

## 4. Fundamentos Teóricos

### 4.1. Previsões de Demanda

A competição entre as empresas por fatias maiores do mercado é cada vez mais intensa. A concorrência no mercado global é muito forte e os cenários econômicos estão sujeitos a fortes variações. Podemos citar, como exemplos de mudanças de cenário: a crise imobiliária americana e a atual crise européia. Situações como essa forçam as organizações a se tornarem mais dinâmicas, porém impactam bastante o planejamento, já que interferem diretamente na demanda, provocando oscilações entre a previsão e as vendas (Sasaqui, 2004).

“As previsões da demanda são utilizadas por vários setores da organização, entre eles: o departamento de finanças, para determinar o caixa necessário aos investimentos e às operações; pelo departamento de produção, para o estabelecimento de níveis de capacidade e de produção; pelo departamento de compras, para a aquisição de suprimentos; pelo departamento de recursos humanos, para a contratação de funcionários, quando necessário” (Kotler, 2000)

Makridakis (1998, apud OLIVEIRA, 2003, p. 19) destaca a importância da previsão da demanda em uma organização:

“A atividade de previsão é parte integral do processo decisório da gestão empresarial. As empresas estabelecem metas e objetivos e procuram prever os fatores ambientais antecipadamente para selecionar as ações que permitirão alcançar as metas e objetivos estabelecidos. A necessidade de se utilizar previsões aumenta a medida que os gestores buscam diminuir sua dependência na sorte e tornam-se mais criteriosos baseados nos métodos científicos para lidar com o ambiente.”

*“A previsão da demanda futura é a base para todas as decisões estratégicas e de planejamento em uma cadeia de suprimento”* (Chopra e Meindl, 2003).

É fácil verificar que a precisão da demanda é determinante para programação, determinação e aquisição de recursos e é esse o principal ponto de

análise do sistema a ser simulado. Os dados de previsão serão utilizados para simular o cenário futuro, através do software Arena, e darão aos gestores, combinando as duas ferramentas, a possibilidade de testar suas decisões antecipadamente de acordo com a demanda prevista.

#### 4.1.1. Modelos de Previsão da Demanda

A classificação dos modelos de previsão está baseada em três tipos (CHOPRA e MEINDL, 2003):

- **Qualitativos:** são determinados pela opinião e experiência de indivíduos em determinada atividade para realização da previsão. A utilização desse modelo é aconselhável quando não há um histórico de dados à disposição ou quando os especialistas possuem inteligência de mercado, determinante para realizar as previsões.
- **Séries Temporais:** Definir modelos que possuem a implementação mais simples, pois seus cálculos são de fácil compreensão. São indicados para mercados estáveis, onde não há grande variação.
- **Causais:** Baseiam-se no conceito de que a previsão da demanda deve ser correlacionada com fatores conjunturais, por exemplo: diminuição de preço do produto ou situação econômica. Definindo a correlação entre demanda e os fatores conjunturais são realizadas as estimativas para previsão da demanda futura.

Segundo Bowersox e Closs (2007) os modelos de previsão de séries temporais são os que possuem maior aplicabilidade na previsão de demanda. Fatores como a demanda atual, padrões sazonais e de crescimento históricos, obviamente terão influência na previsão da demanda futura, quando uma empresa baseia-se em séries de dados históricas. Além desses fatores, existe um elemento aleatório que não pode ser explicado por nenhum dos dados citados. Logo, a demanda pode ser dividida entre um componente sistemático e um aleatório (CHOPRA e MEINDL, 2003):

Demanda Observada (O) = Componente Sistemático (S) + Componente Aleatório (R)

O componente sistemático indica o valor esperado da demanda e é composto por 3 elementos: nível, tendência e sazonalidade.

Nível: demanda atual dessazonalizada

Tendência: mostra a o crescimento ou declínio da série ao longo do tempo

Sazonalidade: flutuação ondulatória da série. Sofre influência do clima e de eventos como natal, férias escolares e feriados.

Todos esses três elementos podem ser previstos pela empresa por meio de dados históricos, o componente aleatório é a parte da previsão desviada da sistemática. O que deve ser realizado é a previsão de sua dimensão e variabilidade, fornecendo uma medida de erro de previsão. O erro de previsão demonstra a diferença entre a demanda real e a prevista.

Os modelos de previsão de demanda podem ser estáticos ou adaptáveis. Nos modelos estáticos, o componente sistemático não é atualizado após a observação de novas demandas e, todo erro de previsão futura faz parte do componente aleatório. Já na previsão de demanda adaptável, as estimativas de nível, tendência e sazonalidade são atualizadas após cada observação de demanda (CHOPRA e MEINDL, 2003).

Existem mais de 60 tipos de técnicas quantitativas baseadas em séries temporais com diversos graus de sofisticação. Entretanto, esse elevado grau de sofisticação não resulta, em grande parte dos casos, em previsões melhores do que as realizadas com modelos mais simples (WANKE, 2006).

Para realização da previsão da demanda do Redex serão utilizados os modelos clássicos, focados na técnica baseada em séries temporais com previsão adaptável: média móvel simples, média móvel dupla, suavização exponencial simples, suavização exponencial com tendência, suavização exponencial com tendência e sazonalidade e decomposição clássica (CASTAÑON GUIMARÃES, 2008).

- **Média Móvel:** método adequado quando o período em estudo apresenta uma série estável, ou seja, com ausência de tendência e sazonalidade. Para realizar a previsão do período seguinte é preciso realizar a média aritmética

dos valores observados nos  $N$  períodos recentes (CEL/COPPEAD, 2008).

Abaixo está a forma de cálculo:

$$P_t = (D_{t-1} + D_{t-2} + \dots + D_{t-n})/N \quad \text{eq.(1)}$$

$P_t$ : previsão da demanda para o período  $t$ ;  $D_t$ : demanda do período  $t$ ;  $N$ : número de períodos.

- **Média Móvel Dupla:** método indicado quando a série a ser analisada apresenta tendência. O primeiro passo é realizar a média móvel, da mesma forma como foi descrito no item anterior. Com os novos dados gerados é feito o procedimento de média móvel, novamente. Para determinar os dados de previsão são definidos os coeficientes de ajuste para nível e tendência que seguem abaixo (CASTAÑON GUIMARÃES, 2008):

$$M_t = (D_{t-1} + D_{t-2} + \dots + D_{t-n})/N \quad \text{eq. (2)}$$

$$M'_t = (M'_{t-1} + M'_{t-2} + \dots + M'_{t-n})/N \quad \text{eq. (3)}$$

$$a_t = 2 M_t - M'_t \quad \text{eq. (4)}$$

$$b_t = 2(M_t - M'_t)/(N-1) \quad \text{eq. (5)}$$

$$P_{t+1} = a_t + b_t \quad \text{eq. (6)}$$

$M_t$ : média móvel da demanda original no período  $t$ ,  $D_t$ : demanda do período  $t$ ;  $M'_t$ : média móvel da série resultante da média móvel no período  $t$ ;  $a_t$ : coeficiente de ajuste de nível;  $b_t$ : coeficiente de ajuste de tendência;  $P_t$ : previsão da demanda para o período  $t$ ;  $N$ : número de períodos.

- **Suavização Exponencial Simples:** modelo indicado para séries estáveis, ou seja, que não apresentam tendência e sazonalidade. A previsão é feita por meio de uma ponderação entre os valores da demanda real e os valores previstos para o período anterior, portanto, os valores mais próximos possuem muito peso na previsão. O fator de ponderação é a constante de amortecimento  $\alpha$  que varia de 0 a 1 (CEL/COPPEAD, 2008). Segue abaixo a forma de cálculo:

$$P_t = \alpha \times D_{t-1} + (1 - \alpha) \times P_{t-1} \quad \text{eq. (7)}$$

$P_t$ : previsão da demanda para o período  $t$ ;  $P_{t-1}$ : previsão da demanda para o período  $t-1$ ;  $D_{t-1}$ : valor da demanda no período  $t-1$ ;  $\alpha$ : constante de amortecimento

- **Suavização Exponencial com Tendência:** método adequado quando a série de dados apresenta nível, tendência e ausência de sazonalidade. Primeiramente, através da regressão linear são obtidos o nível e a tendência. Como não existe sazonalidade, a série tende a ser estável. A regressão evidencia o coeficiente angular ( $a$ ,) que representa a tendência, e o linear ( $b$ ), que demonstra o nível. Após a definição de nível e tendência no período  $t=0$ , vão sendo feitas variações através dos níveis e tendências do período anterior e os ajustes exponenciais com as fórmulas abaixo (CHOPRA e MEINDL, 2003):

$$D_t = a t + b \quad \text{eq. (8)}$$

$$P_{t+1} = N_t + T_t \quad \text{eq. (9)}$$

$$N_{t+1} = \alpha D_{t+1} + (1-\alpha) (N_t + T_t) \quad \text{eq. (10)}$$

$$T_{t+1} = \beta(N_{t+1} - N_t) + (1- \beta)T_t \quad \text{eq. (11)}$$

$D_t$ : demanda do período  $t$ ;  $a$ :coeficiente angular (tendência);  $b$ : coeficiente linear (nível);  $P_{t+1}$ : previsão da demanda para o período  $t+1$ ;  $N_t$ : estimativa de nível para o período  $t$ ;  $T_t$ : estimativa de tendência para o período  $t$ ;  $N_{t+1}$ : estimativa de nível para o período  $t+1$ ;  $T_{t+1}$ : estimativa de tendência para o período  $t+1$ ;  $\alpha$ : constante de suavização para o nível;  $\beta$ : constante de suavização para a tendência.

- **Suavização Exponencial com Tendência e Sazonalidade:** Esse método é indicado quando o componente sistemático da demanda tem nível, tendência e sazonalidade. O primeiro passo é a dessazonalização da demanda. Após essa etapa, com a nova série de dados, é realizada a regressão linear para obtenção dos valores de nível e tendência. Com esses dados é possível estabelecer os fatores de sazonalidade. Para os períodos seguintes, todos os dados (nível, tendência e fator de sazonalidade) devem ser revisados (CHOPRA e MEINDL, 2003).

$$P_{t+1} = (N_t + T_t) S_{t+1} \quad \text{eq.(12)}$$

$$N_{t+1} = \alpha(D_{t+1}/S_{t+1}) + (1- \alpha) (N_t + T_t) \quad \text{eq.(13)}$$

$$T_{t+1} = \beta (N_{t+1} - N_t) + (1 - \beta) T_t \quad \text{eq.(14)}$$

$$S_{t+1} = \gamma (D_{t+1}/N_{t+1}) + (1 - \gamma) S_{t+1} \quad \text{eq.(15)}$$

$P_{t+1}$ : estimativa de previsão da demanda no período  $t+1$ ;  $N_t$ : estimativa de nível para o período  $t$ ;  $T_t$ : estimativa de tendência para o período  $t$ ;  $S_{t+1}$ : estimativa de sazonalidade para o período  $t+1$ ;  $N_{t+1}$ : estimativa de nível para o período  $t+1$ ;  $T_{t+1}$ : estimativa de tendência para o período  $t+1$ ;  $D_{t+1}$ : observação da demanda para o período  $t+1$ ;  $\alpha$ : constante de suavização para o nível ( $0 < \alpha < 1$ );  $\beta$ : constante de suavização para a tendência ( $0 < \beta < 1$ ) e  $\gamma$ : constante de suavização para a sazonalidade ( $0 < \gamma < 1$ ).

- **Decomposição Clássica:** esse modelo é indicado em casos que possuem nível, tendência e fator de sazonalidade. Nesse modelo, como o nome sugere, a série de dados é decomposta nos seus componentes básicos: nível e tendência, sazonalidade, movimentos cíclicos e variações aleatórias. O primeiro passo é a determinação dos índices sazonais. Para isso, é necessário calcular a média móvel de 12 períodos. Após essa etapa, a série de dados deve ser dividida pela série de média móvel, o resultado é a série de fatores sazonais que indicará os índices sazonais de cada mês. Através da regressão linear são obtidos os valores de nível e tendência. Posteriormente, para obter o ciclo, a série de média móvel centrada é dividida pela tendência. Os valores do ciclo devem variar em torno de 1, com dispersão máxima de 20%. O último valor dessa série é o mais importante. O cálculo do valor de previsão é extraído da equação abaixo (CEL/COPPEAD, 2008):

$$P_t = (N_t + T_t) \times S_t \times C \quad \text{eq.(16)}$$

$P_t$ : estimativa de previsão da demanda no período  $t$ ;  $N_t$ : estimativa de nível para o período  $t$ ;  $T_t$ : estimativa de tendência para o período  $t$ ;  $S_t$ : estimativa de sazonalidade para o período  $t$ ;  $C$ : estimativa de ciclo para os próximos meses.

#### 4.1.2. Cálculo dos Erros de Previsão

O erro de previsão é diferença entre o valor real e o previsto para determinado período. Para mensurar a precisão das previsões de cada modelo serão utilizados os cálculos abaixo (CEL/COPPEAD, 2008):

**MAD (Mean Absolute Deviation) – Média dos Erros Absolutos:** mede o nível de erro na mesma unidade que a demanda, dando importância proporcional ao erro, independente do sinal.

$$\text{MAD} = (|D_t - P_t| + |D_{t+1} - P_{t+1}| + \dots + |D_n - P_n|) / N \quad \text{eq.(17)}$$

**MSE (Mean Squared Error) – Erro Quadrático Médio:** indicado para medidas de desempenho, pois gera uma maior penalidade (proporcionalmente) para erros maiores

$$\text{MSE} = [(D_t - P_t)^2 + (D_{t+1} - P_{t+1})^2 + \dots + (D_n - P_n)^2] / N \quad \text{eq.(18)}$$

**MAPE (Mean Absolute Percentual Error) – Média do Erro Percentual Absoluto:** mede os erros de previsão, numa escala relativa, em porcentagens. Permite comparar erros para diferentes situações, bastante usado para *benchmarking*.

$$\text{MAPE} = (|D_t - P_t| / D_t + |D_{t+1} - P_{t+1}| / D_{t+1} + \dots + |D_n - P_n| / D_n) / N \quad \text{eq.(19)}$$

**MPE (Mean Percentual Error) – Erro Médio Percentual:** permite avaliar se o método de previsão tem algum tipo de viés, isto é, se as previsões estão sistematicamente acima ou abaixo das vendas reais.

$$\text{MPE} = [(D_t - P_t) / D_t + (D_{t+1} - P_{t+1}) / D_{t+1} + \dots + (D_n - P_n) / D_n] / N \quad \text{eq.(20)}$$

## 4.2. Simulação Computacional

Com o crescimento e a competitividade crescentes do mercado global, as empresas vêm se preocupando, cada vez mais, com a revisão de seus processos para reduzir seus custos e aumentar a sua margem, através da eliminação de atividades que não geram valor. Essas mudanças, muitas vezes, encontram barreiras e a desconfiança de funcionários, pois, estes não acreditam nos ganhos sugeridos com a melhoria (ABDULMALEK, RAJGOPAL, 2007). Essa é uma das muitas situações, onde a simulação computacional é altamente indicada, pois é possível reproduzir o cenário atual e demonstrar os benefícios das mudanças no cenário futuro. Ekren e Ornek (2008) utilizam a simulação para definição de *layout* de fábrica buscando um menor tempo de produção. Além de processos de manufatura, essa técnica pode ser utilizada em casos de operações de serviços.

A simulação pode ser usada em casos de análise e avaliação de novos sistemas e cenários, como para mudança e melhorias em sistemas e operações já existentes (SAKURADA, MYIKAE, 2009). Isso é resultado de *softwares* de fácil interação e o aumento da capacidade de processamento das estações de trabalho.

Sendo assim, o uso, que ficava restringido a um pequeno grupo devido à necessidade de complexos recursos, aumentou bastante. Segundo Pedgen (apud FREITAS, 2001, p.3):

“simulação é o processo de projetar um modelo computacional de um sistema real e conduzir experimentos com este modelo com o propósito de entender seu comportamento e/ou avaliar estratégias para sua operação.”

Kelton e Sadowski (apud. SILVA, ALVES, COSTA 2011, p.2) definem o tema de forma semelhante:

“simulação é o processo de projetar e criar um modelo em computador de um sistema real ou proposto, com o propósito de conduzir experimentos numéricos para fornecer uma melhor compreensão do comportamento do sistema, dada uma série de condições.”

A simulação não se limita apenas a construção do modelo. Além disso, existe todo o método experimental que busca a descrição do comportamento do sistema, a construção de teorias e hipóteses considerando as observações efetuadas e utilização do modelo para previsão de novos cenários, através da alteração de dados no sistema.

#### **4.2.1. Razões para Utilização da Simulação**

O principal atrativo da simulação é a possibilidade de obter soluções de determinados sistemas sem que haja interferência real. Isso permite a avaliação de uma operação que ainda não existe, diminuindo a possibilidade de erros e custos desnecessários.

Os fatores que levam os analistas e gerentes a optarem por essa prática em seus projetos são facilmente justificáveis (FREITAS, 2001). A simulação possibilita a análise de pequenos detalhes de um sistema, permitindo a correção de problemas antes quase imperceptíveis. O uso de animação demonstra com clareza o comportamento do sistema. Além disso, os benefícios trazidos, como ganhos de qualidade e produtividade, são bem maiores que os custos das análises. Para Law



e Kelton (apud. MORAES, SANTORO, 2000, p.3), o principal benefício da simulação é a possibilidade de visualizar os impactos de alterações locais no desempenho do sistema como um todo.

“Se uma mudança ocorre numa estação em particular, o impacto em seu desempenho é previsível. Por outro lado, pode ser difícil, senão impossível, determinar antecipadamente o impacto dessa mudança no desempenho do sistema.”

Grande parte dos modelos de simulação é do tipo entrada-saída, ou seja, através do fornecimento de dados de entrada, se dá um resultado específico com as premissas inseridas no sistema, conforme ilustração da figura 17.

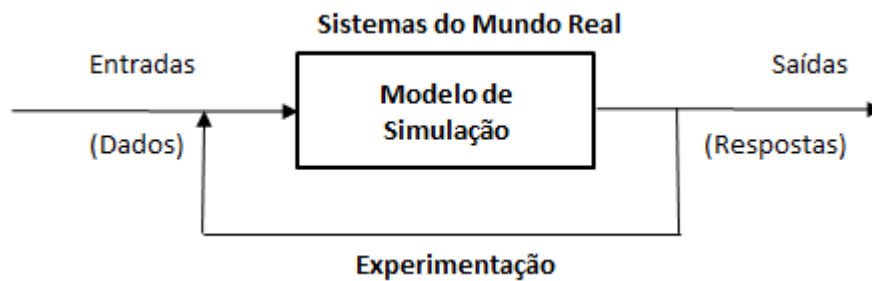


Figura 17: Modelo de Simulação

Não são, propriamente, modelos de otimização. Sendo mais indicados para análises de um dado sistema sob determinadas condições. As razões mais usuais para se utilizar modelos simulados são (FREITAS, 2001):

- Inexistência do sistema real. Em situações como essa, a simulação pode ser utilizada para planejamento futuro
- Experimentar com o sistema real representa um custo e um risco mais alto.
- Experimentar com o sistema real não é apropriado. Como por exemplo, o atendimento a situações de emergência.

Existem sistemas de diversas naturezas que podem ser objeto de simulação: sistemas de produção, transporte e estocagem, computacionais, administrativos e etc. Segundo Taylor (1970), sistemas são definidos como:

“Um conjunto de objetos, como pessoas ou máquinas, por exemplo, que atuam e interagem com a intenção de alcançar um objetivo ou um propósito lógico.”

Uma das etapas mais importantes do estudo de simulação é a modelagem do sistema. É através dela que será possível entender o comportamento sob determinadas condições. Trata-se de um procedimento experimental, via simulação computacional, onde analistas e gestores, podem avaliar diversas variáveis operacionais e diferentes cenários e escolher o de melhor desempenho. Muitas vezes é necessária uma simplificação sobre a organização e o funcionamento do sistema real (FREITAS, 2001).

#### **4.2.2. Vantagens e Desvantagens da Simulação**

Conforme citado anteriormente no presente trabalho, a simulação apresenta benefícios bem claros, possibilitando a redução de custos, uma visão mais refinada dos processos, gerando um aumento de qualidade. É de extrema importância que as etapas do estudo sejam respeitadas para realizar uma modelagem aderente ao sistema real.

Pedgen e Banks (apud FREITAS, 2001, p.11) enumeram as vantagens e desvantagens do uso da simulação.

##### Vantagens

- Depois de criado, um modelo pode ser utilizado várias vezes;
- É mais fácil usar a simulação do que métodos analíticos;
- Ao contrário dos modelos analíticos, os modelos de simulação não necessitam de um número muito grande de simplificações para torná-los matematicamente tratáveis. Além disso, os modelos de simulação permitem a análise de, praticamente, qualquer medida concebível, diferente de modelos analíticos.
- Devido ao elevado grau de detalhes nos modelos simulados, novas políticas, procedimentos e processos podem ser avaliados sem gerar impacto no sistema real.

- Hipóteses sobre a razão e a forma de reagir de determinado sistema em uma situação específica podem ser testadas.
- O tempo pode ser controlado.
- Possibilita uma maior compreensão das variáveis, evidenciando quais são as mais importantes em questões de performance e como elas interagem entre si e outros elementos do sistema.
- A identificação de gargalos, a maior preocupação no gerenciamento operacional de vários sistemas pode ser facilmente detectada, principalmente através das animações.
- O estudo de simulação demonstra como um sistema realmente opera, o que muitas vezes é diferente da maneira do que os envolvidos pensam que ele opera;
- A simulação pode ser utilizada para se ter alguma preparação, teoricamente, para futuros eventos.

#### Desvantagens

- Para realizar a modelagem de sistemas é necessário treinamento especial e esse aprendizado se dá ao longo do tempo, adquirindo experiência.
- Muitas vezes a interpretação dos resultados da simulação é difícil. Como os modelos visam capturar a variabilidade do sistema, não é fácil saber quando uma observação realizada durante a execução se deve a alguma relação significativa no sistema ou a processos aleatórios construídos e embutidos no modelo.
- A realização de modelos de simulação consome muitos recursos, em especial tempo e a tentativa de economizar esses recursos, geralmente, traz resultados insatisfatórios.

### 4.2.3. Etapas da simulação

Na figura 18 podemos ver as quatro etapas que compõe a solução de um problema por meio da modelagem e simulação do sistema. A seguir descreveremos com mais detalhes cada um dos pontos destacados (FREITAS, 2001).

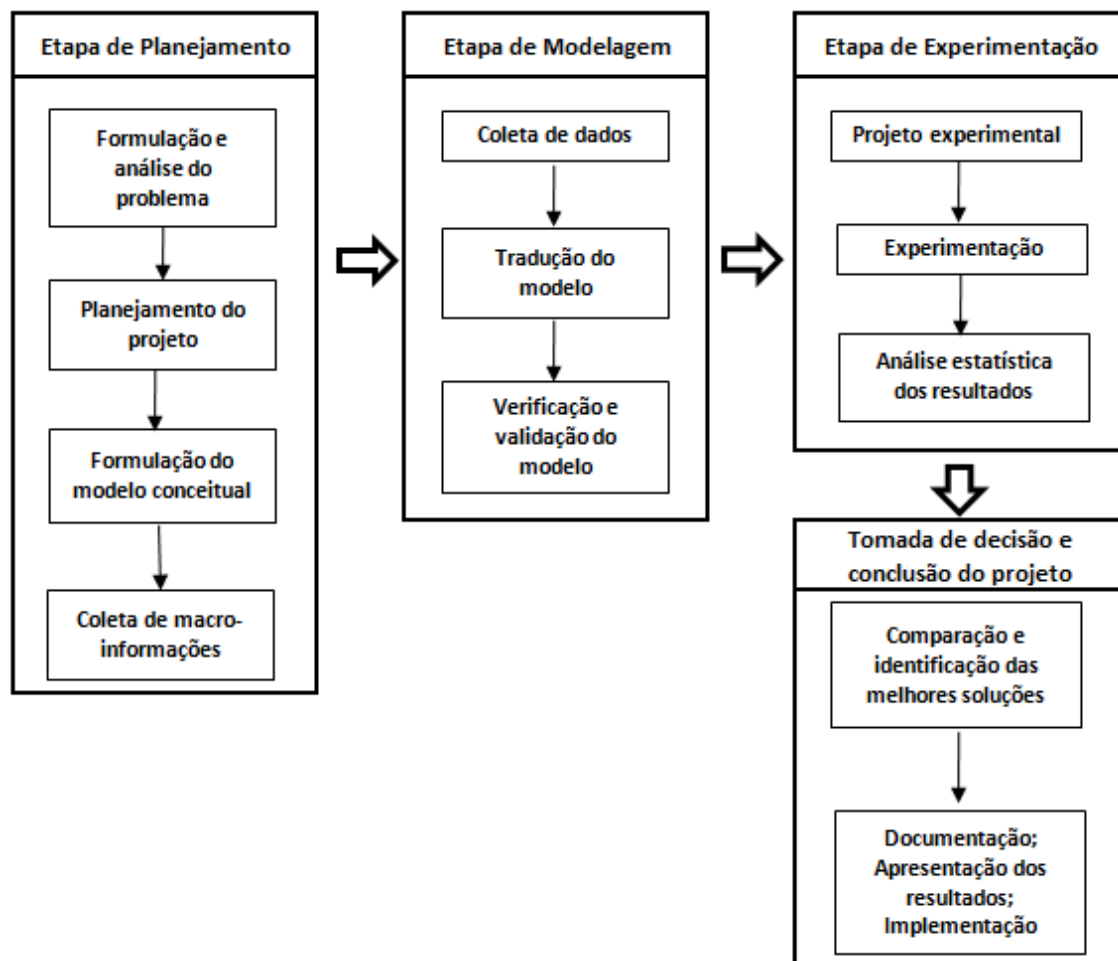


Figura 18: Etapas da Simulação

#### Etapa de Planejamento

- **Formulação e Análise do Problema:** qualquer estudo de simulação deve começar com a formulação do problema. Os objetivos do estudo devem ser estabelecidos com clareza.

- **Planejamento do Projeto:** O planejamento deve descrever os cenários que serão estudados, estabelecer um cronograma para as etapas da pesquisa e indicar os custos e recursos necessários para realização do trabalho proposto.
- **Formulação do Modelo Conceitual:** Traçar um esboço do sistema, definindo componentes, descrevendo as variáveis e interações lógicas que o compõe.
- **Coleta de Macro-Informações e Dados:** As macro-informações são os fatos, informações e estatísticas, os quais definirão os dados que serão coletados para posteriormente “alimentarem” o sistema.

#### Etapa de Modelagem

- **Tradução do Modelo:** Codificar o modelo em uma linguagem de simulação apropriada.
- **Verificação e Validação:** atestar que o modelo opera de acordo com o que foi idealizado e que os resultados são coerentes com o modelo real.

#### Etapa de Experimentação

- **Projeto Experimental Final:** projetar um conjunto de experimentos que produza a informação desejada. O ideal é a realização do menor número de experimentações possível para atingir o objetivo.
- **Experimentação:** Executar as simulações para a geração dos dados e realização das análises.
- **Interpretação e Análise Estatística dos Resultados:** Traçar inferências sobre os resultados alcançados pela simulação.

#### Tomada de decisão e conclusão do projeto

- **Comparação de Sistema e Identificação das melhores soluções:** Após a simulação dos cenários estabelecidos, as diferenças entre eles são comparadas e escolhe-se a solução mais adequada.

- Documentação: A documentação do modelo é sempre necessária.
- Apresentação dos Resultados e Implementação: A apresentação dos resultados do estudo de simulação deve ser realizada por toda a equipe participante. O processo de comunicação, entre a equipe e os usuários finais deve ser total, durante todo o desenvolvimento e implementação do projeto.

#### 4.2.4. Usando *software* em simulação

O Arena foi lançado em 1993 pela empresa Systems Modeling e é o sucessor de outros dois *softwares*: SIMAN, primeiro *software* de simulação para PC, e CINEMA, primeiro *software* de animação para PC. O SIMAN recebeu o complemento do CINEMA e foi sendo continuamente aperfeiçoado o que acabou dando origem ao Arena. Em 1998 a empresa Rockwell Software incorporou a Systems Modeling (PRADO, 2008).

Fioroni (2008) descreve o funcionamento do Arena com bastante precisão:

“O usuário descreve, durante a construção do modelo, todos os elementos estáticos como recursos e outros, e também as regras de comportamento a serem seguidas. Ao se iniciar a simulação, os elementos dinâmicos (entidades) entram no modelo, interagem com os elementos estáticos e circulam conforme as regras que foram modeladas.”

Essa teoria está ilustrada na figura 19.

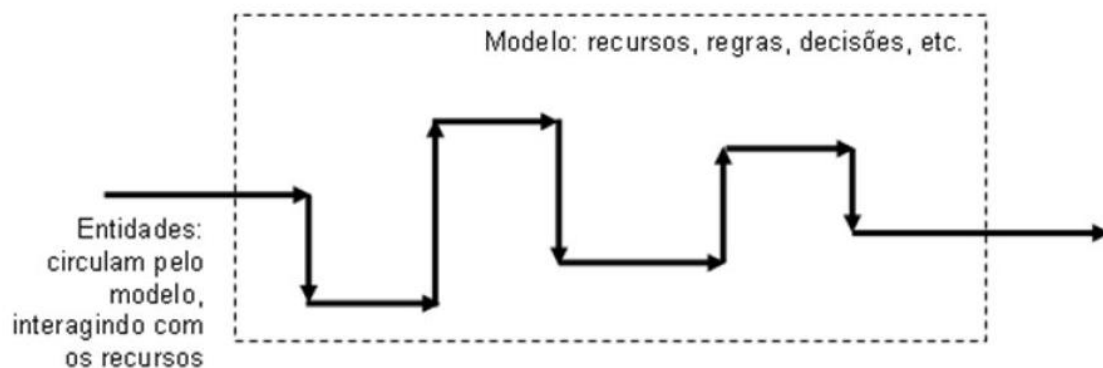


Figura19: Comportamento geral de um modelo de simulação em Arena

Fonte: Fioroni (2008)

#### 4.2.5. Aplicações de simulação

Conforme já foi dito, a simulação pode ser utilizada em diversas áreas e possui inúmeras aplicações. Prado (2008) exemplifica aplicações variadas para a simulação em diferentes áreas:

- **Linhas de Produção**

Esse segmento tem apresentado a maior quantidade de aplicações de modelagem. Podendo ser utilizada em mineradoras, portos, ferrovias, empresas de manufatura. Alguns pontos que podem ser analisados via simulação são:

- Planejamento de um novo setor de produção e experimentação via modelagem para obter-se o melhor fluxo
- Garantia da melhor política de estoque, através de funções disponíveis no Arena, como: solicitação de material e atendimento pelos fornecedores. O resultado dará o ponto de pedido e quantidade.
- Alterações na linha de produção, como novos equipamentos, aumento da produção. A simulação permite a visualização dos gargalos, garantindo a escolha do melhor modelo.

- **Logística**

Nessa área também existe uma utilização crescente da simulação para solução de problemas. Os cenários são os mais diversos, podendo ser uma fábrica, tráfego numa cidade, abastecimento de um armazém...

Empresas que trabalham com transporte têm na simulação uma ótima opção para planejar suas operações. Fioroni (2008) simulou uma malha ferroviária com circulação de trens procurando um melhor funcionamento, evitando filas e interferências desnecessárias entre os conjuntos. No modal marítimo e aéreo é viável a realização do dimensionamento operacional de portos e aeroportos. Existem diversas aplicações para modal rodoviário como o dimensionamento de pedágios, duração de semáforos e estabelecimento do melhor fluxo de veículos pelas ruas da cidade.

- **Comunicação**

Diversos problemas de comunicação podem ser estudados através da modelagem de filas. A otimização de uma rede de comunicações é viável através da simulação.

- **Atendimento em Estabelecimentos em Geral (Bancos, Supermercados, Lanchonetes...)**

A quantidade de atendentes ou caixas pode ser dimensionada, considerando um tempo máximo de atendimento. Dessa forma, a empresa mantém o nível de serviço desejado.

- **Processamento de Dados**

Diversas empresas que desenvolvem computadores, procurando mensurar o tempo de resposta ou a produtividade de determinado sistema e terminais, utilizam a modelagem de filas.

Com as áreas e aplicações descritas acima, fica fácil perceber a variedade de empresas e segmentos que podem beneficiar-se com a utilização da simulação para analisar e decidir questões importantes para a continuidade e expansão de suas atividades.