

SIMULAÇÃO DA CAPACIDADE DA FORÇA DE TRABALHO: ESTUDO DE CASO EM UM RESTAURANTE

Laura Camardelli de Brum (UFRGS)

laura.brum@ufrgs.br

Michel José Anzanello (UFRGS)

anzanello@producao.ufrgs.br

Resumo

Este artigo apresenta a análise da capacidade da força de trabalho de um restaurante casual-dining, com a finalidade de determinar o número recomendado de funcionários para suprir a demanda atual. A metodologia utilizada baseia-se na clusterização dos produtos para a formação de famílias, dado de entrada para a simulação do processo. Foram avaliados cinco cenários com diferentes níveis de força de trabalho, observando-se os indicadores de capacidade produtiva e percentual de utilização dos recursos. As alternativas de maior interesse dizem respeito ao nível médio de alocação de pessoal (2 funcionários por estação), com destaque para o cenário misto, que apresentou um incremento de 5,88% na utilização dos recursos e redução de 12,50% na necessidade de mão-de-obra.

Palavras-chave: *Capacidade da força de trabalho, clusterização, simulação de capacidade, restaurante.*

Abstract

This article analyzes the workforce capacity of a casual-dining restaurant to determine the recommended number of employees to meet current demand. The methodology relies on product clustering for later simulation analysis. We evaluated five scenarios with different levels of labor force focused on productive capacity and resource utilization. We found a middle level of staffing (2 staff per station) as recommended, since it, increased 5,88% in the utilization of resources and reduced 12,50% in terms of workforce needed.

Key words: *Workforce capacity, clustering, capacity simulation, restaurant.*

1. Introdução

As indústrias de hospitalidade e turismo encontram-se em um mercado saturado e comprometido com altos custos fixos. Nesse contexto, um aspecto crítico para o sucesso de integrantes deste setor é utilizar eficientemente de sua capacidade de operação, buscando uma alocação apropriada de recursos para atender cada cliente de modo satisfatório. De acordo com Staudt *et al.* (2011), os investimentos nesse sentido têm impacto estratégico, uma vez que exercem influência direta sobre o desempenho mercadológico de uma empresa. Hwang e Lambert (2009) afirmam que, para atingir os padrões de serviço adequados, objetivando qualidade de serviço e lucro, é necessário precisar os níveis de recursos subsistentes.

Segundo Hwang *et al.* (2010), as empresas de serviços devem gerenciar sua capacidade sob uma perspectiva de marketing, em que o foco é um serviço de alta qualidade, atrelada a uma visão operacional, que prima pela minimização do sistema de custos. Sill (1991) destaca que podem ser adotadas três estratégias para maximizar a capacidade de um restaurante: (i) ter a capacidade flexível para acomodar a demanda disponível, (ii) permitir aos clientes esperar em uma fila, ou (iii) suavizar a demanda para ajustá-la à capacidade existente. Pullman e Rodgers (2010) segregam o conceito de capacidade em duas frentes: uma estratégica ou de longo prazo, voltada para questões como a determinação da capacidade ideal e o planejamento da sua flexibilidade; e outra tática ou de curto prazo, em que a preocupação é definir a capacidade física e a capacidade de força de trabalho.

O planejamento da força de trabalho envolve a alocação apropriada de recursos humanos aos postos produtivos, garantindo o atendimento da demanda de acordo com os padrões desejados, minimizando o tempo de espera do cliente e evitando a capacidade ociosa. Enquanto excesso de pessoal implica em custos extras, capacidade insuficiente implica em um menor nível de atenção às necessidades do consumidor e, portanto, uma perda de qualidade percebida (ADENSO-DÍAZ *et al.*, 2002). Por fim, Hueter e Swart (1998) lembram que os custos com força de trabalho estão entre os mais difíceis de gerenciar, dado que há uma relação intensa entre a capacidade de vendas e a força de trabalho. Conforme salienta Thompson (1998), existem quatro passos para o gerenciamento da capacidade de força de trabalho: (i) previsão de demanda, (ii) cálculo do número de funcionários necessários, (iii) desenvolvimento da força de trabalho e (iv) seu controle em tempo real.

No ramo de restaurantes, em específico, o problema de gerenciamento da capacidade da força de trabalho é agravado pela demanda altamente variável, que se concentra em períodos de

pico durante o mês ou dia, e pelo serviço personalizado. Além disso, é preciso considerar diversos aspectos como demandas dos clientes, habilidades dos funcionários, regulamentações governamentais e obrigações contratuais, atentando sempre aos lucros.

Esse artigo tem como objetivo realizar um estudo de capacidade em um restaurante com vistas à apropriada alocação de pessoal, cumprindo o segundo passo proposto por Thompson (1998), com a finalidade de atribuir recursos de curto prazo em função das exigências observadas na previsão de demanda existente. Para tanto, propõe-se uma análise das variáveis mais relevantes para esse processo, utilizando as mesmas para clusterização de produtos de acordo com suas similaridades. Na sequência, aplicam-se recursos de simulação para testar cenários alternativos de alocação de capacidade; avalia-se a capacidade produtiva e percentual de utilização dos recursos como variáveis de resposta da simulação.

Além desta introdução, a seção dois apresenta o referencial teórico, que aborda assuntos relacionados ao gerenciamento da capacidade da força de trabalho, análise de *clusters* e simulação computacional. Posteriormente, são explicitados, na terceira seção, os procedimentos metodológicos empregados no desenvolvimento do trabalho; a quarta seção expõe e discute a aplicação do método proposto para a análise da capacidade da força de trabalho em um restaurante. Finalmente, na seção cinco, são destacadas as conclusões finais e apresentadas direções futuras de pesquisa.

2. Referencial Teórico

2.1. Gerenciamento da Força de Trabalho

O planejamento da força de trabalho é um componente decisivo para o sucesso empresarial e, portanto, pode ser considerado um dos fatores críticos na gestão dos recursos humanos. Qualquer falha na operação poderá resultar na insatisfação dos clientes e afetar a competitividade do negócio e, por isso, há uma grande preocupação voltada para a maximização da eficiência desses sistemas.

Existem diversas variáveis que podem ser determinantes no desenvolvimento de estratégias voltadas à atribuição de força de trabalho. Thompson e Goodale (2006) introduziram a ideia dos níveis de produtividade dos empregados e demonstraram a imprecisão inerente às representações lineares do gerenciamento da força de trabalho. Corominas *et al.* (2012) propuseram a utilização de bancos de horas de trabalho, juntamente com os conceitos tradicionais de demissão, contratação e horas extras; nas suas proposições, as horas

trabalhadas acima ou abaixo de um valor pré-estabelecido são debitadas ou creditadas nessa conta. Guley e Stinson (1984) utilizaram o algoritmo *Branch and Bound* não só para a programação da produção de alimentos, mas também para a alocação dos cozinheiros mais experientes em aplicações voltadas à cadeia de restaurantes.

De acordo com Thompson (2003), existem três razões primárias que sustentam a preocupação com a atribuição da força de trabalho, sendo a primeira delas as preferências do funcionário. A alocação em determinada tarefa, a duração dos intervalos, os dias alocados ao trabalho e a geração de dias consecutivos de folga são alguns exemplos e, nesse sentido, pode-se considerar que as preferências de um funcionário tendem a ser complementares às de outro. A ideia, então, é utilizar-se desse fato para planejar uma alocação que vá ao encontro com tais preferências, acarretando em um melhor desempenho dos funcionários e consequente aumento do nível de serviço. A segunda razão diz respeito ao tempo despendido no desenvolvimento desse planejamento, tendo em vista que devem ser consideradas mudanças na demanda e na disponibilidade dos funcionários. Geralmente, esse tempo é alto, impossibilitando o verdadeiro gerenciamento e a interação com a equipe de trabalho. A última razão, não menos importante, é a busca pela lucratividade e eficiência, já que uma alocação ótima dispõe os funcionários mais adequados de forma eficaz. Dessa forma, o serviço ao cliente torna-se mais consistente, traduzindo-se em um maior número de transações futuras.

Assim sendo, de acordo com Bard *et al.* (2003), a programação da força de trabalho no terceiro setor configura-se como um problema de alocação complexo, visto que depende de contratos sindicais, carga horária máxima de trabalho, intervalos e folgas, entre outros. Ainda, é necessário designar aos modelos de gerenciamento a complexidade intrínseca à realidade desse setor permeado pela flutuação da demanda. Neste contexto, o agrupamento de produtos em famílias com características e demandas similares permite simplificar o processo de gestão da força de trabalho.

2.2. Análise de Clusters

A análise de *clusters* é uma técnica analítica multivariada que visa agrupar objetos (observações) baseando-se em seus atributos. Especificamente, os dados são examinados conforme sua distância ou proximidade, na tentativa de maximizar a homogeneidade entre os objetos que compõem o grupo e a heterogeneidade entre os grupos. Assim, se a classificação obtiver sucesso, os objetos dentro do grupo estarão próximos quando plotados geometricamente, e os diferentes grupos estarão afastados (HAIR *et al.*, 2010). Johnson e

Wichern (2002) ressaltam que o objetivo básico desta análise é pesquisar dados para formar uma estrutura natural de grupos.

Segundo Gnanadesikan (1977), tal classificação dá-se através da procura iterativa de “bairros” que são definidos em termos de alguma métrica, ou seja, por meio de variáveis de clusterização. As variáveis de clusterização devem ser selecionadas de maneira a caracterizar de forma segura os objetos, abordando características que estejam de acordo com o propósito do agrupamento (ANZANELLO, 2004).

A similaridade entre objetos, ou entre as variáveis de clusterização que os representam, pode ser obtida de diversas formas. A mais comumente usada é a Distância Euclidiana, representada na equação (1). Para eliminar o efeito de sinal, costuma-se expressá-la ao quadrado.

$$d_{rs}^2 = \sum_{j=1}^p (x_{rj} - x_{sj})^2 \quad (1)$$

Onde:

d_{rs}^2 - quadrado da Distância Euclidiana;

x_r/x_s - variáveis de clusterização em relação aos objetos r e s ;

j - variável de clusterização avaliadas.

Raramente examinam-se todas as possibilidades de agrupamento e, por isso, surgiu uma grande variedade de algoritmos de clusterização que encontram agrupamentos plausíveis, sem que todas as configurações sejam investigadas. Esses algoritmos podem ser categorizados como sendo hierárquicos e não hierárquicos.

De acordo com Hair *et al.* (2010), as técnicas hierárquicas de clusterização operam uma série de sucessivos agrupamentos ou uma série de sucessivas divisões. Os métodos aglomerativos iniciam agrupando os objetos mais similares e, então, fundindo esses *clusters* iniciais em função da sua proximidade; os métodos divisivos, na direção oposta, iniciam com um único grande grupo que deve ser subdividido conforme suas dissimilaridades. Uma vez que um objeto é incluído em um *cluster*, ele não pode ser redirecionado a outro, e esse controle ocorre através de um dendograma, uma representação gráfica bidimensional do procedimento de aglomeração ou divisão.

Já as técnicas não hierárquicas de clusterização não executam uma sequência de agrupamentos ou divisões, mas assumem um número pré-determinado de *clusters* desejados. O método mais popular é o chamado *k-means*, que se baseia na Distância Euclidiana, usualmente utilizada nesse tipo de técnica para avaliar a similaridade de objetos. À medida que os *clusters* são formados, as distâncias dos objetos aos *clusters* são reavaliadas, fazendo com que objetos pertencentes a um *cluster* possam migrar para outro onde encontrem maior similaridade com os demais objetos (ANZANELLO, 2004).

Com a finalidade de validar quantitativamente esse tipo de clusterização, é comum utilizar índices como o *Silhouette Index* (*SI*), que combina os conceitos de coesão (distâncias dentro dos *clusters*) e separação (distâncias entre *clusters*). A equação (2) representa o cálculo do *SI*, que resulta em $-1 \leq SI_i \leq 1$.

$$SI_i = \frac{a_i - b_i}{\max(a_i, b_i)} \quad (2)$$

Onde:

a_i – dissimilaridade média do ponto i em relação aos outros pontos do mesmo *cluster*;

b_i – mínima dissimilaridade média do ponto i em relação a todos os pontos de outro *cluster*.

De acordo com Ansari *et al.* (2011), um valor de *SI* próximo de 1 indica que o ponto foi alocado em um *cluster* apropriado; um valor próximo de zero significa que o ponto poderia ser alocado em um outro *cluster* equidistante ao atual; e um valor próximo de -1 indica demonstra uma alocação errônea. Ainda, segundo os mesmos autores, é possível calcular-se o *Silhouette Index* Médio \bar{SI} de um conjunto de dados, através das médias dos valores de *SI*.

Posto isto, verifica-se que existe ampla aplicabilidade para a análise de *clusters* em cenários produtivos. Santos (2009) desenvolveu um algoritmo de clusterização, batizado como *Bee Clustering*, inspirado em técnicas de inteligência de enxames de abelhas, podendo ser utilizado sem a necessidade de informações subjetivas sobre o resultado desejado. Lee (1999) sugeriu a utilização de métodos de clusterização hierárquicos para agrupar processos para o plano de negócios da IBM; enquanto que Papamichail e Papamichail (2007) apresentaram um método de clusterização para facilitar a tomada de decisões no *e-commerce*, permitindo ao consumidor modelar suas preferências ao longo de múltiplas dimensões. Anzanello e Fogliatto (2011) propuseram um método iterativo para seleção das melhores variáveis de clusterização para a otimização da formação de famílias de produtos no setor calçadista.

Por fim, a clusterização de produtos é uma técnica importante em ambientes de produção altamente personalizados, onde a variedade é uma dimensão competitiva chave (ANZANELLO e FOGLIATTO, 2011). Além disso, é capaz de reduzir os dados de maneira objetiva, fazendo com que, após classificados em grupos gerenciáveis, sejam mais ricos e concisos. Com isso, as variáveis de entrada para os processos de simulação tornam-se acessíveis, resultando em uma modelagem mais adequada.

2.3. Simulação Computacional

A simulação permite verificar o funcionamento de um sistema real em um ambiente virtual, gerando modelos que se comportam como aquele considerando a variabilidade do sistema e demonstrando o que acontecerá na realidade de forma dinâmica (CASSEL, 1996). Por vezes, esse estudo pode ser realizado através da utilização de métodos matemáticos, como álgebra ou estatística, mas a maioria dos sistemas reais possui elevado grau de complexidade, demandando o emprego de técnicas de simulação. Assim, a simulação tem sido amplamente utilizada em projetos e análises de sistemas de manufatura, cadeias de suprimentos, sistemas de transportes ou organizações prestadoras de serviços.

Segundo Pidd (2004), alcançar resultados consistentes com o uso da simulação pode ser um processo demorado, contudo podem ser associadas cinco vantagens frente à experimentação direta: (i) custos arcados com a mão-de-obra especializada necessária para um estudo de simulação, que se justificam porque os experimentos reais também podem vir a ser caros, particularmente quando tais experimentos geram resultados inconsistentes; (ii) o tempo gasto na programação de um modelo de simulação é alto, mas depois de finalizado é possível simular dias, semanas e meses em poucos segundos; (iii) em circunstâncias reais, raramente é possível replicar um determinado estado, entretanto o uso de técnicas de simulação permite a reprodução exata das situações demandadas; (iv) em relação à segurança, um dos principais objetivos da simulação é estimar o comportamento do sistema sob condições extremas, o que pode ser perigoso ou ilegal quando da experimentação direta; (v) utilizar-se de estudos de simulação também pode ser útil quando se quer investigar o efeito de mudanças na legislação, como alteração da carga horária máxima de trabalho.

Law (2007) propõe uma classificação dos modelos de simulação em três diferentes dimensões: estáticos ou dinâmicos, determinísticos ou estocásticos, contínuos ou discretos. Os modelos de simulação estáticos representam um sistema em um determinado momento, ou um sistema em que o tempo não é uma variável a ser considerada; enquanto que modelos

dinâmicos interpretam sistemas que envolvem o tempo em sua análise. Um modelo de simulação é determinístico quando não contém componentes probabilísticos; e um modelo de simulação é estocástico quando possui tais componentes, ou seja, algumas grandezas de entrada são de natureza randômica. Por fim, modelos contínuos são caracterizados pela variação das variáveis de estado ao longo do tempo; e, por outro lado, modelos discretos são aqueles em que as variáveis de estado modificam-se instantaneamente em pontos separados no tempo. Em verdade, poucos sistemas são inteiramente contínuos ou discretos, mas basta que um tipo de mudança predomine para classificá-lo de um modo ou outro.

Focando na simulação por eventos discretos, que pode ser exemplificada através de um sistema de filas de servidor único, segundo Banks (1996), pode-se estruturar um estudo de simulação em doze passos.

- a. Formulação do Problema: busca-se descrever claramente a situação atual, garantindo a compreensão total tanto do analista quanto dos decisores políticos;
- b. Definição dos Objetivos e Planejamento Geral do Projeto: o objetivo é indicar as perguntas a serem respondidas pelo estudo de simulação, além de apontar um método para avaliação da eficácia das alternativas e fatores como número de pessoas envolvidas e custos do trabalho;
- c. Concepção do Modelo: preocupa-se com a construção conceitual do modelo de simulação, priorizando a identificação das características fundamentais do sistema real a fim de, primeiramente, delinear um modelo simplificado;
- d. Coleta de Dados: essa fase pode ser realizada paralelamente à fase anterior porque se verifica uma correlação permanente entre o progresso da construção do modelo, a complexidade e o tipo de dados necessários, além de, normalmente, demandar bastante tempo;
- e. Tradução do Modelo: o modelo conceitual desenvolvido no terceiro passo deve ser codificado em um programa computadorizado reconhecível já existente ou desenvolvido pelo analista;
- f. Verificação: atenta-se para o funcionamento do programa utilizado através dos parâmetros de entrada e da estrutura lógica do mesmo. Muitas vezes, utiliza-se o também bom senso para complementar esse passo;
- g. Validação: através de processos iterativos de calibração, observa-se se o comportamento do modelo constitui uma representação acurada do sistema real;

- h. Design Experimental: contempla o estudo das alternativas a serem simuladas, além de decisões em relação à duração da simulação, ao número de repetições e o modo de inicialização;
- i. Ciclos de Produção e Análise: foca-se na análise dos ciclos de produção dos cenários simulados com a finalidade de estimar os indicadores de desempenho de cada um deles;
- j. Mais Ciclos: caso necessário, com base nos ensaios desenvolvidos no passo anterior, o analista determina se é preciso rodar outros ciclos de produção;
- k. Documentação e Relatórios: de forma clara e concisa, documenta-se o funcionamento do modelo de simulação e as análises realizadas, promovendo uma gestão do conhecimento que facilita o entendimento de outrem e que permite o fácil acesso às alternativas abordadas, aos critérios utilizados e aos resultados das experiências;
- l. Implementação: o sucesso desse passo depende do êxito com que foram executadas as etapas anteriores, bem como do grau de envolvimento do usuário final no processo de modelagem da simulação, já que as suposições feitas devem ser devidamente comunicadas e aceitas pelo mesmo.

A exemplo das técnicas de clusterização, ferramentas de simulação também têm sido utilizadas na gestão de empresas do ramo da hospitalidade e turismo. Church e Newman (2000) exploraram estratégias para resolver problemas de filas e de superlotação nas operações de balcão de *fast foods*; enquanto que Field *et al.* (1997) adotaram a simulação de Monte Carlo para comparar dois restaurantes com *buffets*, mostrando a interação dos seus *layouts* com os procedimentos operacionais executados. No campo de gerenciamento da força de trabalho, Huang *et al.* (2009) desenvolveram um simulador baseado em eventos discretos para apreciar a eficácia e a robustez de diferentes alternativas de distribuição de mão-de-obra. Donno e Swart (1981) relataram a utilização de sistemas de simulação em uma rede de *fast foods* sob diversos aspectos, do *layout* do restaurante ao número ótimo de funcionários, resultando em geração de lucros em uma série de áreas como operacional, planejamento e compras. Dessa maneira, percebe-se que os métodos convencionais, como estudos de acompanhamento ou teorias de filas, tornam-se simplistas e limitados quando comparados aos modelos de simulação.

3. Procedimentos Metodológicos

O método proposto foi desenvolvido com a finalidade de aprimorar o gerenciamento da capacidade da força de trabalho de um restaurante *casual-dining*, de uma franquia americana, situado em Porto Alegre. A Tabela 1 demonstra o número médio de refeições servidas em cada dia da semana.

Tabela 1: Número médio de refeições servidas

	Segunda- feira	Terça- feira	Quarta- feira	Quinta- feira	Sexta- feira	Sábado	Domingo
Refeições	198	268	288	398	505	681	500

(Fonte: elaborado pelo autor)

Enfatiza-se que o restaurante não conta com uma sistemática formal de gerenciamento de capacidade da força de trabalho, e o presente estudo limita-se apenas ao processo de preparação dos alimentos servidos no restaurante. Nesse processo, considera-se a utilização de insumos diretos e indiretos. Os insumos diretos são aqueles que não necessitam de uma pré-preparação, enquanto que os insumos indiretos exigem algum preparo antes de serem servidos.

Seguindo a caracterização do método de pesquisa proposta por Gil (2008), esta pesquisa é de natureza aplicada, uma vez que tem como propósito a geração de conhecimentos práticos acerca de um problema específico, com uma abordagem quantitativa. Do ponto de vista dos seus objetivos, o estudo pode ser classificado como sendo exploratório, pois proporciona maior familiaridade com o problema. O método do trabalho utilizado é o estudo de caso.

O estudo de gerenciamento da capacidade proposto consiste em cinco passos: (i) coleta das variáveis para clusterização; (ii) agrupamento dos produtos em famílias; (iii) coleta de dados para simulação; (iv) modelagem e simulação; e (v) análise dos resultados. A seguir são detalhados tais passos.

3.1. Coleta das Variáveis para Clusterização

A coleta das variáveis baseia-se na análise de bancos de dados disponíveis, em entrevistas com especialistas e na observação e análise dos processos para posterior clusterização dos produtos. A formação de grupos permitirá endereçar os produtos de forma eficiente, evitando investir demasiados recursos gerenciais sobre um específico produto (e sim sobre a família a qual ele pertence). Para o estudo em questão, exemplos dessas variáveis incluem: (i) Custos

(\$) – custos dos insumos para produção dos produtos; (ii) Margem de Lucro (m) – margem de lucro proporcionada pelos produtos; (iii) Tempo (t) – tempo de produção dos produtos; e (iv) Equipamentos Utilizados (e) – número de equipamentos utilizados na produção dos produtos.

É importante destacar que tais variáveis devem caracterizar os objetos (produtos) a serem agrupados, bem como ser relacionadas especificamente aos objetos da análise de *clusters* (HAIR *et al.*, 2010).

3.2. Agrupamento dos Produtos em Famílias

Para o agrupamento dos produtos em famílias, propõe-se a utilização do método não hierárquico *k-means*, o qual é repetido para um intervalo de número de *clusters* desejados. O desempenho de cada processo de agrupamento pode ser validado pelo *Silhouette Index* Médio (\bar{SI}).

A formação de famílias de produtos dispensa uma coleta dispendiosa de dados, visto que um novo produto somente precisa ser incluído em uma família para então ter-se uma noção de sua demanda de capacidade. Assim, caso não existissem famílias de produtos, seria necessário executar uma nova simulação especificamente para aquele item.

3.3. Coleta de Dados para Simulação

A coleta de dados para simulação é proveniente das mesmas fontes utilizadas na seção 3.1. Entretanto, nesse momento, tais variáveis dizem respeito às famílias de produtos definidas pelo processo de clusterização no passo anterior. Aqui, sugere-se realizar a coleta para o produto mais representativo de cada *cluster* em termos de demanda. Exemplos dessas variáveis incluem: (i) Tempo Médio (\bar{t}) e Desvio-Pradrão (s) – média e desvio-padrão do tempo despendido na preparação dos produtos de cada família; e (ii) Frequência de Chegada (f) – frequência de chegada dos produtos de cada família.

3.4. Modelagem e Simulação

Seguindo os passos descritos na seção 2.3. e utilizando um *software* específico de simulação, busca-se a geração de cenários a serem testados. Nesse âmbito, possíveis cenários podem envolver questões como diferentes níveis de força de trabalho, duplicação de recursos, alteração dos turnos de trabalho e investimentos financeiros. As variáveis de resposta

consistem de capacidade produtiva (número de itens gerados em determinado intervalo de produção), percentual de utilização dos recursos e ociosidade, entre outros.

3.5. Análise dos Resultados

No passo final, analisam-se os resultados dos cenários gerados, buscando alternativas adequadas de alocação de força de trabalho. Nesse sentido, podem ser observados aspectos referentes à utilização ou ociosidade dos funcionários e equipamentos e à capacidade do processo de preparação dos alimentos. Por fim, são evidenciados os cenários com melhor desempenho de acordo com tais parâmetros.

4. Resultados

A empresa que ilustra a aplicação dos passos propostos na seção três conta com 70 funcionários alocados em funções fixas, sendo 21 deles designados especificamente para a cozinha, foco desse estudo de caso. A escala de funcionários atualmente é determinada pelo Gerente Geral do restaurante, baseando-se na sua experiência, de maneira empírica.

4.1. Coleta das Variáveis para Clusterização

A coleta de variáveis para clusterização baseou-se nos bancos de dados disponíveis na empresa, como *softwares* de planejamento da cozinha e planilhas de controle de custos, e em entrevistas com dois especialistas, o Gerente Geral do restaurante e o chefe de cozinha. Foram coletadas quatro variáveis para caracterização dos pratos: (i) custo de preparação dos pratos (\$); (ii) margem de lucro proporcionada pelos pratos (m); (iii) tempo total despendido na preparação desses (t); e (iv) número de equipamentos utilizados na preparação dos mesmos (e).

Após a coleta, os dados de 73 pratos foram padronizados em uma escala de 0 a 1 para evitar que magnitudes distintas das variáveis afetassem o procedimento de clusterização. Os dados foram compilados em uma tabela como a representada na Tabela 2.

Tabela 2: Variáveis para clusterização

	s	m	t	e
P1	0,27	0,77	0,59	0,75
P2	0,37	0,75	0,70	0,75
P3	0,87	0,64	0,63	0,75
P4	0,45	0,73	0,25	0,75
P5	0,43	0,74	0,57	0,75

(Fonte: elaborado pelo autor)

4.2. Agrupamento dos Produtos em Famílias

A matriz resultante da primeira etapa foi então submetida a rotinas de clusterização, através do *software* MatLab, utilizando-se o método não hierárquico *k-means*. Nesse processo, testou-se o agrupamento dos pratos variando o número de *clusters* desejados, com a performance de cada clusterização sendo avaliada pelo seu *Silhouette Index* Médio (\bar{SI}), conforme apresentado na Tabela 3.

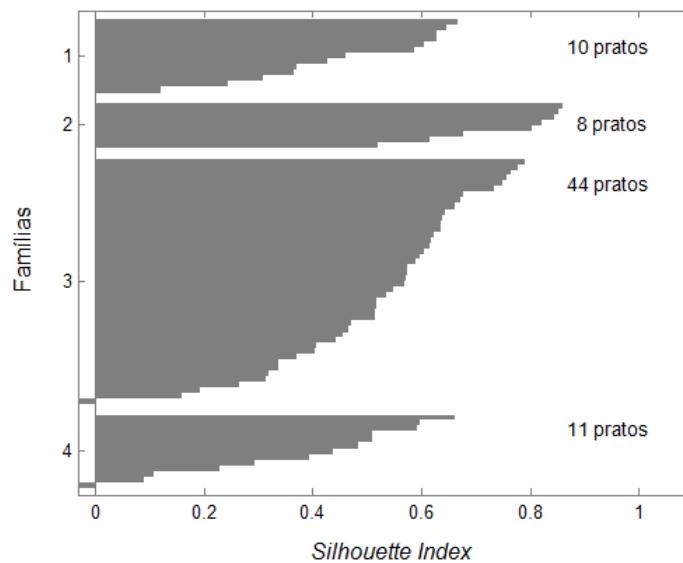
Tabela 3: *Silhouette Index* médio

# Clusters	2	3	4	5	6	7	8
\bar{SI}	0,4202	0,4761	0,5131	0,4516	0,3803	0,4184	0,4209

(Fonte: elaborado pelo autor)

Com base nesses resultados, optou-se pelo agrupamento dos pratos em quatro famílias, uma vez que essa clusterização obteve maior \bar{SI} , acompanhado de um ponto de máximo. A Figura 1 apresenta os resultados dessa clusterização, bem como o número de pratos em cada família.

Figura 1: Clusterização com 4 famílias



(Fonte: elaborado pelo autor)

4.3. Coleta de Dados para Simulação

Empregando como critério a demanda dos produtos agrupados, escolheu-se o prato mais representativo de cada *cluster* (F1, F2, F3 e F4) para a coleta das variáveis para simulação. Coletaram-se 15 repetições dos tempos de preparação dos quatro pratos, obtendo-se os tempos médios (\bar{t}) e os desvios-padrão (s). Coletaram-se também as frequências de chegada (\bar{f}) dos mesmos, determinadas pelo número de pratos ordenados por minuto. Tais dados, representados em segundos, são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4: Variáveis para simulação

	\bar{t}	s	\bar{f}
F1	121,9	11,1	0,39
F2	829,7	150,3	0,55
F3	190,6	53,5	1,2
F4	219,6	48,5	0,27

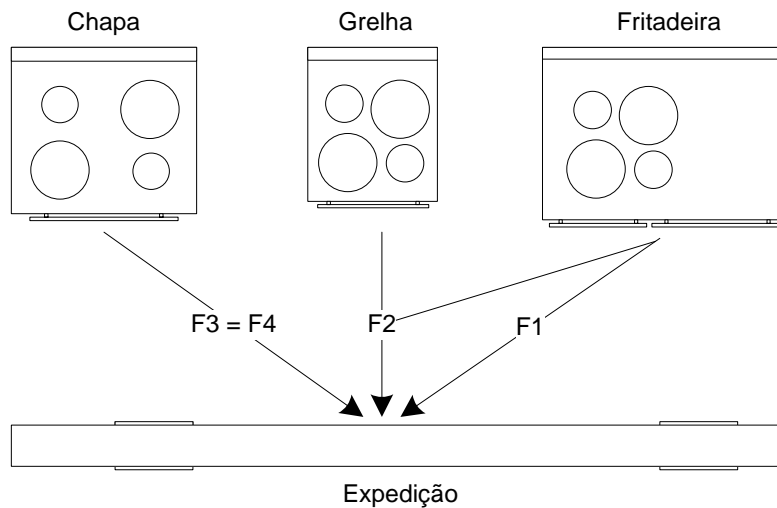
(Fonte: elaborado pelo autor)

4.4. Modelagem e Simulação

O sistema em estudo foi modelado através do *software* de simulação Promodel, e os processos desenhados em função dos pratos escolhidos para representar cada *cluster* (F1, F2, F3 e F4).

A cozinha conta com quatro grandes estações: chapa, grelha, fritadeira e expedição, esta última responsável pela montagem final dos pratos. A Figura 2 ilustra o *layout* da cozinha e o fluxo do processo produtivo dos pratos.

Figura 2: *Layout* da cozinha e fluxo do processo produtivo



(Fonte: elaborado pelo autor)

Conhecidas as capacidades de cada estação, apresentadas na Tabela 5, os tempos de preparação dos pratos e as frequências de chegada dos mesmos, criou-se o modelo computacional. O tempo de simulação de cada experimento foi fixado em 100 horas, representando um mês de picos de demanda. Foram, então, rodados ciclos de produção para o teste de quatro cenários com variação nos níveis de força de trabalho: (i) baixo (um funcionário por estação); (ii) médio (dois funcionários por estação); (iii) alto (três funcionários por estação); e (iv) altíssimo (quatro funcionários por estação). Gerou-se ainda um cenário alternativo, com um nível misto de força de trabalho (dois funcionários por estação e um funcionário na fritadeira).

Tabela 5: Capacidade produtiva das estações

	Chapa	Grelha	Fritadeira	Expedição
Capacidade	10 pratos	10 pratos	6 pratos	10 pratos

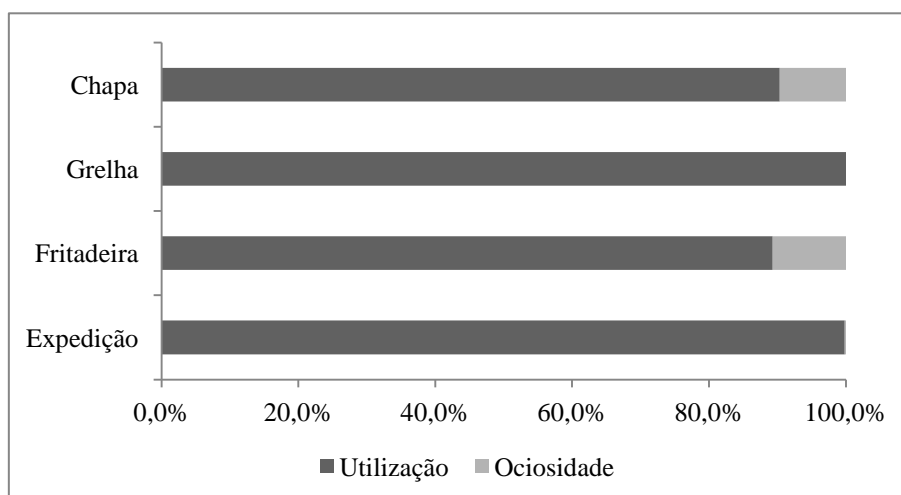
(Fonte: elaborado pelo autor)

4.5. Análise dos Resultados

Os cenários propostos foram criados com a finalidade de determinar uma alocação ótima da força de trabalho em função do aprimoramento do processo. Assim, para a análise desses cenários, foram observados os indicadores de capacidade produtiva e percentual de utilização e ociosidade dos recursos.

O Cenário 1 apresentou uma capacidade produtiva de 2325 pratos F1, 3221 pratos F2, 6537 pratos F3, e 1587 pratos F4. Entretanto, nesse caso, houve falta de capacidade para a produção de 602 pratos F3. Em relação à utilização dos recursos, a chapa obteve um percentual de 90,30%, a grelha de 100%, a fritadeira de 89,30%, e a expedição de 99,80%, como apresentado na Figura 3. O índice global de utilização desse cenário resultou em 94,85%.

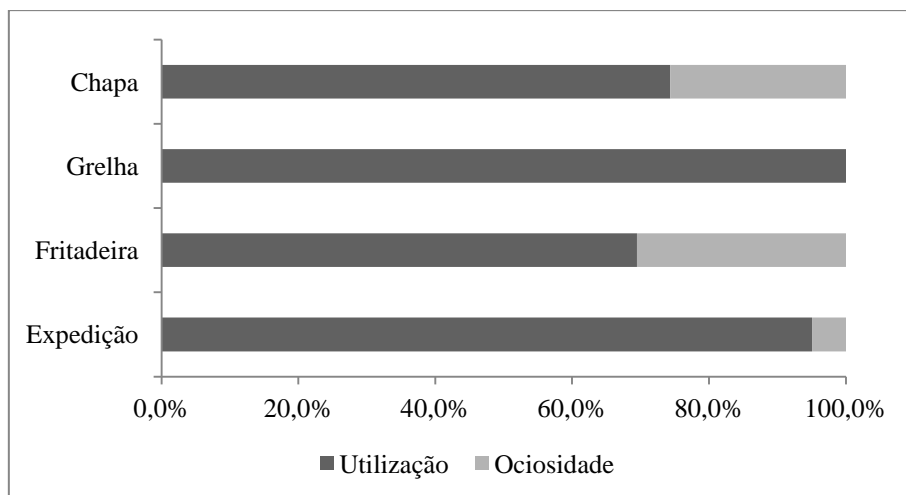
Figura 3: Cenário 1 – Utilização e ociosidade



(Fonte: elaborado pelo autor)

Para o Cenário 2, que representa o cenário atual, foram gerados 2326 pratos F1, 3224 pratos F2, 7142 pratos F3 e 1587 pratos F4. A partir deste cenário, percebe-se suprimento integral da demanda. O percentual de utilização da chapa foi calculado em 74,40%, da grelha em 100%, da fritadeira em 69,50% e, por fim, da expedição em 95,10%. A Figura 4 apresenta este cenário, que resultou em um índice global de utilização de 84,75%.

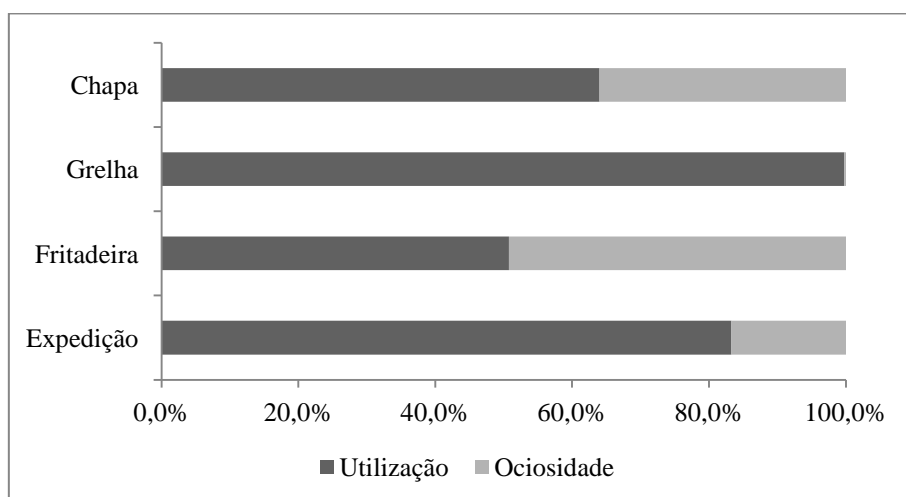
Figura 4: Cenário 2 – Utilização e ociosidade



(Fonte: elaborado pelo autor)

No caso do Cenário 3, a capacidade produtiva apresentada foi de 2326 pratos F1, 3224 pratos F2, 7142 pratos F3 e 1587 pratos F4. Os percentuais de utilização dos recursos foram 99,80% para a grelha, 64% para a chapa, 50,80% para a fritadeira e 83,30% para a expedição, resultando em um índice global de 74,48%. Tais resultados podem ser observados na Figura 5.

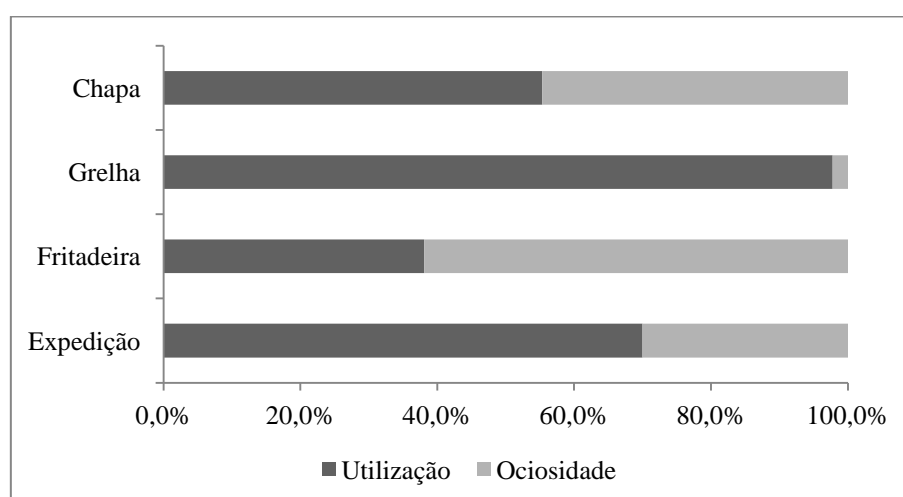
Figura 5: Cenário 3 – Utilização e ociosidade



(Fonte: elaborado pelo autor)

Por último, no Cenário 4, foram produzidos 2326 pratos F1, 3225 pratos F2, 7142 pratos F3 e 1588 pratos F4. Já em relação à utilização dos recursos, obteve-se um percentual de 97,80% para a grelha, 55,40% para a chapa, 38,10% para a fritadeira, e 70% para a expedição, e um percentual global de 65,33%, como pode ser visto na Figura 6.

Figura 6: Cenário 4 – Utilização e ociosidade



(Fonte: elaborado pelo autor)

Compilando os resultados obtidos na geração dos cenários, verifica-se que, como apresentado na Tabela 6, o Cenário 1 não apresenta capacidade suficiente para atender à demanda. Já em relação aos outros cenários (demanda completamente suprida), o volume de produção é muito semelhante. No que tange à utilização dos recursos, conforme a Tabela 7, excluindo-se o Cenário 1, verifica-se que o Cenário 2 apresentou maiores índices, destacando-se como o cenário mais apropriado.

Tabela 6: Resumo da capacidade produtiva

	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 4
F1	2325	2326	2326	2326
F2	3221	3224	3224	3225
F3	6537	7142	7142	7142
F4	1587	1587	1587	1588
Total	13670	14279	14279	14281
Faltantes	602	-	-	-

(Fonte: elaborado pelo autor)

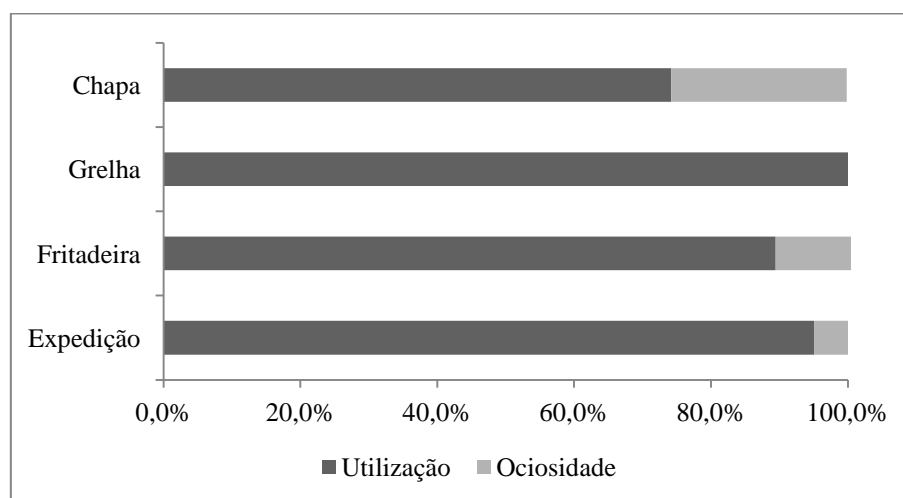
Tabela 7: Resumo da utilização dos recursos

	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 4
Chapa	90,30%	74,40%	64%	55,40%
Grelha	100%	100%	99,80%	97,80%
Fritadeira	89,30%	69,5%	50,80%	38,10%
Expedição	99,80%	95,01%	83,30%	70%
Global	94,85%	84,75%	74,48%	65,33%

(Fonte: elaborado pelo autor)

Visto que o percentual de utilização da fritadeira mostrou-se baixo no Cenário 2, gerou-se, então, um cenário extra, com alocação de dois funcionários nas demais estações e apenas um na fritadeira. No Cenário 5, a capacidade produtiva manteve-se igual à apresentada no Cenário 2, mas o índice de utilização da fritadeira avançou para 89,40%, como pode ser visto na Figura 7.

Figura 7: Cenário 5 – Utilização e ociosidade



(Fonte: elaborado pelo autor)

Portanto, sugere-se a adoção deste último cenário, evidenciado como o mais eficiente, uma vez que apresentou o maior índice global de utilização (89,73%) e incremento de 5,88% na utilização dos recursos, além de suprir integralmente a demanda. O Cenário 5 também mostra-se vantajoso no que diz respeito aos custos de mão-de-obra, já que a força de trabalho necessária foi reduzida em 12,50%. Ademais, propõe-se a aderência do conceito de multifuncionalidade, de forma a facilitar a alocação de funcionários em casos de faltas ou

férias, além de possibilitar que um funcionário mais ocioso venha auxiliar outro quando preciso.

5. Conclusões

Em um contexto em que a qualidade do serviço é componente principal para o sucesso do negócio, um planejamento da força de trabalho eficiente mostra-se fundamental. Considerando esta premissa, o presente artigo teve como objetivo realizar um estudo de capacidade dessa força em um restaurante *casual-dining*, buscando uma alocação recomendada de pessoal.

O método proposto é fundamentado em técnicas de clusterização, para a formação de famílias de produtos em função das variáveis mais relevantes do processo, combinadas a recursos de simulação, empregados na análise de diferentes cenários. Através da demanda verificada para os quatro *clusters* observados, estudaram-se alternativas com nível de força de trabalho baixo, médio, alto e altíssimo, além de um cenário misto, ou seja, com nível de força de trabalho diferente entre as estações de trabalho.

Os resultados obtidos, com o auxílio dos *softwares* MatLab e Promodel, foram analisados através de parâmetros de capacidade produtiva e percentual de utilização dos recursos (chapa, grelha, fritadeira e expedição). Os primeiros índices mostraram-se similares nos ciclos rodados, enquanto que houve diferença entre os indicadores de utilização. Inicialmente, o cenário mais eficiente, com nível médio de força de trabalho, apresentou um índice global de utilização de 84,75%, mas com um percentual de utilização de apenas 69,50% para a fritadeira. Com base nisso, optou-se por simular um cenário extra, com nível misto de força de trabalho – dois funcionários em todas as estações, exceto na fritadeira, que contava com apenas um colaborador –, resultando em um índice global de 89,73%. Recomenda-se, portanto, a adoção desse último cenário, que obteve um incremento de 5,88% da utilização em relação ao cenário anterior e redução de 12,50% na necessidade de mão-de-obra.

Por fim, para realizar uma avaliação mais aprofundada sobre os cenários mais vantajosos, sugere-se que sejam analisados os custos de implantação dos mesmos em estudos futuros. Ainda, a abordagem apresentada nesse artigo poderia ser aprimorada buscando-se cenários que contemplem a variação da demanda nos dias da semana e, até mesmo, em diferentes horários. Propõe-se também a aplicação do método em outros contextos produtivos.

Referências

Adenso-Díaz, B., González-Torre, P., García, V., 2002. **A capacity management model in service industries.** *International Journal of Service Industry Management* 13, 286-302.

Ansari, Z., Babu, A., Azeem, M., Ahmed, W., 2011. **Quantitative evaluation of performance and validity indices for clustering the web navigational sessions.** *World of Computer Science and Information Technology Journal (WCSIT)* 1, 217-226.

Anzanello, M., 2004. **Curvas de aprendizado como balizadoras da alocação de modelos de produtos a equipes de trabalhadores.** Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção/Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Anzanello, M., Fogliatto, S., 2011. **Selecting the best variables for grouping mass-customized products involving workers' learning.** *International Journal of Production Economics* 13, 268-276.

Banks, J., Carson, J., Nelson, B., 1996. **Discrete-event system simulation.** 2 ed., Upper Saddle River: Prentice Hall.

Bard, J., Binici, C., Silva, A., 2003. **Staff scheduling at the United States Postal Service.** *Computers & Operations Research* 30, 745-771.

Cassel, R., 1996. **Desenvolvimento de uma abordagem para a divulgação da simulação no setor calçadista gaúcho.** Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção/Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Church, I., Newman, A., 2000. **Using simulations in the optimization of fast food service delivery.** *British Food Journal* 102, 398-405.

Corominas, A., Lusa, A., Olivella, J., 2012. **A detailed workforce planning model including non-linear dependence of capacity on the size of the staff and cash management.** *European Journal of Operational Research* 216, 445-458.

Donno, L., Swart, W., 1981. **Simulation modeling improves operations, planning and productivity of fast food restaurants.** *Interfaces* 11, 35-47.

Field, A., McKnew, M., Kiessler, P., 1997. **A simulation comparison of buffet restaurants: Applying Monte Carlo Modeling.** *Cornell Hotel and Restaurant Administration Quarterly*, 68-79.

- Gil, A., 2008. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4 ed., São Paulo: Atlas.
- Gnanadesikan, R., 1977. **Methods for statistical data analysis of multivariate observations**. Wiley Series in Probability and Mathematical Statistics.
- Guley, H., Stinson, J., 1984. **Scheduling and resource allocation in a food service system**. Journal of Operations Management 4, 129-144.
- Hair, J., Black, W., Babin, B., Anderson, R., 2010. **Multivariate data analysis**. 7 ed., New Jersey: Pearson.
- Huang, H., Lee, L., Song, H., Eck, B., 2009. **SimMan – A simulation model for workforce capacity planning**. Computers & Operations Research 36, 2490-2497.
- Hueter, J., Swart, W., 1998. **An integrated labor-management system for Taco Bell**. Interfaces 28, 75-91.
- Hwang, J., Lambert, C., 2009. **The use of acceptable customer waiting times for capacity management in a multistage restaurant**. Journal of Hospitality & Tourism Research 33, 547-561.
- Hwang, J., Gao, L., Jang, W., 2010. **Joint demand and capacity management in a restaurant system**. European Journal of Operational Research 207, 465-472.
- Johnson, R., Wichern, D., 2002. **Applied multivariate statistical analysis**. 5 ed., New Jersey: Prentice Hall.
- Law, A., 2007. **Simulation modeling and analysis**. 4 ed., New York: McGraw-Hill.
- Lee, H., 1999. **Automatic clustering of business processes in business systems planning**. European Journal of Operational Research 114, 354-362.
- Papamichail, G., Papamichail, D., 2007. **The K-means range algorithm for personalized data clustering in e-commerce**. European Journal of Operational Research 177, 1400-1408.
- Pidd, M., 2004. **Computer simulation in management science**. 5. ed. Chichester: John Wiley and Sons.
- Pullman, M., Rodgers, S., 2010. **Capacity management for hospitality and tourism: A review of current approaches**. International Journal of Hospitality Management 29, 177-187.
- Santos, D., 2009. **Bee clustering: um algoritmo para agrupamento de dados inspirado em inteligência de enxames**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Computação/Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Staudt, F., Coelho, A., Gonçalves, M., 2011. **Determinação da capacidade real necessária de um processo produtivo utilizando cadeia de Markov.** Produção, v. 21, n. 4, p. 634-644.

Sill, B., 1991. **Capacity Management: Making your service delivery more productive.** Cornell Hotel and Restaurant Administration Quarterly, 77-87.

Thompson, G., 1998. **Labor Scheduling, part 2: knowing how many on-duty employees to schedule.** Cornell Hotel and Restaurant Administration Quarterly 39, 22-31.

Thompson, G., Goodale, J., 2006. **Variable employee productivity in workforce scheduling.** European Journal of Operational Research 170, 376-390.

Thompson, G., 2003. **Labor Scheduling – A commentary.** Cornell Hotel and Restaurant Administration Quarterly.