

## **Proposta de um jogo didático para aprendizagem de Teoria das Filas**

**Camila Barcelos Dal Bello** (Universidade Cruzeiro do Sul) camila.dalbello@hotmail.com  
**Jackson Almeida Novaes** (Universidade Cruzeiro do Sul) jackson\_almeida2007@hotmail.com  
**Jones Santiago Silva** (Universidade Cruzeiro do Sul) jsantiago82@terra.com.br  
**Mariângela Pereira Floriano** (Universidade Cruzeiro do Sul) mary9437@hotmail.com  
**Cristhiane Eliza dos Santos** (Universidade Cruzeiro do Sul) criseliz@proeficienciabrasil.com.br

### **Resumo:**

O presente trabalho tem por objetivo trazer uma nova didática para aperfeiçoar e ampliar a forma de ensinar Teoria das Filas no ensino de Engenharia de Produção que, na maioria das universidades do país, é feita de forma comum e simplória. Através de um jogo, docentes podem fazer com que seus discentes aprendam a matéria de uma forma mais clara e que não esqueçam facilmente. O jogo proporciona situações desafiadoras e ao mesmo tempo competitivas, agradáveis e significativas em sala de aula, motiva os discentes para o aprendizado, a interagir e participar pelo incentivo aos colegas. Com essa prática se aprimora a didática usada durante as aulas, proporcionando maior qualidade no ensino e melhora a receptividade por parte dos discentes. Tendo em vista a complexidade, a amplitude e as características pluridisciplinares e transdisciplinares ligadas a Engenharia de Produção, compete aos educadores lidar constantemente com os desafios naturais pelo processo de ensino e aprendizagem. A proposta é aproximar os estudantes de situações reais, tomando o papel de gestores para que possam analisar os problemas e propor melhorias para um cenário com que eles se depararão futuramente. Diante deste contexto e da busca de ferramentas que auxiliem a percepção e assimilação de conceitos por parte do corpo discente, o jogo desenvolvido cumpre este papel com êxito. O jogo, como alternativa estratégica para colocar o ensino em prática, é válido, com certeza aprimora o currículo do engenheiro, fazendo com que se destaque em situações onde tenha que abusar de sua estratégia e conhecimento.

**Palavras chave:** Conhecimentos, Filas e Jogos.

## **Proposal for an educational game for learning Theory of Queue**

### **Abstract**

This study aims to bring a new teaching to improve and expand the way of teaching Theory of Queues in teaching Production Engineering that in most of the country's universities, is made from common and simple-minded way. Through a game, teachers can make their students learn the material in a more clear and not easily forget. The game provides challenging situations and simultaneously competitive, enjoyable and meaningful in the classroom motivates the students to learn, to interact and participate by encouraging colleagues. With this practice enhances the teaching used during class, providing increased quality in teaching and improves receptivity by the students. Given the complexity, breadth and multidisciplinary and transdisciplinary characteristics linked to production engineering, it is for educators constantly dealing with natural challenges the teaching and learning process. The proposal is to bring students to real situations, taking the role of managers so that they can analyze problems and propose improvements to a scenario in which they will face in the future. Given this context and search tools that help the perception and assimilation of concepts by the student body, the game developed fulfills this role successfully. The game, as a strategic alternative to put the

teaching into practice is valid, certainly enhances the curriculum of the engineer, making it stand out in situations where you have to abuse your strategy and knowledge.

**Key-words:** Knowledge, Queues and games.

## 1. Introdução

Atualmente o ensino de Engenharia de Produção é feito na maioria das universidades do mundo, tanto presencial ou EAD (Ensino a distância).

Nas salas de aula, mestres ensinam e propõe formas convencionais, com bastante aplicação de teoria, exemplos, exercícios e, para testar os conhecimentos, aplicam prova de avaliação.

É possível enxergar que o ensino da Engenharia de Produção é muito vulnerável a esquecimentos dos conteúdos por parte dos alunos, ou até mesmo, difícil de compreender.

Segundo Perrenoud e colaboradores (2001) e Inácio (2008), para que os objetivos da educação sejam plenamente atingidos, não se pode mais insistir em aulas apenas expositivas.

É necessário imaginar e criar outros tipos de situações de aprendizagem, que solicitem um método de pesquisa, de identificação e de resolução de problemas, de forma prática e objetiva, para manter os alunos sempre motivados.

O presente trabalho traz um aprendizado de forma simples, e difícil de esquecer uma matéria específica de engenharia de produção, que é Teoria das Filas.

A Teoria das Filas é um modelo probabilístico que permite avaliar e analisar sistemas que trabalham com demanda aleatória.

Adiante, o trabalho apresentará que é possível ensinar esta matéria de uma forma diferente, fazendo que seja mais dinâmica e divertida, para que seus alunos não esqueçam o conteúdo e se tornem profissionais de excelência.

Nas universidades o ensino de Teoria das Filas no curso de Engenharia de Produção, é feito com a maior parte das aulas teóricas, exercícios e testes de conhecimentos. A partir daí, vê-se a necessidade de aulas mais didáticas e apresentar a proposta de um jogo que simula as situações futuras que um engenheiro de produção pode se deparar exercendo suas funções em diversas áreas.

### 1.1 Objetivo

Diante do apresentado, este trabalho teve como objetivo criar uma dinâmica no Ensino de Teoria das Filas no curso de Engenharia de Produção.

### 1.2 Histórico

Os conceitos de Teoria das Filas e Engenharia de Tráfego foram idealizados pela primeira vez pelo matemático, estatístico, engenheiro dinamarquês Agner Krarkup Erlang (1878 -1929).

Em 1908 trabalhando na empresa “Copenhagen Telephone Company”, foi onde Erlang se deparou com um clássico problema de congestionamento nas linhas telefônicas em um vilarejo, assim era necessário determinar quantos circuitos são necessários para providenciar um atendimento aceitável nas chamadas telefônicas.

A partir deste raciocínio, ele percebeu que a matemática resolveria outro problema, isto é: quantos operadores são necessários para atender um número determinado de chamadas telefônicas, foi assim então, que Erlang estabeleceu modelos utilizados ainda hoje para demonstrar e analisar o comportamento de um sistema, cuja demanda cresça aleatoriamente e compatibilizar o provedor de serviços com a demanda solicitada.

A Teoria das Filas foi desenvolvida para prover modelos matemáticos probabilísticos de avaliação que predizem o comportamento de sistemas que tentam providenciar serviços de surgimento de demanda aleatória.

### 1.3 Conceito de Teoria das Filas

Muitos já passaram pelo desconforto de enfrentar filas. Analisando com mais atenção, observam-se esse tipo de situação em tudo que nos rodeia. Onde ficam em filas de um banco, no trânsito, em cinemas, restaurantes etc. Comprar pão na padaria, que é uma tarefa simples, também conta com fila. Infelizmente, não há como prever essa situação, o que muitas vezes, pode prejudicar o planejamento do dia-a-dia, causando stress e aborrecimentos nas pessoas pelo fato de ter que esperar.

A causa da formação de filas é a demanda por um determinado serviço e maior que a capacidade oferecida pelo sistema.

Existem diversas características que condicionam a operação de um sistema, essas características podem ser classificadas em: Forma dos atendimentos, forma das chegadas, disciplinas da fila e estrutura do sistema (ANDRADE, 2009).

A disciplina da fila é um conjunto de regras que determinam a ordem em que os clientes serão atendidos, esse atendimento pode ser feito pela ordem de chegada, primeiro a chegar e o primeiro a ser atendido (FIFO – First In First Out), ou último a chegar é o primeiro a ser atendido (LIFO – Last In First Out), aleatório, isto é, os atendimentos são feitos sem qualquer preocupação com a ordem de chegadas e, com prioridade, os atendimentos são feitos de acordo com prioridades estabelecidas (TAHA, 2008).

Entretanto, isso não se limita apenas a transtornos pessoais, as filas não existem apenas na forma de pessoas, mas também de objetos à espera de algum tipo de serviço, podendo muitas vezes existir num sentido abstrato, ou seja, não tão visível quanto uma “fila”, como por exemplo, máquinas a espera de reparos, podendo resultar em perdas na produção, esperar que ordens de produção sejam realizadas podendo afetar a produção de lotes seguintes, veículos que precisam aguardar para serem descarregados, podendo atrasar embarques seguintes, atrasos em transmissões de telecomunicações devido às linhas saturadas podem provocar problemas técnicos com os dados.

## 2. Andragogia

Segundo Bellan (2005), “este termo foi usado pela primeira vez por Kapp em 1833, e desenvolvido por Knowles a partir da década de 60 com objetivos ‘operacionais’”.

Dizer que o termo assumiu ares operacionais significa reconhecer que a preocupação de Kapp não era o desenvolvimento integral da pessoa, mas sim sua formação profissional de acordo com o que era exigido pelas empresas na época.

"Andragogia é a arte de causar o entendimento." - Franklin Wave.

“No ensino tradicional, uma característica marcante é o monopólio de todo o ‘conhecimento’ pelo professor que fica pensando e agindo pelo educando (TRECKER, 1974)”.

Hoje os recursos utilizados em sala de aula, não exploram todos os sentidos do aluno, onde muitas vezes os professores utilizam métodos cansativos, como apenas o uso de Datashow ou discursar para os alunos tomarem nota e dessa maneira é explorado somente a audição e visão e por esse motivo os alunos se desmotivam e tem como único objetivo ter o diploma e não desenvolver as capacidades necessárias, pois cada pessoa tem uma forma de ser estimulada a aprender.

O educador tem como responsabilidade estimular e gerenciar o processo de aprendizagem, tendo em vista que o aluno é o sujeito e autor da própria educação. Com o uso de técnicas de dinâmicas de grupo e recursos didáticos modernos é possível estimular a participação de

todos os alunos, despertando o interesse e compartilhamento de conhecimentos e experiências, fornecendo oportunidade igual a todos. Em geral a maior porcentagem de se absorver o que foi aprendido é quando há a discussão e a prática do que foi estudado.

O homem aprende através dos seus cinco sentidos. É através deles que as impressões se transformam em conhecimento e se gravam na mente. É importante ao instrutor saber que, quanto mais sentidos entram no processo de aprendizagem, mais fácil e mais firmemente são gravados os conhecimentos. (ANDREOLA, 1985).

### **3. Apresentação da proposta**

No ensino de teoria das filas na engenharia de produção, em algumas universidades do país, não é muito comum o ensino prático. A matéria em si é muito eficiente para as empresas que desejam diminuir o gargalo na produção e em locais de prestação de serviços que precisam melhorar seu atendimento. Vê-se então a necessidade de aprofundamento no ensino, buscando novos resultados e métodos mais eficazes de fixação do conteúdo.

Segundo Bigge (1971), as respostas - efeitos - são reações físicas do organismo a um estímulo interna ou externa. Ou seja, os estudantes são levados a uma melhor absorção do conteúdo, quando se estimula o que está sendo aprendido.

Piaget, um grande nome da Teoria da aprendizagem, mostra que a aprendizagem ocorre quando a relação entre o indivíduo e seu meio de relações está em plena interação. Para tanto, é preciso promover discussões, debates e exemplos práticos do conhecimento que é compartilhado.

Estudos indicam que os jogos e simulações são significativamente mais eficazes na compreensão do tema tratado, trazendo mais resultados que os métodos convencionais de aula.

Buscando aprimorar o ensino de teoria das filas, foi desenvolvido um jogo chamado Decision Makers, que coloca o aluno na posição de tomador de decisões, aproximando-o da experiência real de sua atuação futura.

#### **3.1 Escolha do conteúdo didático do jogo**

Embasado no conteúdo teórico, o jogo proposto busca a melhoria no ensino de Teoria das Filas e tem como objetivo aproximar situações que os futuros engenheiros de produção possam se deparar futuramente.

Na Administração da Produção, um dos objetivos de desempenho é o objetivo da qualidade, que foca em superar as expectativas do cliente, tanto na manufatura como no serviço. Os administradores buscam atender a demanda com excelência, mas nem sempre isto é alcançado.

Observando o que foi exposto na Teoria das Filas, podemos adotar como exemplo, a insatisfação do cliente quando sai de um banco após horas de espera na fila. As filas e o gerenciamento delas são os aspectos importantes para a percepção do cliente quanto a qualidade do serviço prestado e merece muitas vezes atenção especial.

Simulado tais situações no jogo proposto, é possível fazer com que profissionais se formem com experiência em diversos assuntos, já que a proposta é interagir não só com a simulação da situação real, mas também compartilhar experiências com os colegas de classe.

Outro objetivo dos administradores e empreendedores é o objetivo de custo, que é de primordial importância para as empresas que trabalham em constante concorrência de preços, já que quanto menor o custo para produzir seus bens e serviços, menor será o preço pago pelo consumidor, dando vantagem para a empresa que se torna competitiva com relação ao preço.

No jogo proposto, o jogador terá a chance de desenvolver a habilidade de administrar os valores que forem acumulados durante o jogo e analisar onde deve investir para solucionar o problema proposto.

Este jogo trás os conceitos de andragogia, a fim de causar o entendimento em seus jogadores, que precisam desenvolver habilidades para lidar com futuras situações que possam se deparar futuramente, e com as aulas comuns, esta tarefa se torna um tanto difícil.

Diante do cenário relatado, percebeu-se a necessidade de uma proposta mais dinâmica e próxima da realidade.

### **3.2 Apresentação do Jogo**

Decision Makers é um jogo que simula situações de tomada de decisão no ambiente empresarial, permitindo aos jogadores que atuem como administradores, exercitando habilidades e competências de gerenciamento de decisões através de um clima competitivo. Tornando mais intuitivo o aprendizado dos conceitos de Teoria das Filas.

O jogo é composto de perguntas e respostas sobre o tema Teoria das Filas. É um material com questões teóricas, onde permite ao instrutor avaliar o nível de aprendizado/conhecimento sobre o tema.

Além de trabalhar o conhecimento teórico atua também na análise das competências de planejamento, organização, estratégia e negociação, pois, os grupos tem um tempo para realizar o jogo e, para que localizem as perguntas e respostas e as conjuguem precisam ser estratégicos, negociar com o outro grupo e, se organizarem. Cada acerto tem uma pontuação financeira que permite ao grupo maximizar a receita inicial recebida. É um jogo simples, mas que bem trabalhado pode-se extrair muitas considerações e experiências.

### **3.3 O Aprendizado**

Não é possível desenvolver um laboratório para reproduzir esses ambientes empresariais, os jogos e as simulações servem como complemento para os recursos das aulas convencionais, trazendo uma melhor aprendizagem para os conteúdos teóricos. Permite que as pessoas envolvidas possam aprender e desenvolver outras situações, não apenas de Teoria das Filas. Por tanta dificuldade em formar profissionais habilitados à implementação destas técnicas, vimos a importância das universidades auxiliarem a sociedade a tornarem seus alunos mais competitivos e dinâmicos através de técnicas de ensino e aprendizagem com mais práticas.

### **3.4 Instrução para construção do estudo de caso**

O estudo de caso a ser submetido aos alunos deve ser um exercício ou caso prático de aplicação de Teoria das filas, a equipe ainda pode associar conceitos de demais assuntos relacionados com a gestão e melhoria de um processo.

O estudo de caso deve conter um cenário inicial, envolvendo um processo de atendimento de demanda. Sobre esse cenário, deve ser apresentado um desafio para melhoria de algum parâmetro ou problema existente na empresa relacionado a Filas. O cenário inicial deve conter informações atuais do processo, relevantes ao desafio. Este cenário deve ser apresentado numericamente e simuladamente utilizando o Decision Makers e apresentado à sala.

A partir deste cenário, os alunos devem propor melhorias, criando o cenário final, que também deve ser representada de forma numérica e simulada no Decision Makers e apresentado para a sala, justificando a aplicação e a escolha da melhoria, demonstrando os resultados obtidos.

### 3.5 Organização dos elementos:

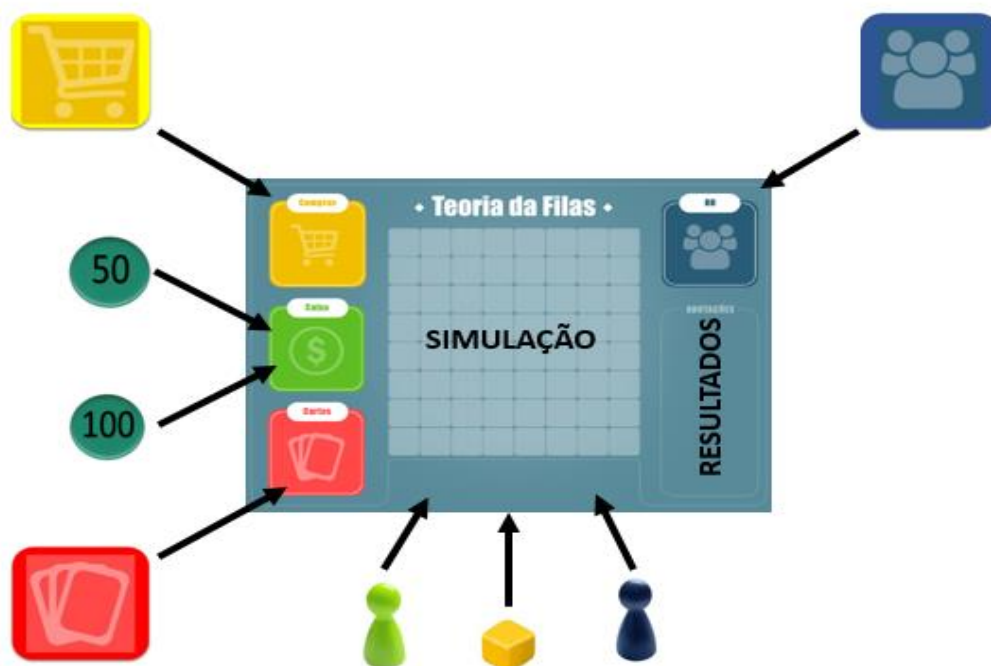


Figura 1 – *Decision Makers*  
FONTE: Autoria própria

|                                                                                     |                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
|  | <b>Peão verde: Representa os clientes</b>             |
|  | <b>Peão azul: Representa os colaboradores</b>         |
|  | <b>Cubos amarelos: Representa o posto de trabalho</b> |
|  | <b>Ficha: Representa 50 pontos</b>                    |

|                                                                                     |                                                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <b>Ficha: Representa 100 pontos</b>                                                                |
|    | <b>Cartas Vermelhas: Perguntas</b>                                                                 |
|    | <b>Carta azul: Recursos Humanos</b><br>(Contém os custos para horas extras e contratações).        |
|   | <b>Carta Amarela: Departamento de compras.</b><br>(Contém os custos para equipamentos e máquinas). |
|  | <b>Caixa: Espaço para colocar as pontuações adquiridas</b>                                         |
|  | <b>Tabuleiro: Representar os cenários e apoio para as cartas.</b>                                  |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>ESTUDO DE CASO</b></p> <p>No último mês, constatou que o tempo de espera de cada cliente excedeu a lei de 15 minutos. Você é gerente geral de um banco, que apesar de obter lucros cada vez maiores, está perdendo a credibilidade de seus clientes no requisito atendimento. Afim de aumentar a qualidade nos serviços prestados e cumprir a lei dos 15 minutos, foi feita uma análise e constatou-se que, em média chegam 53 clientes por hora. Você ainda conta com 7 operadores de caixas que trabalha 8 horas por dia, com o tempo médio de atendimento de 7,5 minutos. Por meio da Teoria das Filas, determine numericamente o que está acontecendo no cenário exposto e proponha um novo cenário com melhorias.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <p><b>Estudo de caso: Descreve o cenário a ser trabalhado.</b></p>                                     |
| <p><i><u>Formulário</u></i></p> <p> <math>TF = \frac{W}{L}</math> <math>ZF = \frac{\lambda}{\lambda(\mu - L)}</math> <math>TZ = ZF + \frac{1}{\mu}</math> <math>NF = \frac{L^2}{\lambda(\mu - L)}</math> </p> <p> <math>NZ = \lambda \times TZ</math> <math>DZ = \frac{N \times C \times D \times P}{\lambda \times (1 - \rho)}</math> <math>EZ = \frac{1}{(\mu - L)}</math> <math>E = \frac{1}{\mu}</math> </p> <p> <math>\rho = \frac{\lambda}{\mu}</math> <math>VZ = \frac{1}{(\mu - L)}</math> <math>TZ = \frac{1}{(\mu - L)}</math> <math>NZ = \lambda \times TS</math> </p> <p> <math>Pa = \left(1 - \frac{\lambda}{\mu}\right) \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^{n-1}</math> <math>P0 = P0 \times \frac{\mu^n}{n!}</math> <math>n! \geq n</math> <math>Pa = P0 \times \frac{\mu^n}{n!}</math> <math>0 &lt; \rho &lt; 1</math> </p> <p> <math>Pa = \left\{ \sum_{n=0}^{\infty} \left[ \frac{\lambda^n}{n!} + \frac{\mu^n}{n!} \left( \frac{\lambda}{\mu} \right)^n \right] \right\}^{-1}</math> <math>NA = \lambda \times TA</math> </p> | <p><b>Formulário: Contém as fórmulas para todos os modelos de Filas.</b></p>                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <p><b>Marcador: Utilize-o para escrever os resultados obtidos no tabuleiro do Decision Makers.</b></p> |

Figura 2 – *Decision Makers*

FONTE: Autoria própria

**Observação:** Lembre-se que a proposta do Decision Makers não é a equipe quem ganha e quem perde, mas sim os feedbacks e experiências adquiridas através da dinâmica do jogo, sendo assim, é importante lembrar que todos saem ganhando por meio dos conhecimentos adquiridos e as habilidades e competências estimuladas durante a experiência dos desafios propostos.

TABELA 1 - Medidas de desempenho

| Vareáveis referentes ao processo de chegada                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\lambda$ = taxa média de chegada ou ritmo médio de chegada<br>IC = intervalo médio entre chegadas                                                                                                                                                                                |
| Vareáveis referentes à fila                                                                                                                                                                                                                                                       |
| TF = tempo médio de permanência na fila<br>NF = número médio de clientes na fila                                                                                                                                                                                                  |
| Variáveis referentes ao processo de atendimento ou de serviço                                                                                                                                                                                                                     |
| TA = tempo médio de atendimento ou serviço<br>c = capacidade de atendimento ou quantidade de servidores (atendentes)<br>NA = número médio de transações ou clientes que estão sendo atendidos<br>$\mu$ = taxa média de atendimento ou ritmo médio de atendimento de cada servidor |
| Vareáveis referentes ao sistema                                                                                                                                                                                                                                                   |
| TS = tempo médio de permanência no sistema<br>NS = número médio de transações ou clientes no sistema                                                                                                                                                                              |

Fonte: Adaptado de Prado (2006, p. 39).

#### 4. Considerações finais

Foi apresentada a proposta de um jogo embasado em Teoria das Filas com o objetivo de ajudar os estudantes de Engenharia de Produção a se tornarem verdadeiros tomadores de decisões. Ajudando-o a desenvolver e acrescentar sua potencialidade, sua engenhosidade e colher resultados de tal tentativa, com veracidade, onde o método de jogo é a forma dos alunos se interagirem, trocarem e compartilharem seus conhecimentos. O jogo Decision Makers é um jogo que utilizam ferramentas cabíveis e palpáveis à educação em Engenharia de Produção, sendo de grande utilidade no dia a dia em sala de aula.

#### Referências

- ANDREOLA, B. A. – *Dinâmica de grupos: Jogo da vida e didática do futuro*. 3. Ed Petrópolis, Vozes, 1985.
- BELLAN, Zezina Soares. *Livro – Andragogia em ação: Como ensinar adultos sem se tornar maçante*. Santa Barbara d'Oeste, SP: Ed SOCEP, 2005.
- BIGGE, Morris L. *Teorias da Aprendizagem para Professores*. Ed E.p.u Pedagogia, 1971.
- PERRENOUD, Philippe. *Livro - 10 Competências para ensinar*. 1. Ed Artmed, 2000.
- PRADO, Darci Santos do. *Teoria das Filas e da Simulação*. Nova Lima (MG): INDG, 2006.
- TAHA, HamdyA. *Livro – Pesquisa Operacional*. 8. Ed Pearson Education do Brasil, 2008.
- TRECKER, H. B. *Como trabalhar com Grupos; tradução de Evangelina Leivas*. 4a. Ed. Rio de Janeiro, Agir, 1974.