

# **A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E OS SISTEMAS ESPECIALISTAS APLICADOS À PRODUÇÃO**

<https://doi.org/10.5281/zenodo.15558416>

SILVA, Ana Claudia das Neves, Tecnóloga\*

BROTTI, Kelly Cristina das Neves Silva, Graduandas\*

CASTRO, Sergio Alexandre de, Mestre\*

\*Faculdade de Tecnologia de Jahu

Rua Frei Galvão, s/nº, Jd. Pedro Ometto, Jahu / SP, CEP: 17212 650

anaclaudian.s@hotmail.com

k-w2007@hotmail.com

sergioadecastro@gmail.com

## **RESUMO**

Um dos problemas mais decorrentes relacionados às informações nos dias de hoje é a inconsistência. A informação é o que fomenta os processos, disso não há dúvida, contudo o uso incorreto dos dados acarreta prejuízos não só materiais, desde a compra de matéria prima até o processo logístico pós-produção, como também prejuízos organizacionais, ou seja, na tomada de decisões. Portanto, o trabalho visou numa pesquisa bibliográfica, a discussão detalhada e multidisciplinar para buscar soluções aos problemas causados pela divergência de informações nas organizações relacionadas e previsão de demanda e planejamento e controle de Estoques. Diversas áreas foram utilizadas (para a elaboração da pesquisa), dentre elas: Marketing, Base de Dados, Ciência da Computação, Tecnologia da Informação, Gestão da Produção e Administração. Baseado nesses conhecimentos, foi constatado, que a Inteligência Artificial é capaz de revolucionar a base tecnológica do setor de produção, bem como seus apêndices. Foi encontrada dentro dos ramos da IA a solução promissora tão ansiada - ramo esse que faz da IA a grande esperança tecnológica para fins de eficiência e eficácia dos sistemas produtivos - os Sistemas Especialistas (SEs), por meio disso foram dadas ideias prévias do benefício da implementação dessa tecnologia. Neste trabalho entendeu-se que o uso de um SE na produção industrial, ao relacionar a mensuração de demanda ao controle de estoques, pode trazer benefícios grandiosos, pois

na medida em que as informações são estruturadas mais elaboradamente, as inconsistências e os prejuízos diminuem significativamente, aumentando substancialmente a eficiência organizacional.

**PALAVRAS-CHAVE:** Inteligência Artificial; Sistemas Especialistas; Inteligência Artificial na engenharia de produção; sistemas especialistas na engenharia de produção.

### **ABSTRACT**

*One of the problems more arising about information currently is the inconsistency. The information is what maintains the processes, but the bad use of the data entails not only in material damage, but in organizational losses too, in other words, in the decision action. Therefore this work aimed a bibliography search and discussion to find solutions for the problems of the information divergence in the organizations about demand forecasting, and planning and inventory control. Many areas were used for the search like: Marketing, Data Base, Computer Science, Information Technology, Production Management and Administration. Based on these facts it was found that the Artificial Intelligence could revolutionize the technology base of the production sector, as well as its appendices. In one of branches of the Artificial Intelligence (AI) was found the promising solution so longed, the Expert Systems which makes the AI the big technological hope to ensure the efficiency and effectiveness of production systems. By the search went understood that the use of the Expert Systems(ES) in industrial production, relate measurement of demand with inventory control can bring great benefits because with structured informations the inconsistencies and the losses decrease significantly, substantially increasing organizational efficiency.*

**KEY-WORDS:** *Artificial Intelligence; Expert Systems; Artificial Intelligence in industrial engineering; expert systems in industrial engineering; measurements and demand forecast; Control and inventory planning.*

## INTRODUÇÃO

Inteligência Artificial é o tema abordado neste trabalho, pois pode ser uma boa alternativa para controlar processos industriais contínuos, por intermédio de decisões que exigem do especialista o conhecimento necessário para relacionar ações e resultados. Contido nesse tema está o método proposto para melhoria dos processos produtivos, método esse chamado de Sistemas Especialistas (SEs), que possui modelos de apoio à decisão e ao controle com base em fatos e conhecimentos empíricos e teóricos, mesmo que apoiados em dados incompletos.

Para uma organização, seja ela de grande, médio ou pequeno porte, para manter-se ativa no mercado consumidor, no cenário atual, onde os consumidores são mais exigentes e menos pacientes, é necessário que esta saiba quando e, principalmente, quanto produzir, para evitar o excesso de um determinado produto ou sua falta no mercado ou estoque.

Além de mensurar com a maior precisão possível, a demanda de mercado, é preciso ter agilidade nesse processo, para que as empresas tenham tempo suficiente para produzir e colocar o produto à disposição do consumidor. Dados e informações são a base dos processos produtivos, logo, se os dados forem incertos, não haverá a fundamentação do conhecimento de apoio a especialista no controle dos processos industriais. Portanto, nota-se a importância da exatidão ao prever demanda, níveis de estoque, custo, enfim, uma completa modelagem de processos produtivos. O artigo visa amenizar as incertezas com relação aos dados e informações coletados pelas organizações para que não haja tanta dificuldade na mensuração de demanda e, conseqüentemente, na previsão de níveis de produção e estocagem de produtos.

O objetivo deste trabalho é apresentar a melhoria que a inserção da Inteligência Artificial pode trazer no desenvolvimento, a partir do conhecimento de especialistas, e no controle de um processo do tipo contínuo, fundamentado na inserção de sistemas computacionais especialistas.

Este trabalho abrange um tema relevante e de grande importância na atualidade para o meio industrial e mercadológico nos setores de produção, por meio de um estudo para solucionar casos de

inconsistência de informações que vem trazendo grandes prejuízos na área produtiva.

Com isso, busca-se também obter um esclarecimento maior sobre Sistemas Especialistas, esses que por sua vez, ainda não são tão bem conhecidos no mercado, apesar da sua grande utilidade e popularização a partir das novas tecnologias.

## **1 MENSURAÇÃO DE VARIAÇÕES DE DEMANDA DE MERCADO**

Para compreender a importância da informação no mercado mundial, é preciso compreender as dificuldades encontradas neste meio. A variação de demanda, por exemplo, é um grande problema para atender o mercado, principalmente no que se refere ao setor de produção.

A alta taxa de variação de demanda<sup>1</sup> dificulta a previsão e a mensuração de venda/produção, ou seja, torna difícil compreender o ambiente de mercado, o que é um problema, visto que tal compreensão possibilita identificar as oportunidades do mercado e se preparar contra as possíveis ameaças impostas pela concorrência. Assim, essa estratégia é realizada a fim de prever o tamanho, o crescimento e o potencial de lucros de cada nova oportunidade (KOTLER, 2012).

A mensuração e a previsão da demanda são de suma importância para toda a organização, pois em cada setor essas informações serão utilizadas de uma forma específica. Para o setor de produção, por exemplo, essas mensurações possibilitam estabelecer níveis de capacidade e produção.

Toda essa mensuração e essa previsão são de suma importância não só para a produção, mas também para o departamento financeiro, para os de compra e recursos humanos, cada qual refinando os dados de acordo com o interesse da área. Se a previsão estiver fora da realidade do mercado, a empresa acabará com excesso ou falta de estoque, uma vez que as previsões de vendas se baseiam em estimativas de demanda.

Em resumo, a conceituação de Kotler esclarece muito bem a importância da demanda: A demanda de mercado para um produto é

---

1 Desejos dos clientes por produtos específicos sustentados pela capacidade de comprá-lo.

o volume total que seria comprado por um grupo de clientes definido, em uma área geográfica, período, em um ambiente de marketing e sob um programa de marketing definido (KOTLER, 2012).

Portanto, sem informações exatas e coletadas em tempo real, torna-se impossível prever ou mensurar a demanda de mercado e suas possíveis variações. Sendo assim, a cadeia de dificuldade aumenta ainda mais quando essas incertezas se introduzem no campo de produção e de finanças. Por isso, trabalhar com informações corretas e concretas é essencial para a empresa como um todo.

## **2 AVALIAÇÃO DE FERRAMENTAS DE CAPTURA DE INFORMAÇÕES TRADICIONAIS**

Existem estratégias competitivas para uma empresa manter seu espaço no mercado. Algumas delas tratam, primeiramente, de encontrar formas de expandir a demanda do mercado total; protegem sua participação corrente com ações defensivas e ofensivas que sejam eficazes; e, por último, aumentar sua participação de mercado, ainda que o tamanho do mercado permaneça constante. Para isso, o setor produtivo de uma empresa precisa adequar-se a essa crescente inconstância e manter-se em segurança, portanto, é preciso obter o máximo de informação possível, com exatidão e velocidade (KOTLER, 2012).

Comumente, as ferramentas de captura e tratamento de informações mais usadas são os sistemas de contenção de informação, criando vínculos estruturais com o cliente, permitindo a manutenção de dados e contatos com esses diversos tipos de “clientes”, fazendo com que previsão, mensuração e atendimento de mercado tornem-se possíveis e mais confiáveis, já que a tecnologia praticamente elimina erros ou inconsistências.

Uma das variações usadas para armazenamento de dados é o banco de dados<sup>2</sup> empresarial, o qual guarda as informações com precisão e segurança, porém existem os mais inteligentes que tratam a informação: são os *Data Warehouses* e os *Data Minings*. O primeiro captura informações sobre o cliente e então estas podem ser

2 <sup>\_\_\_\_\_</sup> Banco de dados é uma tabela ou coleção de tabelas que gerenciam os dados de modo a tornar essas relações explícitas (MILTON, 2010, p.365).

consultadas por profissionais, a fim de fazer análise e inferência sobre as necessidades e respostas dos clientes individualmente; já o segundo extrai uma ampla massa de dados dos clientes por meio de técnicas estatísticas e matemáticas sofisticadas, como análise de agrupamento (*cluster*), detecção automática de interação, modelagem preditiva e redes neurais, sendo assim um método mais exato ainda.

Contudo, essas utilizações e mecanismos não são tão complexos quanto os problemas observados no sistema produtivo, vendo por um ponto de vista que busca combinar os melhores resultados aos melhores sistemas. Logo, entende-se que é necessária uma grande base para ligar bancos a sistemas especialistas, pois o último possui bases de dados estruturais, portanto necessitam de mais infraestrutura para efetuar os raciocínios necessários à compreensão das variações do mercado atual, das previsões, das mensurações, das percepções e da capacidade de propor soluções são ações que esses sistemas fazem ainda com certa ineficiência e inexatidão – algo inadmissível no mundo corporativo (KOTLER, 2012).

## **2.1 CONSTATAÇÃO DO VÍNCULO ENTRE AS MUDANÇAS TECNOLÓGICAS E A INFORMAÇÃO**

A tecnologia da informação tornou-se um aspecto fundamental para o ambiente de negócios contemporâneo. Com os computadores e tecnologia de ponta houve uma revolução no trabalho e produção assistidos.

O fato é que os processos estão sendo totalmente dominados e revertidos em códigos de barras, em sistemas automáticos, em correio eletrônico, telemarketing e o crescente uso das supervias de informação, como Internet e intranet.

A velocidade das transições e decisões de negócios é o maior desafio enfrentado pelas organizações. Fica claro, então, que em um mundo onde a mudança acontece a uma velocidade incrível, a informação e a tecnologia precisam ser plenamente utilizadas para obter a maior vantagem possível (CHIAVENATO, 2010).

### 3 A IMPORTÂNCIA DAS DECISÕES PARA UM SISTEMA DE CONTROLE

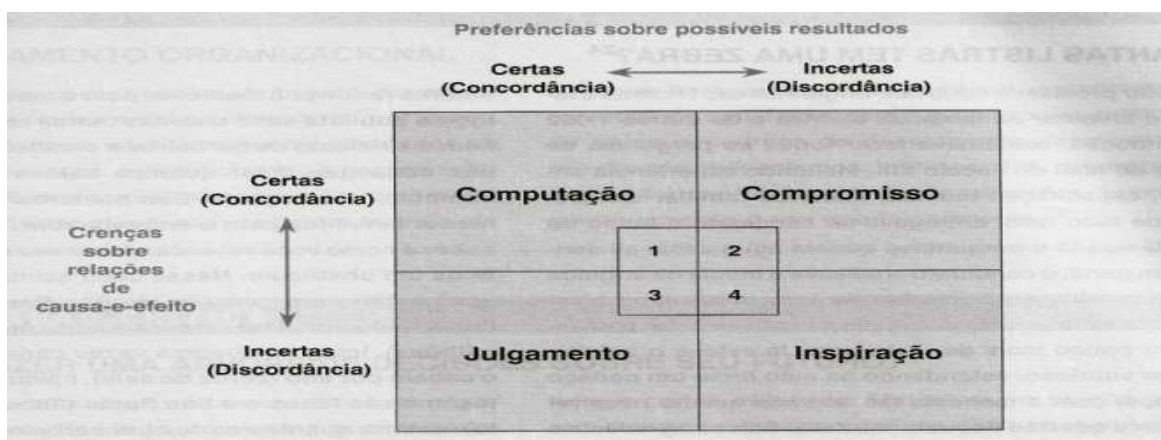
No processo de tomada de decisão é sabido que se deve ponderar e pesar alternativas que resolvem eventos futuros - difíceis de prever. Os ambientes impõem, geralmente, a certeza, risco e incerteza. Para esses tipos de ambientes há duas formas básicas de tomada de decisão: as programadas e não programadas (CHIAVENATO, 2010).

As programadas são baseadas em experiências para a resolução de problemas do cotidiano, mas limita a liberdade das pessoas em decidir o que fazer, ou até a criação de novas soluções; daí a necessidade de estabelecer políticas que simplifiquem consideravelmente o assunto. São essas decisões que predominam no nível operacional das organizações.

Já as decisões não programadas são geralmente “julgmentais”, novas e não repetitivas para solucionar problemas não rotineiros ou excepcionais, como linhas de produtos problemáticos, alocações de recursos financeiros, portanto soluções baseadas em problemas instantâneos geram soluções rápidas e não fundamentadas, aumentando a margem de erro se comparada a uma decisão planejada.

Por essa razão, muitos programas de desenvolvimento gerencial tentam melhorar a capacidade decisória dos responsáveis, com o intuito de ensinar a analisar os problemas sistematicamente e agir de maneira mais lógica possível, dentro das várias dimensões da tomada de decisão, como mostra a figura 1:

Figura 1 - As várias dimensões da tomada de decisão



Fonte: Chiavenato (2010).

É necessário que uma organização tenha um sistema básico de controle – a fim de saber como aplicar seus recursos financeiros, desenvolver pessoas, analisar o desempenho financeiro e avaliar a produtividade operacional. A implantação desses sistemas de controle gera uma melhora gradativa e segura do desenvolvimento na empresa (CHIAVENATO, 2010).

#### **4 IMPORTÂNCIAS DA INFORMAÇÃO NA PRODUÇÃO**

As inovações em tecnologias de produto/serviço e de processo causaram forte impacto sobre o gerenciamento de operações. Dentre todas as tecnologias de processamento, a que causa mais influência é a de Informações.

Sendo assim, fica clara a importância da tecnologia na coleta e tratamento de informações/dados. Essas Tecnologias de Processamento de Informações<sup>3</sup> (TPI) incluem: computadores; periféricos, mídia magnética; dispositivos transmissores/receptores; programas, sistemas e aplicações. Dentre todos esses tipos de TPI, o computador é o mais comum, porém os sistemas que o integram são os mais essenciais.

O uso dos sistemas é extremamente necessário, principalmente para responsáveis na área de produção, no gerenciamento de estoque, previsão de demanda, processamento de pedidos e gerenciamento de qualidade, parte da rotina de um setor de produção (SLACK, 2012). Nos sistemas comuns, o conhecimento sobre o domínio do problema é codificado tanto nas instruções propriamente ditas quanto nas estruturas de dados. Um programa representa o conhecimento necessário para a solução do problema, contendo os comandos que relacionam as informações do cliente com os dados e os cálculos necessários para realizar o raciocínio.

A forma de representação do conhecimento é difícil para um especialista compreender ou modificar qualquer ação realizada pelo programa. Ou seja, o sistema “pensa” de forma confusa se comparado ao raciocínio humano, o que torna sistemas tradicionais ineficientes, pois não atendem às percepções ou às intuições concernentes a ações precisas - esse benefício só está presente nos Sistemas Especialistas, criados a partir de uma tecnologia chamada Inteligência Artificial.

3 <sup>Qualquer dispositivo que colete, manipule, armazene ou distribua informação.</sup>



## 5 COMPARAÇÃO ENTRE SISTEMAS ESPECIALISTAS E SISTEMAS TRADICIONAIS

Os sistemas tradicionais armazenam e estruturam os dados separadamente como blocos, havendo uma consulta ou manipulação de dados, estes são gerenciados, aumentando a possibilidade de redundâncias e duplicação de informações.

A teoria e a lógica utilizada num sistema tradicional são elaboradas da seguinte forma: primeiramente há um problema proposto a ser abordado, em seguida as estruturas de dados armazenam as informações referentes; logo depois é utilizado um programa contendo o conhecimento necessário para que os comandos resultem em uma solução. Contudo um especialista humano sente dificuldades no momento em que tenta interpretar ou modificar os dados e informações sobre o problema.

Já na lógica de um SE, as informações e cálculos são armazenados em estruturas de dados, bem como o conhecimento necessário que descreve o relacionamento entre as informações e os cálculos. Com isso, torna fácil a compreensão do raciocínio utilizado na resolução do problema.

Um programa de SE é independente do conhecimento da natureza do problema que as estruturas de dados descrevem, ou seja, os próprios programas são incumbidos de capturar e organizar descrições de dados, de processar declarações de relacionamentos semânticos contidos no domínio do problema e também de criar algoritmos para manter o foco e sequenciar o processo. É possível observar as diferenças mediante o quadro 1 a seguir:

### Quadro 1 - Comparação entre Sistemas Convencionais e Sistemas Especialistas

| Programa Convencional                         | Sistemas Especialistas                               |
|---|--|
| Representação e uso de dados                  | Representação e uso de conhecimento                  |
| Algorítmico                                   | Heurístico   |
| Processo iterativo                            | Processo de inferenciação                            |
| Manipulação efetiva de grandes bases de dados | Manipulação efetiva de grandes bases de conhecimento |

Fonte: Morales (2012).

## 6 IMPLANTAÇÃO DE RECURSOS

Os Sistemas Especialistas têm aplicação prática no mundo real, no entanto esse aspecto é um tanto restrito, por se tratar de uma limitação no domínio do conhecimento. Desse modo, o sistema está propenso a cometer os mesmos erros de um especialista humano.

Além disso, algumas técnicas de sistemas especialistas podem ser encontradas em diversos programas complexos, visto que toda a mística em torno da IA diminuiu, a fim de popularizar ainda mais o uso da IA, tornando o SE não mais do que uma versão ligeiramente mais elaborada de programas procedurais que eles já vinham utilizando há bastante tempo. Com isso, o uso, a implantação e a manutenção dos sistemas especialistas tornaram-se, ao longo dos anos, mais simples e fáceis, tanto para usuários como programadores.

Visto que os benefícios são grandes é importante não se ater a pormenores que prejudicam a implantação, processo esse que demanda tempo e paciência por parte dos cargos responsáveis pela Tecnologia da Informação dentro de uma organização. Apesar das dificuldades, as recompensas no final do processo são reconfortantes, pois não é a complexidade de um método que o torna eficaz, mas sim a capacidade que o mesmo tem de solucionar problemas da melhor forma possível.

## **7 METODOLOGIA**

Este trabalho foi elaborado a partir de estudos e coleta de informações sobre o uso de sistemas especialistas nos setores de produção industrial conforme livros, artigos e trabalhos acadêmicos para maior compreensão e geração de soluções. E na análise de um sistema especialista para área de estudo de tempos e movimentos aplicado à produção. Com isso, foi apresentada uma discussão para entender o quão é importante a manipulação de informações bem estruturada (por meio de SEs) e a relação entre o controle de informações na mensuração de demanda e, conseqüentemente, no planejamento da produção.

## **8 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Esta seção tem por objetivo apresentar a revisão bibliográfica sobre os assuntos abordados nesse trabalho. São apresentados conceitos básicos sobre o tema, além de conceitos específicos sobre ferramentas utilizadas para boas práticas em coletas de informações e seu, bem como, suas aplicações nos setores produtivos e sua relação com métodos anteriores e mais tradicionais. Além disso, será discutida a utilização dos conceitos e, então, serão verificadas quais ferramentas obterão os melhores resultados desejados por uma organização.

### **8.1 CONCEITOS**

#### **8.1.1 Inteligência Artificial**

A saber, de todas as limitações dos sistemas tradicionais, introduz-se a ideia de uma nova tecnologia – Inteligência artificial (IA). Fox (1990, p. 27) classifica a Inteligência Artificial e Sistemas Especialistas como: “[...] tecnologias viáveis que permitem uma nova abordagem para solucionar muitos problemas de decisão”. Ou seja, a IA é ciência e, por outro lado, é um ramo da engenharia, na medida em que procura construir instrumentos de apoio a inteligência humana.

A tendência na IA é de se ter cada vez mais sistemas expertos a serem criados e aperfeiçoados, tornando-a uma poderosa ferramenta de suporte ao processo de tomada de decisões empresariais por meio de sistemas complexos. A IA também pode ser tida como um campo de

conhecimentos que pode apoiar a tomada de decisões de um modo mais simples e mais preciso do que outros métodos, tais como a modelagem e a gestão por indicadores.

#### *8.1.1.1 Ramos da Inteligência Artificial*

Dentro da Inteligência Artificial existem vários ramos difundidos, dentre eles as principais áreas de especialização são os sistemas especialistas, robótica, sistemas de visão, processamento linguagem natural, sistemas de aprendizado e redes neurais. Os avanços nessas áreas são correlacionados, pois quando há um avanço em uma, a outra também evolui. Assim pode-se dizer que a IA é uma ciência que ainda possui muitos caminhos a serem desenvolvidos. Logo, os limites em descobertas dentro da IA ainda não foram atingidos. Tecnologia promissora que ao ser empregada nas tecnologias tradicionais mostrará o quanto elas podem ser primitivas se comparadas a IA.

Pesquisadores também acreditam que a IA é uma tecnologia chave para *software* inovador; pesquisas são feitas realizando inferências para imitar o raciocínio humano, com isso, ramificando assim a IA em algumas novas áreas de pesquisa, como os SE (Sistemas Especialistas ou baseados em conhecimento); Sistemas inteligentes/ Aprendizagem; Compreensão/Tradução de Linguagem Natural; Compreensão/Geração de voz; Análise de imagem e cena em tempo real e a Programação Automática.

#### *8.1.1.2 Sistemas Especialistas*

Um Sistema Especialista analisa informações fornecidas por um usuário com base no princípio da heurística constituindo uma série de regras e parâmetros específicos de acordo com o problema tratado. Dentro da arquitetura geral de um SE, há o conjunto de declarações dependentes do domínio do problema (base de dados/ base de regras) e um programa independente, (porém dependente das estruturas de dados) denominado motor de inferência.

A arquitetura de um sistema especialista é dividida por dois componentes básicos: um banco de informações que contenha todo o conhecimento relevante sobre o problema de uma forma organizada (base de conhecimento); um conjunto de métodos inteligentes de manipulação destes conhecimentos, os mecanismos de inferência.

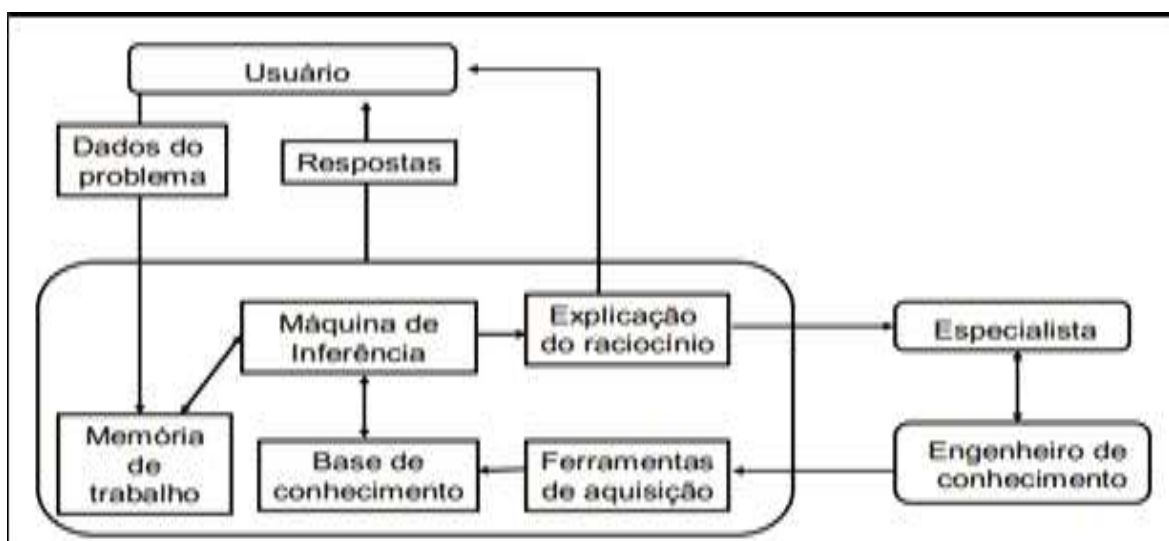
Apesar das limitações das máquinas, é possível a construção de sistemas especialistas com alto grau de desempenho, dependendo da complexidade de sua estrutura e do grau de abrangência desejado, sendo a arquitetura mais comum a que envolve regras de produção. Para ficar mais claro, pode-se observar o quadro 2 como exemplo.

### 8.1.2 Heurística

Heurística é um princípio de simplificação do processo decisório. Ela basicamente usa um método de perguntas e respostas para encontrar soluções de problemas.

Há três regras heurísticas, que servem para pensar intuitivamente e chegar a uma solução: Disponibilidade, uma solução de um caso anterior serve de disponibilidade para casos que possam vir a ocorrer; Representatividade, que é o uso de ocorrências semelhantes para comparação com uma categoria preexistente, ou seja, tudo é visualizado como um tipo de commodity e julgado de acordo com ela; e Âncora e Ajustamento, que é a busca relacionada a referências em casos anteriores, para que sirva como âncora para decisões e ajustes futuros. A Heurística procura trabalhar com menos variáveis possíveis para tirar conclusões sobre um sistema por inteiro, para simplificar e otimizar a busca por soluções (MILTON, 2010).

**Quadro 2 - Sistemas Especialistas: Arquitetura**



Fonte: Morales (2012).

### **8.1.3 Administração da Produção**

De acordo com Nigel Slack (2012, p. 25), a administração da produção trata da maneira pela qual as organizações produzem bens e serviços. Em seu livro o autor diz mais: a produção é, acima de tudo, um assunto prático que trata problemas reais; ele continua em outro trecho, dizendo que: “a função produção (de ‘operações’ ou ‘sistemas de produção’) é importante para a organização porque afeta diretamente o nível pelo qual ela satisfaz a seus consumidores”. São essenciais as melhorias no setor produtivo, pois apesar de não ser dele toda a responsabilidade final do sucesso de uma organização, o setor detém grande parte dessa responsabilidade. Portanto, quando Slack aborda o tema melhoria ele defende que mesmo que as atividades da produção são projetadas e controladas, muitas das vezes elas ainda necessitam de um melhoramento contínuo, bem como de algumas práticas e técnicas de melhoria.

Slack também cita que as prioridades de melhoramentos têm de ser determinadas por meio da consideração conjunta da importância relativa de cada fator competitivo, julgadas pelos consumidores ou em relação à concorrência. Os melhoramentos podem ser contínuos ou revolucionários, a postura depende do desempenho que pode ser consolidado em uma “matriz importância-desempenho”, é o que decide a prioridade da melhoria.

## **9 DISCUSSÃO SOBRE O TEMA**

Um dos problemas mais decorrentes relacionados à Produção é o equilíbrio entre demanda e fornecimento de recursos, sejam recursos materiais, recursos de máquina ou mão de obra. Estes recursos tem capacidade finita. Dimensionar estes recursos de maneira a satisfazer a demanda é o desafio de qualquer gestor da produção.

Dentro do contexto dos sistemas especialistas, analisou-se um *software* de estudos de tempo e movimento com as seguintes características:

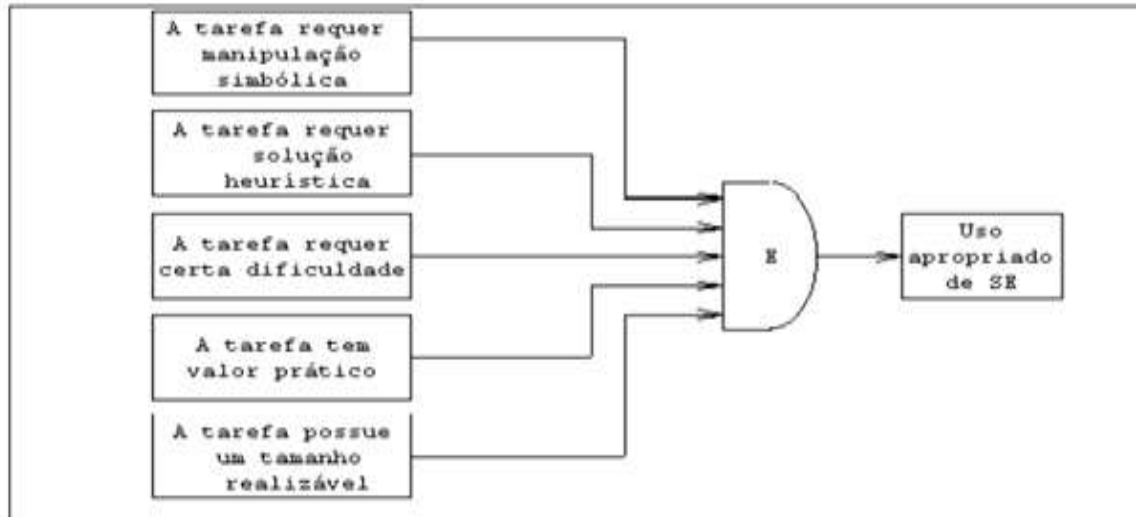
- a) Registro de tempos na Modelagem e Produção;
- b) Filmagem da Operação;
- c) Cronometragem em qualquer processo (peças, pares);
- d) Cálculo automático das folhas de tempo;
- e) Montagem de roteiros de produção (sequências operacionais);
- f) Balanceamento de produção;
- g) Integração com outros sistemas (troca de dados);
- h) Interface de fácil aprendizado e utilização.

Esse sistema captura imagens de processos produtivos registrando os tempos de cada operação e, automaticamente, faz o cálculo do tempo de produção, gerando os roteiros de produção. Os resultados oferecidos pelo sistema fornecem não somente dados para o planejamento da produção, mas criam soluções para problemas de produção auxiliando na tomada de decisão gerencial para equilibrar demanda e fornecimento. Com esse sistema especialista otimiza os fluxos de produção visando atender às necessidades dos clientes.

Provavelmente, as respostas para a maioria dos impasses na gestão de estoques estão justamente nos problemas encontrados (falta ou excesso de estocagem), se há um desses problemas, é porque o planejamento e gestão de informações relacionadas ao estoque estão um tanto ineficazes e, para uma melhoria, é preciso atentar aos benefícios dos sistemas especialistas [inteligentes], que tratam de problemas complexos do mundo real com uma abordagem diferenciada, não apenas se valendo de raciocínios algorítmicos, mas atentando-se a detalhes que requerem certa sensibilidade para serem notados - tal como faria um profissional especialista.

No quadro 3, a seguir, há regras de quando se deve usar um Sistema Especialista:

### Quadro 3 - Sistemas Especialistas : Quando utilizar



Fonte: Morales (2012).

A saber, anteriormente foi citado no tópico (8.2.1.1.1), a definição dos SEs e para entender melhor a abordagem dos mesmos em relação à complexidade é importante dividi-los em alguns tipos, sendo eles:

- a) Interpretação - sistemas que inferem descrições de situações a partir da observação dos fatos ao realizar uma análise de dados e determinar as relações e seus significados;
- b) Diagnósticos - sistemas que detectam falhas provenientes da interpretação de dados;
- c) Monitoramento - interpreta as observações de sinais sobre o comportamento monitorado;
- d) Predição - a partir de uma modelagem de dados do passado e do presente, o SE permite uma possível previsão do futuro;
- e) Planejamento - o sistema prepara um programa de iniciativas a ser tomado para se atingir um determinado objetivo;
- f) Projeto - sistema capaz de justificar a alternativa tomada para o projeto final, e de fazer uso dessa justificativa para alternativas futuras;
- g) Depuração - sistema que possui mecanismos para fornecer soluções para o mau funcionamento provocado por distorções de dados;



- h) Reparo – o sistema desenvolve e executa planos para administrar os reparos verificados na etapa de diagnóstico;
- i) Instrução - o sistema de instrução tem um mecanismo para verificar e corrigir o comportamento do aprendizado dos estudantes; e
- j) Controle - sistema que governa o comportamento geral de outros sistemas (não apenas de computação). É o mais completo, de um modo geral, por interpretar os fatos de uma situação atual, verificando os dados passados e fazendo uma predição do futuro. Também apresenta os diagnósticos de possíveis problemas, formulando um plano ótimo para sua correção. Este plano de correção é executado e monitorado para que o objetivo seja alcançado.

A variabilidade do problema e quantidade de variáveis a serem consideradas é realmente grande, com isso fica claro que por mais que algoritmos sejam úteis, devido à complexidade do problema, fica difícil um sistema tradicional abranger todos os fatores e solucioná-los em tempo hábil, como demanda o mercado atual. A complexidade ao trabalhar com indicadores flutuantes e constantemente variáveis é bastante grande, portanto, é necessário tratar esses indicadores com a devida importância. É imprescindível que esses indicadores sejam tratados, estruturados e relacionados inferentemente como no mundo real, é assim que um SE normalmente age. Para compreender melhor pode-se observar o quadro 4, a seguir:

**Quadro 4 - Processo de Inferência: Métodos de Raciocínio**

| Encadeamento para Frente   | Encadeamento para trás   |
|--|--|
| Dirigido aos dados (dados hipóteses)                             | Dirigido às metas (hipótese dados)   |
| Presente para o futuro   | Presente para o passado  |
| Antecedente de uma regra para o conseqüente                      | Do conseqüente de uma regra para o antecedente                               |
| Trabalha para frente para encontrar soluções, partindo dos fatos | Trabalha para trás para encontrar fatos que suportem as hipóteses levantadas |
| Os antecedentes das regras determinam a busca                    | Os conseqüentes da regra determinam a busca                                  |

Fonte: Morales (2012)

Ao realizar a inferência dos dados do problema tratado, os SEs se responsabilizam por buscar, selecionar e avaliar as regras que foram identificadas na base de conhecimento. Efetivando a função de combinar o conhecimento abstrato contido na base de regras, com o conhecimento concreto armazenado na base de fatos, inferem-se conclusões e geram-se novos fatos. Ou seja, dá-se um tratamento devido aos indicadores principais e determinando soluções apropriadas.

## 9.1 RESULTADOS REPORTADOS

Por meio do estudo bibliográfico com base em livros, artigos e sites, ficaram claros que os benefícios advindos da utilização da técnica de sistema especialista são diferentes daqueles obtidos pelos sistemas tradicionais, por tratarem-se de sistemas dotados de inteligência diferenciada e lidarem com uma base conhecimento mais sofisticada. Dentre outros benefícios, podem-se destacar:

- a) um SE é capaz de estender as facilidades de tomada de decisão;
- b) pode melhorar a produtividade e desempenho de seus usuários, considerando que o provê com um vasto conhecimento, que, certamente, em condições normais, demandaria mais tempo para assimilá-lo e, conseqüentemente, utilizá-lo em suas tomadas de decisão.

É importante citar que um SE reduz o grau de dependência que as organizações mantêm quando se veem em situações críticas, inevitáveis, como, por exemplo, a falta de um especialista, isso torna as organizações vulneráveis e dependentes.

Por meio do uso desses sistemas é possível definir: estratégias de objetivos (tomada de decisões); planejamento (competitividade); *projet* (inovação em produtos); tomada de decisões (sugestão de possíveis alternativas para processo de tomada de decisões); controle e monitoramento de qualidade (análise de eficiência e eficácia de um sistema computacional); diagnóstico (investigação das causas e propostas de soluções).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do exposto e das leituras e discussões sobre o tema, conclui-se que os sistemas especialistas podem ser implantados em sistemas de controle multivariável nas indústrias em seus processos contínuos, com resultados satisfatórios. Portanto, sugere-se aos engenheiros de produção que procurem conhecer as técnicas citadas, não se restringindo às mesmas, mas investigando outros processos de decisão nos quais haja ambiguidades, incertezas, variabilidades e sazonalidades como de Demanda ou algum outro problema que não haja um modelo exato e replicável.

## REFERÊNCIAS

ARAUJO, C. A. C. Estudo de causa e estratégias para lidar com variação na utilização da capacidade dos recursos produtivos em ambientes de empresas enxutas. **Dissertação** (Doutorado). Departamento de Engenharia da Produção - UFSCAR, 2010.

BARBIERI, J.C. **Gestão ambiental empresarial**. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2011.

BATTERSBY, A. **Previsão de vendas**. 2. Ed. Rio de Janeiro: Zahar, 1976.

CHIAVENATO, Idalberto. **Administração nos novos tempos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

COSTA, M. A. B. Uma abordagem sobre inteligência artificial e simulação, com uma aplicação na pecuária de corte nacional. **Revista de Produção**, 1991. Disponível em: <http://www.revistaproducao.net/arquivos/websites/32/v02n1a04.pdf>. Acesso em: 28 mai. 2013.

DUTRA, R. G. et al. Aplicação de métodos de inteligência artificial em inteligência de Negócios. *IN: XXV Encontro Nac. de Eng. de Produção - ENEGEP 2005 ABEPRO 4956*, 29 out a 01 de nov de 2005, Porto Alegre, RS. **Anais**.

KOTLER, P; KELLER, Kevin Lane. **Administração de marketing: a edição do novo milênio**. 14. ed. São Paulo: Person Education do Brasil, 2012.

MILTON, M. **Use a Cabeça! Análise de Dados**. Rio de Janeiro: Alta Books, 2010.

MORALES, A. B. T. Sistemas Especialistas. 2011. Disponível em: [http://pessoal.utfpr.edu.br/arildo/arquivos/Aula\\_5\\_SE%20e%20SBC.pdf](http://pessoal.utfpr.edu.br/arildo/arquivos/Aula_5_SE%20e%20SBC.pdf) Acesso em: 02 mar. 2014.

NASCIMENTO, R. S. Tecnologias da Inteligência Artificial na Administração do Conhecimento. **Monografia** (Bacharelado). Departamento de Ciências Exatas – UFMS, 2001.

RICH, Elaine. **Inteligência Artificial**. São Paulo: McGraw-Hill, 1988.

SCHUTZER, D. **Artificial intelligence: an applications-oriented approach**. New York: Van Nostrand Reinhold Company, 1987.

SLACK, N.; CHAMBER, S.; HARDLAND, C.; HARRISON, A. e JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 2012.  
TOMPSON, J. D. **Dinâmica Organizacional: Fundamentos Sociológicos da Teoria administrativa**. São Paulo, McGraw-Hill, 1976.