta.

Conforme Pindyck e Rubinfeld (2010) os principais motivos para a ocorrência da economia de escala são: a especialização dos funcionários nas atividades em que são mais produtivos; a flexibilidade, ou seja, ao dosar a combinação dos insumos utilizados na produção, os gestores podem organizar o processo produtivo de maneira mais eficaz; e o

poder de barganha na compra de insumos em grande quantidade. Em sentido contrário, os autores apontam os principais fatores de deseconomia de escala como sendo: a dificuldade dos funcionários em realizar um trabalho eficaz por causa de fatores como espaço e maquinaria; o aumento de tarefas que pode tornar a gestão de uma empresa mais complexa e ineficiente; e a vantagem de comprar grandes quantidades pode desaparecer quando certo limite for atingido, ou seja, em determinado ponto, a oferta de insumos essenciais pode se tornar restrita.

As empresas podem obter crescimento nos custos médios e consequente deseconomia de escala caso se deparem com limitações de capacidade ou encontrem problemas burocráticos e de agência alertam Besanko *et al.* (2011). Os autores Corrêa e Corrêa (2009) esclarecem que o mau uso de um plano de produção pode desconsiderar economias de escala, afetando a promessa de datas e quantidades de produtos aos clientes, a gestão de estoques e a gestão da capacidade. Conforme Moreira (2009) o principal desafio da produção é combinar recursos produtivos para atender a demanda com custo mínimo. Diversos estudos apontaram alternativas de longo prazo, como o planejamento da capacidade, e de curto prazo como a programação de produção para enfrentar este desafio. Desde a década de 50, o planejamento da produção têm recebido atenção de diversos estudiosos e modelos que consideram economia de escala têm sido desenvolvidos.

2.3 Jogos de empresas

O poder educacional e a evolução mundial dos jogos de empresas durante os últimos 40 anos pode ser acompanhada em Faria *et al.* (2009). Nos estudos de Bloom e Reenen (2010) apresentam-se indícios de que a educação está fortemente correlacionada com altos escores de gestão, no que tange ao nível de escolaridade dos trabalhadores. Não se pode inferir uma relação causal a partir desta associação, mas é plausível que os gestores com graduação e/ou pós-graduação são mais propensos a considerar os benefícios de conceitos econômicos na gestão, como a economia de escala, por exemplo. Desse modo, a educação gerencial mostra-se relevante no cenário econômico atual.

As mudanças no contexto educacional impostas pela evolução da sociedade são destacadas por Severino (2007), onde o conhecimento deve ser construído pela experiência ativa do estudante e não mais ser assimilado passivamente. Nesse contexto, aparecem os jogos de empresas como alternativa às aulas tradicionais expositivas. Sauaia (1995) abordou os jogos de empresas como um recurso que pode contribuir expressivamente para o avanço da educação gerencial, se bem explorado e por combinar aprendizagem com satisfação. Summers (2004) afirma que o uso de novas tecnologias transformou e impulsionou o processo de criação e elaboração de novos jogos de empresas, na medida em que situações até então consideradas pontos fracos quanto à utilização de jogos de empresas estão sendo superadas. Tao *et al.* (2009) reforçam a importância dos jogos de empresas quanto aos aspectos motivacionais dos estudantes.

Sob a perspectiva dos jogos de empresas, Sauaia cunhou um método ativo denominado Laboratório de Gestão apoiado em três pilares conceituais: simulador organizacional, jogo de empresas e pesquisa aplicada, que permitiram inovar a condução dos jogos de empresas. O Laboratório de Gestão adota um simulador organizacional geral parametrizável constituído por um conjunto de regras econômicas a serem praticadas para exercitar teorias, conceitos e técnicas, cuja complexidade pode ser dimensionada pelo educador. A operacionalização e dinamização do simulador apoia o jogo de empresas, um processo de tomada de decisão sob incerteza, no qual a análise de resultados permite estabelecer relações de causa e efeito. Os resultados produzidos neste ambiente de aprendizagem dinâmico são objeto de pesquisas

teórico-empíricas nas áreas de Administração, Contabilidade e Economia relatadas pelos estudantes em artigos científicos (SAUAIA, 2010).

Os temas economia de escala e eficiência operacional foram abordados em pesquisas elaboradas por estudantes de graduação no âmbito do Laboratório de Gestão, embora o modelo de simulador adotado seja simplificado, pois conforme Sauaia (2010) quando o objetivo principal é a aprendizagem, o jogo de empresas necessita de um modelo econômico simples, claro e objetivo. Na pós-graduação, Ribeiro (2012) estudou o planejamento da produção através de um modelo de programação linear para atender a demanda com minimização de custos no Laboratório de Gestão e realizou um comparativo de custos entre os modelos de operações na perspectiva de produção, o que denota o potencial do Laboratório de Gestão para pesquisas com essa temática.

Um dos primeiros estudos que tratam especificamente de custos em jogos de empresas foi realizado por Goosen (1991), cujo foco se voltou para questões que tratam da modelagem de custos fixos e como esses custos mudam ao longo do tempo, através do desenvolvimento de um algoritmo que modelou um comportamento mais realista do custo fixo. A modelagem de custos em jogos de empresas foi referenciada no levantamento de Gold e Pray (2001) que apresentam uma revisão histórica de 25 anos de desenvolvimento de algoritmos para simulações de negócios computadorizados, onde avaliaram assuntos de distintas áreas de negócios como Marketing, Contabilidade, Economia, Finanças, Gestão de Pessoas e Operações. Como contribuição, estes autores sistematizaram questões futuras que modeladores de jogos de empresas deveriam considerar.

Gold (2005) testou um modelo de simulador utilizando vários algoritmos de demanda, produção, custos, etc. que foram desenvolvidos em estudos anteriores e representam o campo de estudo dos simuladores de jogos de empresas. O objetivo foi mostrar a articulação e interação entre os componentes e subsistemas desenvolvidos anteriormente e confirmar que eles operam de forma consistente teoricamente. As funções de custo e produção para jogos de empresas originalmente concebidas por Gold (1992) foram testadas e verificou-se que a função de custo possui as propriedades desejadas de aumento e diminuição de retornos dos fatores de produção, economias e deseconomias de escala, e mantém uma relação consistente entre os volumes de produção e custos, sendo que os custos variáveis e fixos são identificáveis, com custos variáveis dependentes do nível de produção, o que indica a adequação dos simuladores de jogos de empresas à teoria econômica.

3. Método de pesquisa

Esta pesquisa visou gerar conhecimento prático à solução de um problema específico na área econômica aplicada à administração em jogos de empresas. Do ponto de vista dos objetivos, o estudo pode ser classificado como descritivo. No que se refere à natureza dos dados, a pesquisa pode ser considerada quantitativa. Do ponto de vista dos procedimentos técnicos e das fontes de informação pode-se afirmar que é do tipo documental. Esta classificação seguiu a proposta de Gonçalves (2007) que apresentou uma classificação baseada nos objetivos, nos procedimentos de coleta de dados, nas fontes de informação de pesquisa e na natureza dos dados. O Quadro 1 apresenta a classificação dos diversos tipos de pesquisa conforme a orientação da autora.

A partir dos dados secundários da revisão de literatura acerca dos temas Custos, Economia de Escala e Jogos de Empresas, partiu-se para a coleta dos dados primários em um jogo de empresas apoiado por um simulador empresarial, especificamente o Simulab (www.simulab.com.br), usado como plataforma de aprendizagem e prática de competências gerenciais. Os dados primários das empresas foram coletados nas aulas da disciplina EAD673

- Laboratório de Gestão II do curso de graduação em Administração da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade (FEA) da Universidade de São Paulo (USP), no 2º semestre de 2012.

Quadro 1 – Tipos de pesquisa

Objetivos	Procedimentos	Fontes de informação	Natureza dos dados
Exploratória	Experimento	Campo	Quantitativa
Descritiva	Levantamento	Laboratório	Qualitativa
Experimental	Estudo de caso	Bibliográfica	
Explicativa	Bibliográfica	Documental	
	Documental		
	Participativa		

Fonte: Gonçalves (2007, p. 66).

O jogo de empresas ocorreu em uma condição em que 7 empresas produziam e comercializavam o mesmo produto tecnológico em um mercado, formando um oligopólio em cada uma das turmas nos períodos matutino e noturno, totalizando 14 empresas que operavam em duas indústrias que concorriam em busca de desempenho superior mensurado pela TIR – Taxa Interna de Retorno, que representava um percentual da nota na disciplina. Os estudantes dirigiram as empresas durante 16 trimestres que representaram 4 anos de operações, as decisões foram tomadas em grupos que geralmente possuíam seis diretores que representam seis áreas funcionais: Presidência, Planejamento, Gestão de Pessoas, Marketing, Finanças e Produção. As decisões eram processadas e produziam em ciclos trimestrais demonstrativos das operações e demonstrativos financeiros (demonstrativo de lucros e perdas, demonstrativo do fluxo de caixa e balanço patrimonial) que eram utilizados pelos diretores das empresas.

A escolha pela análise dos dados gerados na disciplina EAD673 – Laboratório de Gestão II deveu-se ao fato dos estudantes que participaram desta disciplina terem cursado a disciplina EAD672 – Laboratório de Gestão I como pré-requisito, sendo assim, pressupõe-se que sejam mais experientes e dominem as regras econômicas do simulador utilizado em ambas as disciplinas, e ao fato de que o simulador permitiu a utilização do modelo 2 de operações desde o primeiro trimestre do jogo de empresas para as empresas das 2 indústrias.

Nesta pesquisa de natureza quantitativa, foram analisados dados de custos e regimes de operação disponíveis em Sauer (2010) referentes ao trimestre inicial do jogo de empresas. Estes dados foram manipulados e analisados com o apoio do *software* Microsoft Excel®, versão 2007, bem como, os dados coletados das empresas que foram agrupados de acordo com a sua natureza, em ordem cronológica, numa série trimestral no período analisado de 16 trimestres para o conjunto de 14 empresas pesquisadas, organizados em tabelas e gráficos.

Para estabelecer a relação entre o custo médio de produção com a eficiência operacional de utilização da capacidade fabril foi aplicada a análise de regressão polinomial de terceiro grau, utilizando o *software* estatístico Minitab, versão 16, pelo método dos mínimos quadrados que segundo Gujarati (2006) consiste em determinar a curva de melhor ajuste minimizando a soma dos erros. Foram aplicados os testes Estatística-F e p-valor, com o objetivo de avaliar relações entre as variáveis dependente e independente do modelo e o nível de 5% de significância foi determinado para os resultados obtidos.

O relatório final desse estudo seguiu a estrutura da Monografia Racional elaborada por Sauer (1996), adaptada para o ambiente eletrônico em Monografia Racional Eletrônica Sauer (2009) e utilizada nas pesquisas aplicadas do Laboratório de Gestão em Sauer (2010), mostrando-se uma estrutura de texto final própria para as pesquisas realizadas neste ambiente.

4. Resultados

4.1 Análise dos custos no curto prazo

A utilização do modelo 2 de operações no jogo de empresas vivenciado na disciplina EAD673 – Laboratório de Gestão II contribuiu para os gestores questionarem quantos produtos deveriam ser fabricados e em quantos turnos de operação. No entanto, para responder estas indagações, algumas restrições se impuseram e foram relacionadas aos recursos limitados da empresa (custos de produção) e as capacidades de produção em cada um dos três turnos em horas normais com a possibilidade de uso de hora extra no 1º e no 2º turno.

No modelo 1 do simulador que apoia o jogo de empresas, as possibilidades de produção se restringiam a produção no 1º turno em horas normais ou horas extras, sendo que a produção em horas normais usava até 99,9% da capacidade e a produção em horas extras utilizava de 100% a 150% da capacidade. Entretanto, no modelo 2 ativado mediante anúncio de novas políticas, as possibilidades de produção aumentavam e as capacidades máximas eram determinadas da seguinte maneira: a produção em horas normais no 1º turno poderia atingir até 99,9% da capacidade e a produção em horas extras no 1º turno poderia atingir até 134,9% da capacidade, no 2º turno com operação em horas normais a capacidade máxima era de 199,9% da capacidade instalada, já a operação em horas extras poderia alcançar até 249,9% da capacidade instalada, enquanto a produção no 3º turno utilizava até 300% da capacidade instalada da fábrica.

Os custos foram contabilizados no trimestre inicial, onde a condição era igual para qualquer empresa de ambas as indústrias. Os custos variáveis de produção descritos na Tabela 1 totalizaram \$1.204.658 e os custos fixos também detalhados na Tabela 1 perfizeram um total de \$1.283.67, compondo um custo total no trimestre inicial no valor de \$2.488,329.

Tabela 1 – Custos no trimestre inicial

Custos	Valor em \$	Total em \$
Custos Variáveis		1.204.658
Mão de obra Direta (1,4349)	573.983	
Matéria prima Consumida (1,5767)	630.675	
Custos Fixos		1.283.671
Administração	278.000	
Depreciação	200.000	
Custo Estocagem Produto Acabado	25.500	
Custo Estocagem Matéria prima	41.534	
Custo de pedido	50.000	
Custo de Mudança de Turno	0	
Desp. Investimento Equipamento	25.000	
Despesas financeiras	0	
Despesas gerais	82.000	
Marketing	240.000	
P&D	150.000	
Manutenção	75.000	
Diminuição do estoque PA	116.637	
Custo Total		2.488.329

Fonte: Sauaia (2010, p. 57).

O custo total foi dividido em dois componentes: custos variáveis e custos fixos; considerando o curto prazo, um trimestre de operações. Os custos variáveis de produção considerados no modelo econômico do simulador envolveram os custos de mão de obra direta e os custos de matéria prima consumida. Os custos fixos englobaram todos os outros custos não considerados como custos variáveis de produção, ou seja, gastos com manutenção de fábrica, custo de estocagem, custo de pedido, etc. Os custos de mudança de turnos de operação e os custos indiretos de administração foram considerados fixos no curto prazo, apesar de poderem sofrer variação a cada trimestre de acordo com o turno de operação estabelecido e o regime de trabalho em horas normais ou horas extras.

Apurados os custos no trimestre inicial que operou com produção normal no 1º turno, a próxima etapa da pesquisa considerou os custos adicionais de operação no 1º turno em horas extras, no 2º turno com operação em horas normais e em horas extras e no 3º turno, para avaliar as mudanças nos custos em função da troca de regime de operação. Quanto aos custos variáveis, o custo da mão de obra direta sofre alteração quando se usam horas extras, no valor adicional de 50% do valor unitário da mão de obra extraordinária. No que tange aos custos fixos, o custo de mudança de turnos no valor de \$100.000 incide se houver ativação de turnos (seleção, contratação e treinamento) ou desativação de turnos (rescisão contratual, férias e 13º salário) e o custo indireto de administração sofre modificação conforme o turno de operação estabelecido e o regime de trabalho em horas normais ou horas extras. A Tabela 2 mostra os custos adicionais incorridos na troca de regime de operação no trimestre inicial.

Tabela 2 - Custos adicionais incorridos na troca de regime de produção no trimestre inicial

Regime de operação	Mudança de turno (\$)	Indireto admistração (\$)	Mão de obra direta
Produção 1º turno hora extra		25.000	adição 50% custo HE
Produção 2º turno	100.000	100.000	
Produção 2º turno hora extra		20.000	adição 50% custo HE
Produção 3º turno	100.000	105.000	

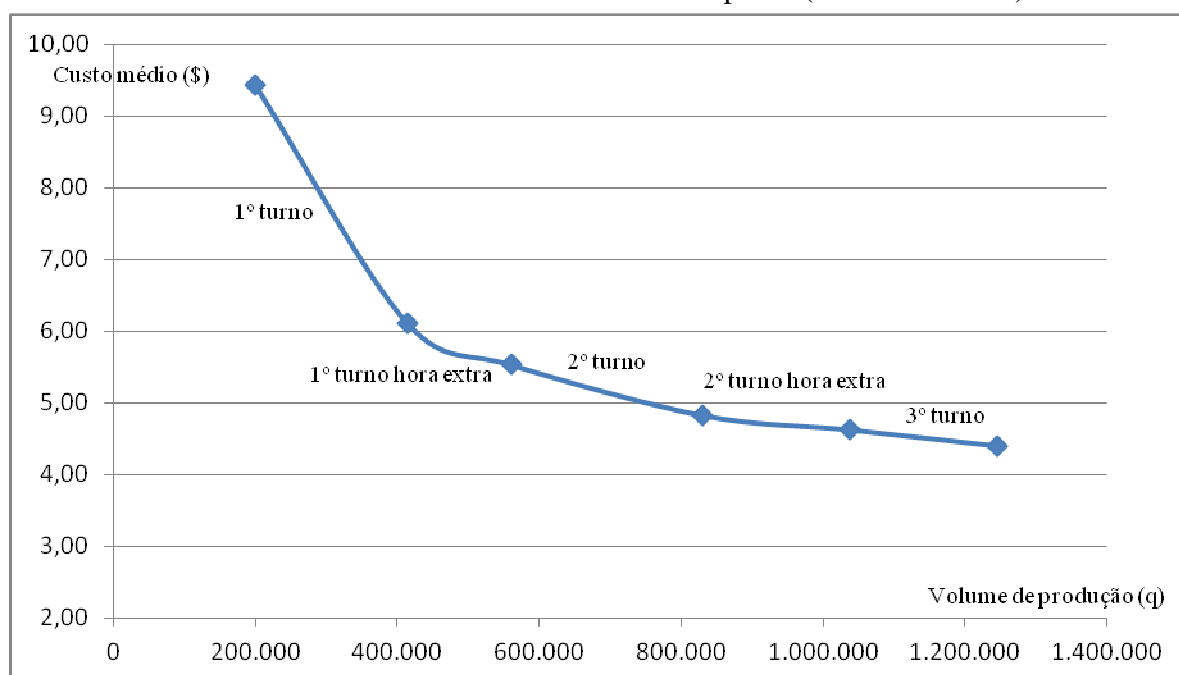
Fonte: Sauaia (2010, p. 49-51).

A partir dos custos fixos e variáveis iniciais e dos custos adicionais de cada regime de operação no trimestre inicial apresentados na Tabela 2, calcularam-se os custos fixos e custos variáveis para volumes de produção de produção de 1 unidade até a capacidade máxima inicial da fábrica de 1.245.000 unidades, apurando-se assim o custo total para cada volume de produção e o respectivo custo médio de produção. O Gráfico 1 mostra o custo médio (\$) em função da quantidade de unidades produzidas (q) destacando a curva de custo médio no curto prazo, ou seja, no trimestre inicial.

A elaboração da curva de custo médio no trimestre inicial evidenciou o volume de produção com menor custo no trimestre inicial, isto é, o volume máximo de produção no 3º turno de operação, o que demonstrou que a curva apresenta uma tendência geral de decréscimo do custo médio em função do aumento do volume de produção, o que evidenciou economias de escala, no entanto, quando se ativar um novo regime de operação ocorre elevação do custo médio na produção das unidades iniciais, conforme se pode observar no Gráfico 1, existem 5 segmentos da curva que representam os regimes de operação em horas normais (3 turnos) e em horas extras no 1º e 2º turnos que apresentaram descontinuidade.

Todos os regimes de produção proporcionam redução do custo médio a medida que a produção cresce até o limite máximo de produção de cada regime de operação, proporcionando economias de escala até estes pontos. No entanto, verificou-se que as curvas apresentaram variações nas inclinações, gerando economias de escalas diferentes de acordo com cada regime de operação, conforme o segmento da curva apresentada no Gráfico 1.

Gráfico 1 - Curva de custo médio no curto prazo (trimestre inicial)



Fonte: Elaborado pelos autores.

Destacaram-se 5 pontos de descontinuidade de acordo com os regimes de operação no trimestre inicial, a Tabela 3 apresenta os valores dos custos para os volumes máximos de produção de cada regime de produção no trimestre inicial, onde se permitiu analisar os 5 pontos de descontinuidade da curva do custo médio e verificar que o volume máximo de produção no 3º turno apresenta o menor custo médio, seguido pelo volume máximo de produção no 2º turno em horas extras, a produção máxima em horas normais no 2º turno, a produção máxima em horas extras no 1º turno e a produção máxima normal no 1º turno de operações.

Tabela 3 - Custos dos volumes máximos de produção dos regimes de produção no trim. inicial

Regime de operação	Custo fixo (\$)	Custo variável unitário	Vol. produção (unid.)	Custo total (\$)	Custo médio (\$)
Produção 1º turno	1.283.671	3,01	415.000	2.533.485	6,10
Produção 1º turno hora extra	1.308.671	3,01 - 3,73	560.250	3.100.130	5,53
Produção 2º turno	1.508.671	3,01	830.000	4.008.299	4,83
Produção 2º turno hora extra	1.528.671	3,01 - 3,73	1.037.500	4.802.077	4,63
Produção 3º turno	1.733.671	3,01	1.245.000	5.483.113	4,40

Fonte: Elaborado pelos autores.

Verificou-se que os custos variáveis unitários mostraram-se constantes nos regimes de operação em horas normais e variáveis nos regimes de operação em horas extras, pois apenas as horas extras efetivamente trabalhadas sofrem acréscimo de 50% no custo da mão de obra direta. A principal dificuldade observada em operar com produção máxima em 3º turno no trimestre inicial produzindo 1.245.000 unidades refere-se a falta de demanda para absorver a produção, dado que a demanda inicial de cada empresa representou 438.879 unidades. No entanto, podem-se encontrar outros níveis de produção mais próximos da demanda que aproveitem os benefícios da economia de escala e equilibrem a demanda com a oferta de produtos ou adotar estratégias alternativas como a terceirização.

4.2 Análise dos custos no longo prazo

As 14 empresas que operaram em 2 indústrias durante 16 trimestres foram analisadas quanto aos custos de produção e a eficiência operacional de utilização da capacidade fabril. A Tabela 4 apresenta a média de 16 trimestres do custo variável unitário, custo fixo, custo total e custo médio das 14 empresas, onde se observou que o custo variável unitário apresentou valores abaixo do valor inicial de \$3,01 em todas as empresas e os custos fixo, total e médio sofreram elevação em relação aos valores do trimestre inicial nas 14 empresas analisadas.

Tabela 4 – Custos das empresas (média referente à 16 trimestres)

Empresa	Custo variável unitário (\$)	Custo fixo (\$)	Custo total (\$)	Custo médio (\$)
1.01 Tamanduá T I	2,92	2.231.618	3.403.281	9,87
1.02 8 INC.	2,66	2.629.600	4.516.225	6,57
1.03 Moneymaker	2,62	2.570.287	3.715.966	10,11
1.04 SOMY 2.1	2,56	3.777.029	6.045.139	6,88
1.05 PRATIVITA	2,74	2.880.740	4.485.466	7,66
1.06 i9LUX	2,71	3.724.273	5.546.535	7,89
1.07 International Mobile	2,56	4.398.435	6.807.086	7,04
2.01 Lemon	2,10	6.805.824	9.273.442	6,55
2.02 Desa	2,19	3.516.754	4.920.545	8,50
2.03 Cada vez + cada vez	2,10	2.673.882	3.578.755	10,62
2.04 Sambar & Love	2,09	7.765.075	10.419.001	6,93
2.05 TopSustentavel	2,18	2.717.846	3.708.495	11,76
2.06 Popeye	2,05	8.164.842	11.291.630	6,51
2.07 FalaFácil	2,31	1.949.322	2.787.049	11,94

Fonte: Elaborado pelos autores.

A eficiência operacional mediu a produtividade da capacidade instalada por meio do percentual de utilização da capacidade que pode variar entre 0% e 300% de acordo com os 3 turnos de operação, sendo obtida dividindo-se a produção efetiva pela capacidade máxima em 1 turno de operação. Assim, uma empresa que apresentou eficiência operacional de 100% utilizou 100% da capacidade de apenas 1 turno de operação, apresentando ociosidade nos outros 2 turnos. A Tabela 5 apresenta a média de 16 trimestres da capacidade instalada de 1 turno de operação, da produção efetiva e da eficiência operacional das 14 empresas, onde observou-se que a eficiência operacional média variou entre 75% e 261%, sendo que os dados analisados por trimestre evidenciaram a eficiência operacional entre 0% e 300%.

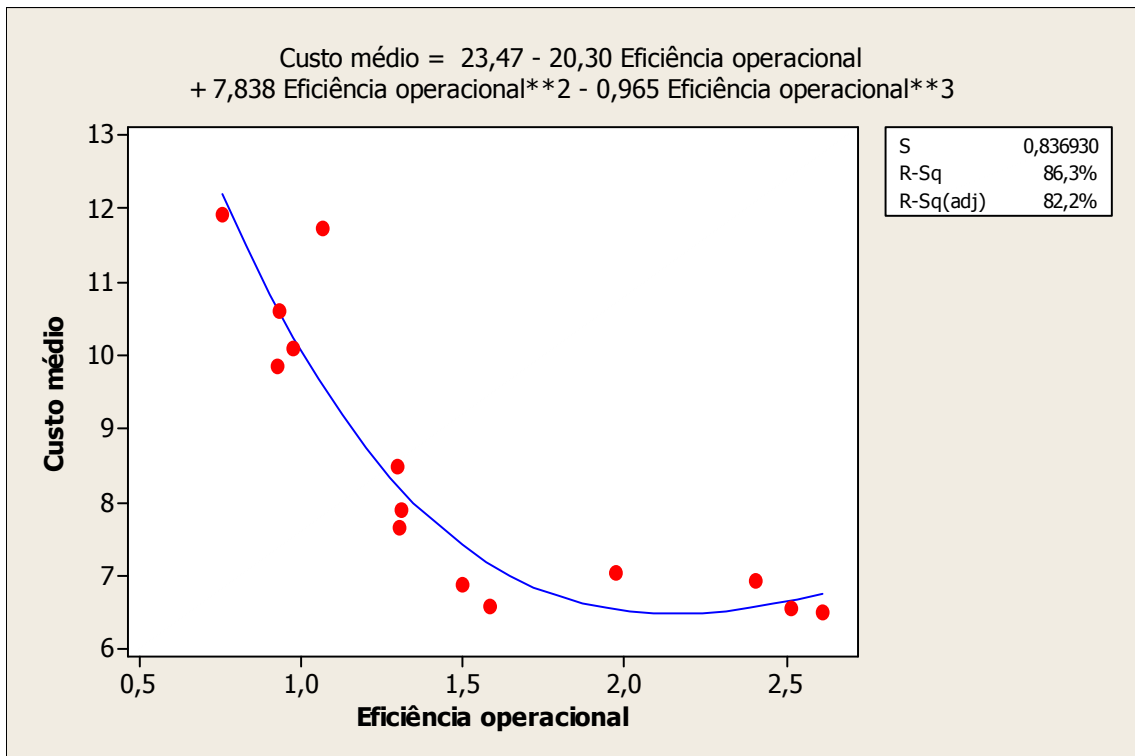
Tabela 5 – Capacidade fabril, produção efetiva e eficiência operacional médios das empresas

Empresa	Capacidade 1 turno (unid.)	Produção efetiva (unid.)	Eficiência operacional
1.01 Tamanduá T I	434.158	398.000	93%
1.02 8 INC.	451.142	713.858	158%
1.03 Moneymaker	434.190	420.728	97%
1.04 SOMY 2.1	601.712	901.702	150%
1.05 PRATIVITA	450.992	587.155	130%
1.06 i9LUX	515.439	679.470	131%
1.07 International Mobile	480.564	952.078	197%
2.01 Lemon	535.355	1.396.621	252%
2.02 Desa	470.287	615.987	130%
2.03 Cada vez + cada vez	408.029	382.132	93%
2.04 Sambar & Love	583.288	1.452.318	240%
2.05 TopSustentavel	377.328	404.644	107%
2.06 Popeye	655.670	1.747.220	261%
2.07 FalaFácil	354.853	305.728	75%

Fonte: Elaborado pelos autores.

Para estabelecer uma relação entre o custo médio com a eficiência operacional de utilização da capacidade fabril das 14 empresas que operaram em duas indústrias durante 16 trimestres foi aplicada a análise de regressão polinomial de terceiro grau, utilizando o *software* estatístico Minitab, versão 16, pelo método dos mínimos quadrados. O Gráfico 2 permite visualizar a curva de regressão dada pela equação $y = 23,47 - 20,30 x + 7,838 x^2 - 0,965 x^3$, onde y é a variável dependente que representa o custo médio estimado em função de x que representa a eficiência operacional.

Gráfico 2 - Curva estimada de custo médio em função da eficiência operacional



Fonte: Elaborado pelos autores.

A regressão estimada foi significativa a 5% nos testes F e p-valor, evidenciando que os coeficientes dos parâmetros são estatisticamente diferentes de zero. Assim, junto com a análise da probabilidade, que representa um índice decrescente da confiabilidade de um resultado, que é menor que o nível de significância escolhido, entende-se que os parâmetros das variáveis são representativos para a estimação da função de custo médio, ou seja, a variação da eficiência operacional explica a variação do custo médio das empresas.

O R^2 ajustado é um coeficiente de determinação que diz o quão bem a curva de regressão estimada se ajustou aos dados. Obteve-se um R^2 ajustado de 0,822, ou seja, 82,2%: um nível de explicação aceitável estatisticamente. Os resíduos da equação estimada apresentaram dispersão em torno de zero, sem um formato específico dos resíduos sugerindo não existir problemas de heteroscedasticidade.

De modo geral, as empresas com maior eficiência operacional foram as que apresentaram menores custos médios, o que sugeriu que as empresas podem aproveitar a capacidade fabril de modo mais eficiente para reduzir custos. Observou-se que a partir da eficiência operacional de 150% da capacidade fabril os custos médios permaneceram praticamente estáveis, apresentando leve declínio, o que indicou que a produção máxima com 300% de eficiência operacional pode não ser a única alternativa para ganhar rendimentos de

escala, existem opções de aproveitamento da capacidade fabril com custos médios abaixo de \$7,00 em níveis de operação entre 150% e 250%.

5. Discussão dos Resultados

Os resultados encontrados retrataram que algumas teorias puderam ser utilizadas e confirmadas no ambiente Simulab. O jogo de empresas evidenciou as dificuldades em programar o nível de produção dadas as restrições referentes aos custos, regimes de operação e capacidade fabril. No entanto, por meio da sistematização dos custos com a classificação em custos fixos e variáveis como sugeriram Besanko e Braeutigam (2008), McGuigan *et al.* (2011) e Martins (2010) foi possível criar condições de escolha da combinação adequada de produção na tentativa de minimizar os custos que foram contabilizados no trimestre inicial do jogo de empresas.

O estudo da curva de custo médio no trimestre inicial conforme demonstraram Pindyck e Rubinfeld (2010) e Nicholson e Snyder (2008) mostrou que o volume máximo de produção no 3º turno de operação apresentou menor custo médio na condição inicial, o que demonstrou que a curva apresenta uma tendência geral de decréscimo do custo médio em função do aumento do volume de produção, o que sugeriu economias de escala de acordo com os preceitos de Kreps (2004), Pindyck e Rubinfeld (2010) e Besanko *et al.* (2011). Entretanto, a ativação de um novo regime de operação fez surgir faixas de descontinuidade na curva de custo médio que apresentaram elevação do custo médio nas unidades iniciais de produção em cada regime de operação.

A partir da análise do custo médio de produção e da eficiência operacional de utilização da capacidade fabril das 14 empresas que operaram em duas indústrias durante 16 trimestres, pode-se estimar o custo médio por meio da eficiência operacional de utilização da capacidade fabril em um jogo de empresas. Seguindo Gujarati (2006) foi realizada uma análise de regressão polinomial de terceiro grau, pelo método dos mínimos quadrados que evidenciou que as empresas com maior eficiência operacional foram as que apresentaram menores custos médios, o que sugeriu que as empresas podem aproveitar a capacidade fabril de modo mais eficiente no jogo de empresas para reduzir custos. Entretanto, a principal dificuldade observada em operar com eficiência máxima refere-se a falta de demanda para absorver a produção, dadas as condições de mercado e as estratégias de outras empresas no jogo de empresas, mas podem-se encontrar níveis de produção mais próximos da demanda que aproveitem os benefícios da economia de escala em outros regimes de operações ou adotar outras estratégias conforme o cenário do jogo de empresas. Ao relacionar o conceito de economia de escala a um nível de produção para um dado tamanho fabril, avaliando as mudanças nos custos em função da troca de regime de operação, conforme os autores que preconizam a eficiência operacional Slack *et al.* (2008), Corrêa e Corrêa (2009) e Moreira (2009), este estudo produziu evidências de que considerar economias de escala na tomada de decisão pode beneficiar a eficiência em custos e favorecer um desempenho operacional superior.

O potencial de aproveitamento das economias de escala no ambiente do jogo de empresas demonstrado nesse estudo apontou que a função de custo utilizada no simulador Simulab possui as propriedades desejadas de aumento de retornos dos fatores de produção, economia de escala, e mantém uma relação consistente entre os volumes de produção e custos médios, fixos e variáveis conforme indicaram os estudos de Gold (2005) e Gold e Pray (2001). Entretanto, revelou-se a necessidade de se considerar novas fontes de deseconomia de escala no simulador ou no transcorrer do jogo de empresas.

6. Considerações finais

6.1 Conclusões e contribuições

Esta pesquisa orientou-se pelas teorias microeconômicas de custos e em conjunto com a economia de escala confirmou expectativas de estudos teóricos, pois foi possível entender o comportamento dos custos em decorrência do aumento da quantidade produzida e da utilização da capacidade fabril em um jogo de empresas, o que pode ter um impacto significativo na estratégia empresarial, pois, as quantidades de bens produzidos por uma empresa diferem de acordo com o setor em que está inserida e consideram as economias de escala, que não afetam somente o tamanho das empresas e a estrutura dos mercados, mas também podem ser o centro de muitas questões estratégicas. Portanto, os resultados demonstram que o objetivo de analisar o comportamento dos custos na perspectiva de economias e deseconomias de escala em relação à eficiência operacional em um jogo de empresas foi atingido.

Considerar a economia de escala na análise de custos para tomada de decisão em um jogo de empresas permitiu a prática de conceitos microeconômicos da teoria da empresa. Para as organizações que são avaliadas pelo desempenho econômico, este estudo reforça a literatura no sentido de que o aproveitamento da economia de escala contribui para o desempenho da empresa, pois, no jogo de empresas, as empresas participantes que aproveitaram este conceito teórico na prática diluíram os custos fixos com o aumento do volume de produção, ocasionando a redução do custo médio de produção e aumentaram a eficiência operacional.

Recomenda-se aos gestores e educadores a adoção deste modelo de educação gerencial e pesquisa, pois no Laboratório de Gestão a aprendizagem não se restringe ao ambiente do jogo de empresas, a aplicação prática dos conceitos microeconômicos pode ser transposta para situações reais, dado que os gestores do futuro preparam-se vivenciando na prática os modelos microeconômicos através desta proposta inovadora. Este estudo destacou a importância da Microeconomia aplicada à Administração na busca de resultados, pois os impactos das decisões microeconômicas afetam as características da empresa no jogo de empresas. Por isso, usar os modelos conceituais de Microeconomia neste contexto envolve aprendizagem com significados, o que é diferente de uma aula expositiva essencialmente teórica.

As contribuições reveladas pelo estudo referem-se a sistematização e classificação dos custos fixos e variáveis abordados no jogo de empresas, a elaboração da curva de custo médio no trimestre inicial com evidências de economias de escala e a análise do custo médio de produção e da eficiência operacional de utilização da capacidade fabril no jogo de empresas. A verificação da aplicação prática das teorias de microeconômicas de custos no Laboratório de Gestão é uma contribuição robusta deste estudo, uma evidência de que as teorias funcionaram nesse ambiente laboratorial e podem ser replicadas em outros ambientes.

Outra contribuição do estudo foi a aplicação da análise de regressão polinomial de terceiro grau, pelo método dos mínimos quadrados, que se mostrou estatisticamente válida e na prática pode ser usada pelas empresas participantes do jogo de empresas para estimarem o custo médio em função de sua eficiência operacional, o que justificou o investimento de tempo e energia na formatação do modelo estatístico.

6.2 Limitações e proposições para novos estudos

Os dados de curto prazo analisados que permitiram a elaboração da curva de custo médio referem-se apenas aos dados do trimestre inicial em que as condições de operações são

iguais para qualquer empresa Simulab, salvo alterações nos parâmetros iniciais do simulador realizadas pelo condutor do jogo de empresas. As limitações quanto aos dados de longo prazo utilizados resultaram do tamanho da base de dados analisada, pois foram utilizados dados de custos e eficiência operacional de 14 empresas que operaram em duas indústrias durante 16 trimestres, ou seja, foram utilizadas 224 observações de cada variável. A partir de uma base de dados maior, poderia se estimar o custo médio por meio da eficiência operacional de utilização da capacidade fabril com maior amplitude e generalização de resultados. No entanto, com esta quantidade de observações, os parâmetros das variáveis foram representativos.

Este estudo foi restrito ao simulador que apoia o jogo de empresas no Laboratório de Gestão, ou seja, os limites econômicos das regras do simulador podem restringir a aplicação dos conceitos, técnicas e ferramentas de Economia e Administração, o que pode ser mitigado pela condução do jogo de empresas, pois o modelo é uma simplificação da realidade, mas os conhecimentos, habilidades e atitudes do professor e dos estudantes podem superar estas limitações inerentes aos jogos de empresas apoiados por modelos simplificados da realidade.

Estudos futuros podem abranger novas questões referentes aos custos, economia de escala e eficiência operacional no contexto do Laboratório de Gestão, no sentido de considerar novas variáveis de custos ou de produção no simulador que apoia o jogo de empresas, na tentativa de aproximá-lo ainda mais do ambiente das empresas reais. Poderia se considerar novas fontes de economia e/ou deseconomia de escala no simulador ou até mesmo no transcorrer do jogo de empresas. Pesquisas futuras poderiam levar em consideração as economias de escopo no modelo do simulador, com a introdução da possibilidade de produção de mais de um produto, o que aumentaria a variedade de bens fabricados pelas empresas e geraria a perspectiva de benefícios de escopo no jogo de empresas. Outros estudos poderiam considerar a análise dos custos de oportunidade, custos de transação e/ou custos irreversíveis.

Novas pesquisas podem surgir com o processo de construção de modelos conceituais, matemáticos e computacionais de um simulador específico para a área de Custos, abrangendo maior número de variáveis específicas no que tange aos custos empresariais, o que poderia ampliar o escopo de estudo para além dos temas abordados atualmente no ambiente do Laboratório de Gestão.

Agradecimento

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo auxílio financeiro que possibilitou a realização desta pesquisa.

Referências

- BAYÓN, L.; OTERO, J. A.; RUIZ, M. M.; SUÁREZ, P. M.; TESIS, C. The profit maximization problem in economies of scale. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, v. 236, n. 12, p. 3065-3072, 2012.
- BESANKO, D.; BRAEUTIGAM, R. R. *Microeconomics*. 3. ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2008.
- BESANKO, D.; DRANOVE, D.; SHANLEY, M.; SHAEFER, S. *Economia da estratégia*. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.
- BLOOM, N.; REENEN, J. V. Why do management practices differ across firms and countries? *Journal of Economic Perspectives*, v. 24, n. 1, p. 203-224, 2010.
- CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. *Administração de produção e operações: manufatura e serviços, uma abordagem estratégica*. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

- FARIA, A. J.; HUTCHINSON, D.; WELLINGTON, W. J.; GOLD, S. Developments in business gaming: a review of the past 40 years. *Simulation & Gaming*, v. 40, n. 4, p. 464-487, 2009.
- GONÇALVES, E. P. *Iniciação a pesquisa científica*. 4. ed. Campinas: Alínea, 2007.
- GOLD, S. C. Modeling short-run cost and production functions in computerized business simulations. *Simulation & Gaming*, v. 23, n. 4, p. 417-430, 1992.
- GOLD, S. C. System-dynamics-based modeling of business simulation algorithms. *Simulation & Gaming*, v. 36, n. 2, p. 203-218, 2005.
- GOLD, S. C.; PRAY, T. F. Historical review of algorithm development for computerized business simulations. *Simulation & Gaming*, v. 32, n. 1, p. 66-83, 2001.
- GOOSEN, K. R. Increasing simulation realism through the modeling of step costs. *ABSEL: Insights Into Experiential Pedagogy*, v. 18, p. 38-43, 1991.
- GUJARATI, D. N. *Econometria básica*. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.
- HANSEN, D. R.; MOWEN, M. M.; GUAN, L. *Cost management: accounting and control*. 6. ed. Mason: Cengage Learning, 2009.
- JOHNSTON, A.; OZMENT, J. Economies of scale in the US airline industry. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, v. 51, p. 95-108, 2013.
- KOLB, D. A. *Experiential learning: experience as the source of learning and development*. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1984.
- KREPS, D. M. *Microeconomics for managers*. New York: WW Norton, 2004.
- MARTINS, E. *Contabilidade de custos*. 10. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- MCGUIGAN, J. R.; MOYER, R. C.; HARRIS, F. H. B. *Economia de empresas: aplicações, estratégia e táticas*. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011.
- MOREIRA, D. A. *Administração da produção e operações*. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2009.
- NICHOLSON, W.; SNYDER, C. *Microeconomic theory: basic principles and extensions*. 10 ed. Mason: Thomson, 2008.
- PINDYCK, R. S.; RUBINFELD, D. L. *Microeconomia*. 7. ed. São Paulo: Pearson, 2010.
- POLLITT, M. G.; STEER, S. J. Economies of scale and scope in network industries: Lessons for the UK water and sewerage sectors. *Utilities Policy*, v. 21, p. 17-31, 2012.
- RIBEIRO, R. P. Planejamento da produção para atender a demanda com minimização de custos em um jogo de empresas. In: SEMINÁRIOS EM ADMINISTRAÇÃO, 15., 2012, São Paulo. *Anais...* São Paulo: SEMEAD, 2012. p. 1-16.
- SAUAIA, A. C. A. *Laboratório de gestão: simulador organizacional, jogo de empresas e pesquisa aplicada*. 2. ed. Barueri: Manole, 2010.
- SAUAIA, A. C. A. Monografia racional. In: SEMINÁRIOS EM ADMINISTRAÇÃO, 1., 1996, São Paulo. *Anais...* São Paulo: SEMEAD, 1996. p. 276-294.
- SAUAIA, A. C. A. Monografia racional: uma versão eletrônica. *REGES – Revista Eletrônica de Gestão*. Picos, v. 2, n. 1, p. 166–168, 2009. Disponível em: <http://www.ufpi.br/reges/edicao_jan_2009.php>. Acesso em: 19 mar. 2013.
- SAUAIA, A. C. A. *Satisfação e aprendizagem em jogos de empresas: contribuições para aprendizagem gerencial*. Tese (Doutorado em Administração) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.
- SEVERINO, A. J. *Metodologia do trabalho científico*. 23 ed. São Paulo: Cortez, 2007.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. *Administração da produção*. 2. ed. 8. reimpr. São Paulo: Atlas, 2008.
- SUMMERS, G. J. Today's business simulation industry. *Simulation & Gaming*, v. 35, n. 2, p. 208-241, 2004.
- TAO, Y. H.; CHENG, C. J.; SUN, S. Y. What influences college students to continue using business simulation games? the Taiwan experience. *Computers & Education*, v. 53, n. 3, p. 929-939, 2009.