INTEGRAÇÃO DA TEORIA DAS FILAS AO *TIME-DRIVEN ABC MODEL*: UMA ANÁLISE DA CAPACIDADE OCIOSA*

Sérgio Lemos Duarte
Mestrando em Administração
Universidade Federal de Uberlândia - UFU
sergioufu@gmail.com

Kleber Carlos Ribeiro Pinto
Doutor em Engenharia de Transportes
Professor Adjunto da Faculdade de Gestão e Negócios - UFU
kleber@ufu.br

Sirlei Lemes
Doutora em Controladoria e Contabilidade pela Universidade de São Paulo - FEA/USP
Professora Adjunta da Faculdade de Ciências Contábeis - UFU
sirlemes@uol.com.br

RESUMO

Com o surgimento do custeio ABC estimava-se uma melhoria na apuração dos custos indiretos, porém a dificuldade de implementação do modelo não deixou que o mesmo se propagasse, como previa-se no meio empresarial. Para tentar resolver essa dificuldade Kaplan e Anderson (2004) criaram o modelo *Time-Driven ABC* que reduz todos os direcionadores de atividades para apenas um: o tempo. Porém o modelo utiliza como apuração da capacidade prática uma variável aleatória de 80% a 85% da capacidade teórica, sem nenhuma medição. Este artigo teve como objetivo estudar a possibilidade de utilizar o modelo da teoria das filas como instrumento de medição da capacidade ociosa, apurando assim a capacidade prática, para agregar ao modelo *Time-Driven ABC*. Foi utilizada uma simulação de dados para demonstrar a utilidade da teoria das filas neste modelo, apresentando os cálculos de custos antes e após a inclusão dos dados da capacidade ociosa obtida por meio da teoria das filas. Em relação à metodologia utilizada foi realizada uma análise hipotética de dados, com simulação dos valores. O resultado encontrado demonstra que a teoria das filas é uma forma prática para encontrar o real tempo que o sistema encontra-se ocioso, eliminando dos cálculos de custeio qualquer subjetividade.

Palavras-chave: *Time-Driven ABC Model;* Teoria das Filas; Capacidade Ociosa.

INTEGRATING QUEUEING THEORY AND THE TIME-DRIVEN ABC MODEL: AN ANALYSIS OF IDLE CAPACITY

ABSTRACT

With the rise of ABC, an improvement in the investigation of indirect costs was expected. However, the challenges of implementing the model slowed its dissemination as expected in the business world. To try to resolve this difficulty, Kaplan and Anderson (2004) created the Time-Driven ABC model, which focuses all activities in only one variable: time. However, the model uses as an investigation of the practical capacity a random variable from 80% to 85% of theoretical capacity, without any measurement. This article aims to study the possibility of using the model of queueing theory as a yardstick for idle capacity, thus investigating the practical ability to add to the Time-Driven ABC model. A data simulation

* Artigo apresentado e publicado nos anais do XV Congresso Brasileiro de Custos - Curitiba - PR, Brasil, 12 a 14 de novembro de 2008

was used to demonstrate the usefulness of queueing theory in this model, showing the calculations of costs before and after the inclusion of data from idle capacity obtained through queueing theory. In regards to the methodology, a hypothetical data analysis was conducted with a simulation of values. The results show that queueing theory is a practical way to find the actual time during with the system is idle, eliminating any subjectivity from cost calculations.

Keywords: Time-Driven ABC Model; Queueing theory. Idle capacity.

1 INTRODUÇÃO

O sistema de custeio ABC *(Activity Based Costing)* surgiu na década de 1980, com o objetivo de diminuir a dificuldade que os outros sistemas de custeios tinham para alocar os custos indiretos. Porém sua utilização prática não foi tão simples quanto seus objetivos, Kaplan e Anderson (2004) argumentam que a causa do abandono da utilização do ABC ou seu baixo índice de implementação estão nas limitações das tecnologias de apuração de custos capaz de efetuar uma contínua coleta e processamento de informações relativas às atividades e seus respectivos direcionadores. Tais limitações estão basicamente relacionadas a fatores técnicos.

Para facilitar a aplicação do método ABC, Kaplan e Anderson (2004) revisaram as premissas originais do modelo de apuração de custos pelo ABC e apresentaram uma solução para os problemas e desvantagens, inicialmente, identificados. A solução encontrada foi denominada de *Time-Driven ABC Model* (TDAM), que inicialmente reduziria a dificuldade de apurar vários direcionadores de recursos, reduzindo a apenas um direcionador, o tempo.

Contudo o TDAM possui abordagens subjetivas. Kaplan e Anderson (2004) ao abordar a capacidade ociosa do sistema não levaram em consideração variáveis que podem afetar essa capacidade, dizendo apenas que a capacidade prática equivale a algo entre 80% e 85% da capacidade teórica plena.

A capacidade é difícil de mensurar, pois não é uma variável estática, ela pode ser afetada por vários fatores, como por exemplo, o *Know-how* que aumenta a capacidade do funcionário em executar uma tarefa, alterando assim o seu tempo de execução da tarefa, podendo até melhorar o tempo de produção de uma máquina. Anzenelo e Fogliatto (1997) demonstraram que a Curva de Aprendizado de trabalhadores submetidos a tarefas repetitivas, que possibilitavam agregar novas tarefas, reduziu perdas com ao passar do tempo.

Uma maneira de amenizar esta aleatoriedade é introduzir métodos que comprovem a real capacidade ociosa de um sistema, este método pode ser a teoria das filas por fazer uma mensuração do quanto o sistema analisado encontra-se ocioso.

O problema que norteou esta pesquisa foi a subjetividade que pode ocorrer pela não verificação correta da capacidade ociosa do sistema analisado. Assim a pergunta que se faz é: **como se daria a integração do modelo de teoria das filas e o *Time-Driven ABC Model* para ser um instrumento de validação da capacidade ociosa?**

O objetivo do trabalho é propor a utilização da teoria das filas como um instrumento de validação para o modelo de custeio TDAM, por meio do cálculo da capacidade ociosa, eliminando possíveis divergências que podem ocorrer com a subjetividade que o TDAM sozinho pode gerar, ocasionado assim falhas no processo de tomada de decisão. Esta pesquisa se desenvolveu por meio de uma simulação de dados, antes e após a aplicação da teoria das filas.

A metodologia utilizada no trabalho foi uma pesquisa descritiva, com a utilização de dados hipotéticos, realizando uma simulação de valores para representação da integração dos modelos.

Este trabalho está estruturado em três seções além desta inicial. A segunda seção a fim de elucidar sobre o tema, explica o que é a capacidade, discute os conceitos de custeio ABC e sua nova abordagem, o TDAM, e conceitua a teoria das filas. A terceira seção apresenta um comparativo da utilização do TDAM com a teoria das filas, analisando as possíveis divergências que podem ocorrer. E a quarta e última seção descreve sobre as considerações finais acerca da pesquisa.

- Capacidade Teórica ou Nominal é o baseado na produção, com eficiência total durante todo o tempo. Ela é teórica por não levar em conta qualquer manutenção da instalação, quaisquer interrupções por causa de quebras na linha de produção ou outros fatores. Apesar de ser muito difícil a fábrica operar à capacidade teórica, isso pode representar uma meta ou um alvo de nível de utilização;
- Capacidade Prática reduz a capacidade teórica por causa de interrupções inevitáveis na operação, como manutenção programada, não-funcionamento em feriados e em outras datas, e assim por diante.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Capacidade e Utilização

Capacidade é definida como limitação, um limite superior, segundo Horngren, Foster e Datar (2000). Em sua literatura expõem dois denominadores: um voltado para a capacidade, à instalação oferecida e o outro para a necessidade, a utilização.

Os denominadores voltados para a capacidade se dividem em dois conforme Horngren, Foster e Datar (2000):

Ao conceituar capacidade de produção ociosa Guerreiro e Christians (1992, p. 305), define capacidade ociosa de produção como o potencial produtivo não utilizado: máquina, unidade, ou fábrica não em uso ou apenas parcialmente em uso; pode ser mensurado de várias formas, em toneladas possíveis de produção, ou em horas disponíveis para produção.

A figura 1 demonstra esquematicamente os termos abordados em capacidade, usando como exemplo a taxa de 80% exposta por Kaplan e Anderson (2004), para referenciar a ociosidade.

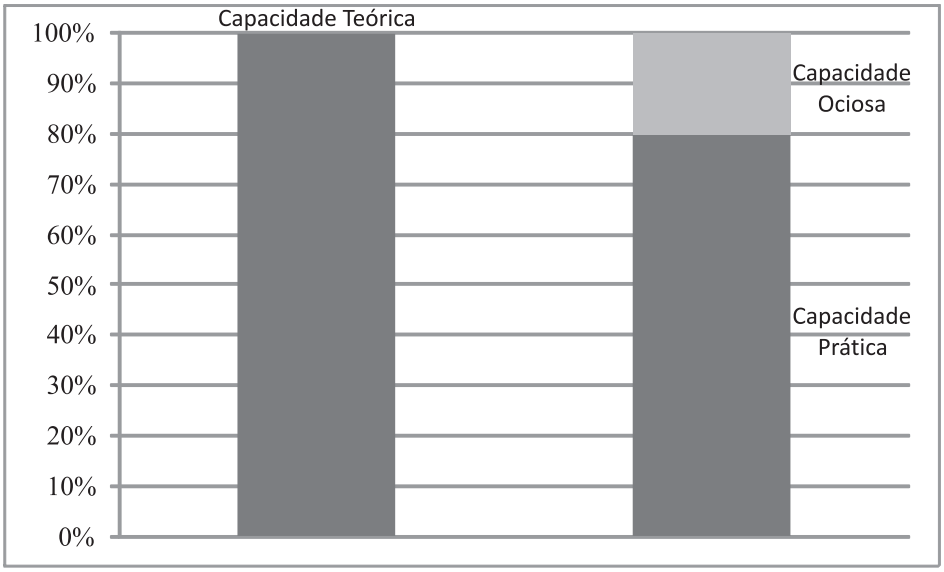


Figura 1 - Capacidade teórica, prática e Ociosa

Bezerra *et al* (2007) afirmam que a capacidade pode ser utilizada também para equipamentos, sendo que os de difícil determinação podem-se utilizar percentuais dos níveis de utilização dos

equipamentos no passado.

Apesar dos autores supracitados utilizarem somente um termo para denominar capacidade ociosa, esse estudo a diferenciará entre as ociosidades por subutilização (por falta de pedido) e aquela por 'incompetência' do próprio sistema.

2.2 Custeio ABC

O custeio ABC surgiu na década de 80 e foi criado para suprir as necessidades não atendidas pelos sistemas de custos tradicionais e com o objetivo de melhorar a mensuração e a administração dos custos indiretos fixos, relacionando os mesmos às atividades geradoras destes, para a acumulação diferenciada ao custo dos diversos produtos da empresa.

Kaplan e Cooper (1998, p.94) definem o custeio ABC como:

> um mapa econômico das despesas e da lucratividade da organização baseado nas atividades organizacionais. Um sistema de custeio baseado em atividades oferece às empresas um mapa econômico de suas operações, revelando o custo existente e projetado de atividades e processos de negócios que, em contrapartida, esclarece o custo e a lucratividade de cada produto, serviço, cliente e unidade operacional.

Padoveze (2000) destaca que o custeio baseado em atividades atribui primeiro os custos para as atividades, e depois aos produtos, baseado no uso das atividades, e depois das atividades de cada produto. O custeio baseado em atividades é fundamental no conceito: produtos consomem atividades, atividades consomem recursos.

O sistema de custeio baseado em atividades, segundo Martins (2001), opera com três formas de alocação dos custos: alocação direta faz-se quando existe uma identificação clara, direta e objetiva de certos itens de custos com certas atividades; rastreamento, feito com base na identificação da relação entre a atividade e a geração dos custos; e rateio, realizado apenas quando não há a possibilidade de utilizar nem a alocação direta nem o rastreamento.

Para o rastreamento dos custos o sistema utiliza os direcionadores de custos ou cost drivers, que é a causa que determina a ocorrência de uma atividade, ele é a verdadeira causa básica dos custos. Nakagawa (1994, p.74) define cost driver como:

> uma transação que determina a quantidade de trabalho (não a duração) e, através dela, o custo de uma atividade. Definido de outra maneira, *cost driver* é um evento ou fator causal que influencia o nível e o desempenho de atividades e o consumo resultante de recursos.

Este sistema pode ser utilizado tanto para fins de avaliação de estoques quanto para fins gerenciais, como suporte ao processo de tomada de decisões.

2.3 *Time-Driven ABC Model*

Kaplan e Anderson (2004) revisando o custeio ABC e sua dificuldade de implementação, criaram uma forma de simplificar este sistema denominada de *Time-Driven ABC Model,* ou seja, esses autores elaboraram uma nova abordagem para o ABC, sem, entretanto, abandonar o conceito inicial.

Segundo seus idealizadores Kaplan e Anderson (2004, p.2), o novo modelo de apuração de custos pelo ABC tem as seguintes vantagens: pode ser estimado e facilmente instalado; é facilmente atualizado para refletir as mudanças nos processos, as ordens de categoria e os custos de recursos; pode ser alimentado por sistemas ERP *(Enterprise Resource Planning)* e CRM *(Customer Relationship Management)*; pode ser validado por observação direta do modelo de estimativas de unidade de tempo; explicitamente incorpora recursos de capacidade e destaca capacidade de gestão de recursos não utilizados.

Kaplan e Anderson (2004, p. 2-3) ainda afirmam que, de acordo com a nova abordagem do ABC:

> é possível estimar diretamente a demanda de recursos gerada por transação, produto ou cliente, em vez de alocar os custos de recursos primeiro para atividades e, a seguir, para produtos ou clientes. Para cada grupo de recursos, é preciso estimativas de dois parâmetros: o custo, por unidade de tempo, para suprir a capacidade

> de recursos e os tempos unitários de consumo da capacidade de recursos por produtos, serviços e clientes. Ao mesmo tempo, a nova abordagem gera taxas de direcionadores de custos mais precisas ao permitir a estimativa de tempos unitários até para transações complexas, especializadas.

Conforme Kaplan e Anderson (2004) é possível estimar diretamente a demanda de recursos gerada por cada atividade e, até mesmo, por produto ou cliente definindo os seguintes passos para a nova abordagem:

1. Estimar o custo por unidade de tempo da capacidade: o gestor faz uma estimativa direta da capacidade prática dos recursos supridos como porcentagem da capacidade teórica.

2. Estimar os tempos unitários das atividades: determinação, por meio de entrevistas ou observação direta, do tempo total gasto para se realizar uma unidade de cada tipo de atividade, ou seja, determinar quanto tempo é necessário para se concluir uma unidade de cada atividade.

3. Derivar os direcionadores de custos: cálculo das taxas de direcionadores de custos, sendo definidas as taxas padrão, pode-se aplicá-las em tempo real.

4. Analisar e relatar custos: registrar, de forma contínua, os custos das atividades da empresa, revelando o tempo gasto em cada uma delas. O relatório possibilita o destaque da capacidade suprida, da capacidade utilizada, além dos custos da capacidade não utilizada.

5. Atualizar o modelo: estimação do tempo unitário exigido para cada nova atividade agregada a um determinado departamento. Dois fatores podem fazer com que as taxas se alterem: as variações de preço dos recursos supridos e a mudança no nível de eficiência.

Kaplan e Anderson (2004) afirmam que a nova abordagem do ABC apresentou vantagens satisfatórias para as empresas que a utilizaram, dentre outras, destacando-se: a redução do número de atividades monitoradas; o acréscimo de novos elementos nas equações de tempo, sem exigir mais do sistema contábil; a estimação de custos com base em características reais e observações diretas do tempo; a facilidade de validação do modelo; o número mínimo de pessoas para carregar, calcular, validar e divulgar os resultados e a redução do tempo de processamento do modelo.

O *Time-Driven ABC Model,* segundo Kaplan e Anderson (2004), é considerado uma "metodologia transparente, escalonável, fácil de implementar e de atualizar", que permite aos gestores obter informações importantes, sobre custos e rentabilidade, de forma rápida e barata. Além disso, esses autores acrescentam que a nova abordagem não é um sistema de implementação complexa e cara.

> Medir a capacidade prática de um grupo de recursos não é um assunto trivial, mas isso não é um problema insuperável. Muitas vezes a capacidade prática é estimada como uma percentagem, digamos 80% ou 85%, da capacidade teórica. Ou seja, se um empregado ou uma máquina normalmente pode trabalhar 40 horas por semana, a capacidade prática poderia ser assumida como 32 horas semanais. Isto permite uma estimativa de 20% do pessoal está descansando, chegando ou partindo, lendo ou comunicando assuntos alheios ao trabalho, e 20% da máquina pode ser devido a obras de manutenção, reparação e flutuações na escala. (KAPLAN e ANDERSON, 2004).

O Sistema de Custeio *Time-Driven ABC* tem o tempo como único direcionador de custos, entretanto a ociosidade não é suficientemente explorada por Kaplan e Anderson (2004), por outro lado, a Teoria das Filas probabilísticas freqüentemente aponta a ociosidade como um elemento dependente das médias dos tempos entre chegadas e dos tempos de atendimento dos clientes demandantes dos serviços. Assim, este texto procura incorporar os conceitos de ociosidade da Teoria das Filas ao procedimento de Custeio *Time-Driven ABC.*

2.4 Teoria das Filas

O uso da teoria das filas vem sendo amplamente utilizado em planejamento portuário desde a

década de 60 para as previsões de ocupações de berços de acordo com o tipo de carga e frotas e equipamentos utilizados na atividade portuária. Especificamente nas operações de minério foram utilizados os modelos de fila que admitam o tempo entre chegadas e o tempo de serviço ajustados à distribuição de freqüência do tipo Erlang (UNCTAD, 1978). Por outro lado, estes modelos podem não ser os que melhor representam a característica operacional dos portos. Este é um dos motivos pelos quais a simulação vem sendo, cada vez mais, utilizada nas avaliações de sistemas portuários (CERQUEIRA, 1997, LACERDA, 1997).

O sistema de filas consiste em um conjunto de usuários, com um conjunto de atendentes e uma ordem pela qual os usuários chegam e são processados (BRONSON, 1985).

Monks (1987) diz que a teoria das filas é a abordagem quantitativa à análise de sistemas que inclui linhas de espera, ou filas. As linhas de espera podem se formar, ainda, quando o sistema (instalação) tiver capacidade suficiente, em média, para suprir a demanda. Isto porque o tempo de chegada e os tempos de serviço para os clientes são aleatórios e variáveis.

Algumas definições devem ser levadas em consideração conforme explicado por Shamblin e Stevens Jr. (1987), que define alguns termos básicos em Teoria das Filas: clientes é a unidade de chegada que requer atendimento, podendo ser pessoas, máquinas, peças e etc.; fila é o número de clientes esperando atendimento, normalmente não incluindo o cliente que está sendo atendido; o canal de atendimento é o processo ou sistema que realiza o atendimento do cliente, podendo este ser único ou múltiplo, sendo indicado pelo símbolo S que informa o número de canais; taxa de chegada é a taxa (clientes por período de tempo) segundo a qual os clientes chegam para ser atendidos; e tamanho da população é o tamanho do grupo que fornece os clientes, se houver um grupo de apenas alguns clientes potenciais diz que a população é finita, se houver um número maior de clientes que não se consiga apurar a população é infinita.

As notações genéricas dos parâmetros da Teoria das Filas são:

λ = taxa média de chegadas

$\frac{1}{\lambda}$ = tempo médio ente chegadas de clientes sucessivos

μ = taxa média de atendimento

$\frac{1}{\mu}$ = tempo médio de atendimento de um cliente

S = número de atendentes

n = número de clientes no sistema

Duas condições são possíveis para um sistema de filas: estar utilizado ou estar ocioso. Assim, a taxa de utilização (ρ) de um sistema de filas é dada pela razão entre a taxa média de chegadas e o produto entre a taxa média de atendimento e o número de atendentes (S), conforme mostra a equação 1:

$$\rho = \frac{\lambda}{S \cdot \mu} \qquad (1)$$

A taxa média de atendimento é a média das taxas de atendimentos ocorridas nas faixas de tempo determinadas para a coleta de dados em um determinado intervalo de tempo, as quais definem uma distribuição de freqüência, que geralmente podem ser suficientemente ajustadas a uma curva teórica de distribuição de freqüência.

Conforme Andrade (2002) afirma, existem alguns fatores que condicionam a operação do sistema, são eles: forma de atendimento; forma de chegadas; disciplinas das filas; e estrutura do sistema. Destes um fator importante é determinar

a estrutura da fila, pois cada caso exige um estudo analítico diferente.

A figura 2 apresenta o modelo para 1 fila com 1 canal de atendimento. Admitindo que: (a) as chegadas obedeçam a uma distribuição teórica de Poisson (ANDRADE, 2002); (b) a população seja infinita; (c) o sistema tenha uma só fila (figura 2); (d) a ordem dos atendimentos segue a ordem de chegadas (FIFO); (e) os tempos de atendimento por canal obedeçam a uma distribuição exponencial negativa, então é necessário que o único canal garanta o atendimento a todos os clientes no período de tempo determinado para o planejamento, ou seja, que o sistema deva ser não-congestionado. Assim, a taxa de utilização ?, dada pela equação 1, precisa ser menor do que um, conforme mostra a equação 2:

$$\delta < 1 \Rightarrow \frac{\lambda}{1 \cdot \mu} < 1 \Rightarrow \lambda < \mu \qquad (2)$$

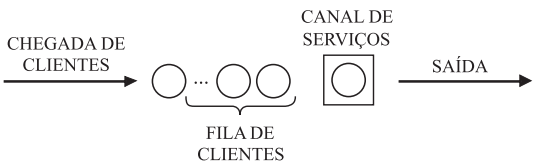


Figura 2: Sistema de 1 Fila e 1 Canal

Fonte: Andrade, 2002

Com base neste modelo, a probabilidade de haver n clientes no sistema é dada pela equação 3 e a probabilidade de que o sistema esteja ocioso (não exista clientes no sistema) é dada pela equação 4.

$$P(n) = \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n \times \left(\frac{\mu - \lambda}{\mu}\right) \qquad (3)$$

$$P(n = 0) = \left(\frac{\mu - \lambda}{\mu}\right) \qquad (4)$$

A figura 3 representa um sistema com 1 fila e vários canais de atendimento.

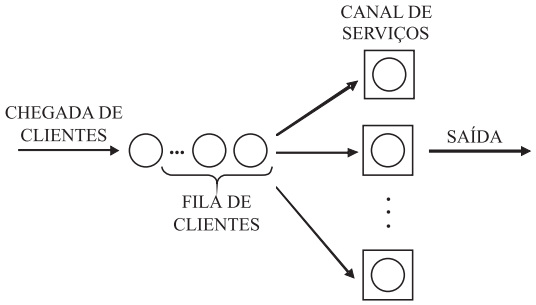


Figura 3: Sistema de 1 Fila e Vários Canais

Fonte: Andrade, 2002

Admitindo que: (a) as chegadas obedeçam a uma distribuição teórica de Poisson; (b) a população seja infinita; (c) o sistema tenha uma só fila e diversos canais de atendimento (figura 3); (d) a ordem dos atendimentos segue a ordem de chegadas (FIFO); (e) os tempos de atendimento por canal obedeçam a uma distribuição exponencial negativa, então o número de atendentes (canais) no sistema, definido por S, deve ser tal que garanta o atendimento a todos os clientes no período de tempo determinado para o planejamento, ou seja, o sistema deva ser não-congestionado. Assim, a taxa de utilização δ, dada pela equação 1, precisa ser menor do que um, conforme mostra a equação 5:

$$\delta < 1 \Rightarrow \frac{\lambda}{S \cdot \mu} < 1 \Rightarrow \lambda < S \cdot \mu \qquad (5)$$

A probabilidade de haver n clientes no sistema é dada para a situação em que o número de atendentes for maior do que o número de clientes no sistema (equação 6) e para quando o número de clientes no sistema for maior do que o número de atendentes (equação 7).

a) $n < S$

$$P_n = \rho^n \cdot \frac{1}{n!} \cdot P_0 \qquad (6)$$

b) $n \quad S$

$$P_n = \rho^n \cdot \frac{1}{S!.S^{n-s}} \cdot P_0 \qquad (7)$$

A probabilidade de haver 0 cliente no sistema (ociosidade total do sistema) é dada pela equação 8.

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{j=0}^{s-1} \frac{\rho^{j}}{j!} + \frac{\rho^{s}}{(s-1)!.(s-\rho)}} \qquad (8)$$

Sendo $\rho = \frac{\lambda}{\mu}$

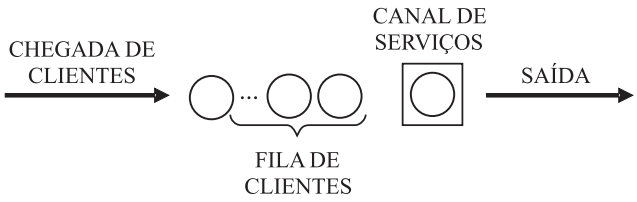
3 INTEGRANDO OS MÉTODOS

O *Time-Driven ABC Model* é um sistema que facilita a apuração dos custos pelo método de custeio ABC utilizando apenas um direcionador, enquanto a teoria das filas é um sistema que oferece condições de calcular a capacidade ociosa. A utilização dos dois métodos pode ser um instrumento para o cálculo dos custos.

Para exemplificar esta integração serão utilizados os dados conforme quadro 1.

DEPARTAMENTO ABC

1 - Modelo de atendimento do setor:



2 - O posto de atendimento funciona 8 horas por dia, 22 dias por mês

3 - O custo e despesas mensais deste departamento são de R$ 10.000,00

4 - Será adotado a menor taxa para o valor da capacidade prática proposta por Kaplan e Anderson (2004), 80%

5 - A empresa desenvolve 5 atividades em seu processo produtivo, sendo que cada atividade é desenvolvida isoladamente e cada uma gera um produto/serviço, podendo cada uma delas ser associada a um modelo de filas de um canal e um atendimento.

6 - Diferentes atividades podem ser desempenhadas pelo posto de atendimento, caracterizando a aleatoriedade da distribuição de freqüência nos tempos de atendimento, que aqui se pressupõe obedecer a uma curva teórica exponencial negativa. O volume de serviços por atividade e o tempo de execução são:

Atividade A - 150 unidades - 7 minutos para cada atividade
Atividade B - 190 unidades - 8 minutos para cada atividade
Atividade C - 190 unidades - 10 minutos para cada atividade
Atividade D - 190 unidades - 5 minutos para cada atividade
Atividade E - 600 unidades - 4 minutos para cada atividade

7 - O departamento tem 68 entradas de clientes-produtos por dia.

8 - A taxa média de atendimento adotada para o modelo será de 11 clientes-produtos/hora.

A Tabela 1 demonstra o custo por unidade de acordo com os dados apresentados.

Tabela 1 - Custo por Unidade de Tempo da Capacidade do departamento ABC

	Número de Funcionários no atendimento	Quantidade de horas/dia	Total Minutos Mês (22 dias úteis)	Custo Total do Departamento
Atendentes	1	8	10.560	R$ 10.000,00
			Capacidade Teórica	10.560
			Capacidade Prática (80%)	8.448
			Custo por Minuto	R$ 1,18

Fonte: os autores.

A capacidade prática é de 8.448 minutos por mês. Como foi suposto um custo total de R$ 10.000,00, o custo por minuto do departamento é de R$ 1,18, sendo que este valor é resultado do custo total do departamento divido pela capacidade prática. Com o custo por minuto apurado, faz-se o levantamento do tempo utilizado por atividade e apura-se o custo total, conforme apresentado pela Tabela 2.

Tabela 2 - Apuração do custo pelo *Time-Driven ABC Model*

Atividades	Tempo por atividade em min.	Custo por minuto	Custo da Atividade Individual	Volume Estimado	Total de minuto Gasto	Custo por atividade
Atividade 1	7	R$ 1,18	R$ 8,29	150	1.050	R$ 1.242,90
Atividade 2	8	R$ 1,18	R$ 9,47	190	1.520	R$ 1.799,24
Atividade 3	10	R$ 1,18	R$ 11,84	190	1.900	R$ 2.249,05
Atividade 4	5	R$ 1,18	R$ 5,92	190	950	R$ 1.124,53
Atividade 5	4	R$ 1,18	R$ 4,73	600	2.400	R$ 2.840,91
				Total Utilizado	7.820	R$ 9.256,63
				Total Suprido	8.448	R$ 10.000,00
				Capacidade não utilizada	628	R$ 743,37

Fonte: os autores.

Após o cálculo do custo por minuto, encontrado na tabela 1, a Tabela 2 demonstra o tempo gasto em cada atividade realizada no departamento. Para obter a taxa padrão multiplica-se o custo por minuto pelo tempo gasto de cada atividade, ou seja, encontra-se o custo de realização de cada atividade. Em seguida estima-se o volume de trabalho para cada atividade dentro do período analisado e

encontra-se o total de minuto gasto. Apurando assim o custo total.

O total de minuto utilizado no mês para realizar todas as atividades foi de 7.820 minutos conforme apurado por meio do cálculo do volume estimado multiplicado pelo tempo gasto em cada atividade. Deste total de minutos utilizados deduz a capacidade prática ou total suprido, resultando em uma capacidade ociosa de 628 minutos.

O percentual dos custos e despesas totais que foram atribuídos aos pacientes foi de 92,56%, o restante foi considerado como custo da capacidade não utilizada.

Para analisar a capacidade ociosa, Kaplan e Anderson (2004), retorna conceitos de taxa real, sem utilizar a capacidade ociosa e taxa corrente que agrega o termo da ociosidade. A Tabela 3 demonstra a síntese para análise da capacidade ociosa.

Tabela 3 - Análise da Capacidade Ociosa

Taxa Real	Tempo Minutos	%	Taxa Corrente	Tempo Minutos	%
Capacidade Teórica	10.560	100%	Capacidade Teórica	8.448	100%
Capacidade Prática	7.820	74%	Capacidade Prática	7.820	93%
Capacidade Ociosa	2.740	26%	Capacidade Ociosa	628	7%

Fonte: os autores.

A taxa real, que não considera a ociosidade mostra que 26% do total do tempo não foram utilizados, e se agregar a taxa de 80% de ociosidade, a capacidade teórica, obterá uma capacidade ociosa de 7% de minutos não trabalhados.

Como mencionado na seção 1 o cálculo da ociosidade é subjetivo, por não se calcular exatamente quanto seria a correta ociosidade, sendo aplicado apenas um percentual.

Para conseguir aproximar do tempo real, a proposta é adoção do modelo de um só canal e uma só fila da teoria das filas, que calcula as taxas de chegadas e de serviço médias para o cálculo da capacidade ociosa do sistema, que deverá ser calculado quando o sistema analisado estiver com 100% da capacidade prática utilizada, ou seja, sem paradas por falta de serviço ou matéria-prima.

A taxa média de chegada, referente ao atendimento realizado pelo departamento ABC entre as 8h:00min e as 17h:00min é de λ = 8,5 pacientes/hora e a taxa média de atendimento é de μ = 11 pacientes/hora, então, aplicando a equação 4, obtém a ociosidade do sistema.

$$P(n = 0) = \left(\frac{11 - 8{,}5}{11}\right)$$
$$P(n = 0) = 22{,}73\%$$

A capacidade ociosa do sistema é 22,73% e conseqüentemente a capacidade prática é 77,27%.

Com a nova capacidade prática, calculam-se os custos por minuto, conforme demonstrado na Tabela 4.

Tabela 4 - Estimando o Custo por Unidade de Tempo da Capacidade com Teoria da Fila

	Número de Funcionários no atendimento	Quantidade de horas/dia	Total Minutos Mês (22 dias úteis)	Custo Total do Departamento
Atendentes	1	8	10.560	R$ 10.000,00
			Capacidade Teórica	10.560
			Capacidade Prática	8.160
			Custo por Minuto	R$ 1,23

Fonte: os autores.

A Tabela 4 introduz a nova taxa da capacidade prática, diminuindo de 8.448 minutos para 8.160 minutos. Apurando assim um novo custo por minuto de R$ 1,23, que será alterado na aplicação do sistema TDAM conforme Tabela 5.

Tabela 5 - Ajuste do Time-Driven ABC Model com Teoria das Filas

Atividades	Tempo por atividade em min.	Custo por minuto	Custo da Atividade Individual	Volume Estimado	Total de minuto Gasto	Custo Total por Atividade
Atividade 1	7	R$ 1,23	R$ 8,58	150	1.050	R$ 1.286,76
Atividade 2	8	R$ 1,23	R$ 9,80	190	1.520	R$ 1.862,75
Atividade 3	10	R$ 1,23	R$ 12,25	190	1.900	R$ 2.328,43
Atividade 4	5	R$ 1,23	R$ 6,13	190	950	R$ 1.164,22
Atividade 5	4	R$ 1,23	R$ 4,90	600	2.400	R$ 2.941,18
				Total Utilizado	7.820	R$ 9.583,33
				Total Suprido	8.160	R$ 10.000,00
				Capacidade não utilizada	340	R$ 416,67

Fonte: os autores.

O custo não alocado da capacidade não utilizada após a integração da teoria das filas diminui de R$ 743,37 para R$ 416,67. E o tempo que o sistema permanece ocioso diminui de 628 para 340 minutos.

Tabela 6 - Análise da Capacidade Ociosa com a Teoria das Filas

Taxa Real	Tempo Minutos	%	Taxa Corrente	Tempo Minutos	%
Capacidade Teórica	10.560	100%	Capacidade Suprida	8.160	100%
Capacidade Prática	7.820	74%	Capacidade Utilizada	7.820	96%
Capacidade Ociosa	2.740	26%	Capacidade Ociosa	340	4%

Fonte: os autores.

A Tabela 6 demonstra que a taxa real, sem consideração da capacidade ociosa, 26% do total do tempo não foi utilizado, considerando o TDAM e a teoria das filas esse percentual reduz para 4% de minutos não trabalhados.

Para comparação da integração das duas metodologias a Tabela 7 demonstra essa relação.

Tabela 7 - Comparativo do Time-Driven ABC Model com e sem Teoria das Filas

	Time-Driven ABC Model	
	Sem Teoria das Filas	Com Teoria das Filas
Capacidade Teórica (100%)	10.560	10.560
Capacidade Ociosa do Sistema	2.112	2.400
% capacidade prática	80%	77,27%
Capacidade Prática	8.448	8.160
Total de minutos utilizados	7.820	7.820
Capacidade Ociosa do Serviço	628	340
Custo por minuto	R$ 1,18	R$ 1,23
Custo não alocado	R$ 743,37	R$ 416,67

Fonte: os autores.

Conforme Tabela 7 a integração da teoria das filas no TDAM altera o resultado diminuindo o custo não alocado de R$ 743,37 para R$ 416,67. A diferença pode ser maior, dependendo do sistema que será analisado, o que reduz a subjetividade do modelo TDAM sem a integração.

Com a diminuição da capacidade prática do departamento o custo por minuto foi elevado de R$ 1,18 para R$ 1,23, fazendo com que os custos não alocados fossem redistribuídos entre as atividades, diminuindo ,o mesmo.

O sistema analisado tem duas perspectivas, a capacidade ociosa sistema e a ociosa do serviço. A primeira é restrita ao meio, pois não recebe interferência para ser modificada. E a capacidade ociosa do serviço gerada por não utilização, resultante da falta de algum recurso como matéria-prima ou de serviço. Um sistema com capacidade prática de 100% de funcionamento deve ser a base para o cálculo da teoria das filas para mensuração da capacidade ociosa.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve por objetivo verificar a possibilidade da teoria das filas atuar como um instrumento de medição da capacidade ociosa para conseguir reduzir a subjetividade do modelo de TDAM.

A teoria das filas consegue apurar quanto o sistema está ocioso, e integrar este resultado como parte ao modelo TDAM, eliminando assim a subjetividade de escolher um percentual aleatório para esta variável.

A capacidade é um fator que não pode ser considerado estático, pois tem variáveis como o aprendizado da função que altera o tempo da atividade, e sem alterar a demanda aumentaria a ociosidade.

O modelo TDAM é uma forma de tentar reduzir a dificuldade de implementação encontrada no sistema de custeio ABC, porém não se pode dizer que irá conseguir eliminar este problema. As particularidades técnicas ainda poderão existir, o mapeamento das atividades ainda irão ocorrer.

Assim a teoria das filas torna-se uma ferramenta complementar para apuração da capacidade ociosa, reduz subjetividades por meio de métodos quantitativos, deixando o modelo de Kaplan e Anderson mais próximo à realidade da organização.

Um fator importante que a apuração da capacidade ociosa do sistema poderá promover é a adequada análise das atividades mapeadas, não cometendo erros técnicos na hora da tomar uma decisão quanto ao processo da atividade.

Como sugestão para trabalhos futuros poderia ser aplicada a teoria das filas a algum caso que se caracterizasse como o modelo de fila com múltiplos canais.

5 REFERÊNCIAS

ANDRADE, E. L. **Introdução à pesquisa operacional.** 2. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A, 2002.

ANZANELLO, M. J., FOGLIATTO, F. S. Curvas de aprendizado: estado da arte e perspectiva de pesquisa. **Gestão & Produção.** Vol. 14 nº 1. São Carlos Jan/Abr, 2007.

BEZERRA, F. A., NASCIMENTO, D. T., BOFF, M.L., ISHIKURA, E. R. Custeio das modalidades de consumo de recursos: um estudo de casos sobre ABC em bancos. **Revista Universo Contábil**, ISSN 1809-3337, Blumenau, v. 3, n. 3, p. 71-86, set./dez. 2007.

BRONSON, R. **Pesquisa operacional.** 1. ed. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1985.

CERQUEIRA, M., LUSTOSA, L., REGGIANI, G. Modelo de Simulação da operação do terminal de importação de granéis de Praia Mole-CVRD - **Workshop de Simulação - COPPEAD/UFRJ** - Rio de Janeiro. 1997.

GUERREIRO, R. N., CHRISTIANS, R. L. M. **O tratamento da ociosidade - análise das implicações contábeis e fiscais.** XVI Congresso Brasileiro de Contabilidade. Volume II Salvador-BA, 1992

HORNGREN, C. T.; FOSTER, G.; DATAR, S. M. **Contabilidade de custos.** 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2000. 717 p.

KAPLAN, R. S., COOPER, R. **Custo e desempenho:** administre seus custos para ser mais competitivo. São Paulo: Futura, 1998.

_____; ANDERSON, Steven R. Time-driven activity-based-costing. 2004. **Havard Business Review.** <http://www.hbs.edu/research/facpubs/workingpapers/papers2/0304/04-045.pdf> Acesso em: 04 Mai 2008.

LACERDA, L., NAZÁRIO, P., LARA, M. Simulação de Terminal Portuário de Apoio a Operações *Off-Shore* - **Workshop de Simulação - COPPEAD/ UFRJ**. Rio de Janeiro. 1997.

MARTINS, E. **Contabilidade de custos.** 8. ed. São Paulo: Atlas, 2001.

MONKS, J. **Administração da produção**. (Tradução : Lauro Santos Blandy; revisão técnica: Petrônio Garcia Martins). São Paulo: McGraw-Hill, 1987.

NAKAGAWA, M. **ABC: custeio baseado em atividades.** São Paulo: Atlas, 1994.

PADOVEZE, C. L. **Contabilidade gerencial.** um enfoque em sistema de informação contábil. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

SHAMBLIN J. E., STEVENS G. T. **Pesquisa operacional.** 1. ed. São Paulo: Atlas, 1979.

UNCTAD. A handbook for planners in developing countries - United Nations. **Port Development.** New York. 1987.

Endereço dos Autores:

Universidade Federal de Uberlândia
Campus Santa Mônica
Av.: João Naves de Avila, 2121 - Bloco F
Uberlândia - MG - Brasil
38400-902