

## ***Advanced planning and scheduling systems* como suporte para tomada de decisão**

Advanced planning and scheduling systems as support decision-making

**Pedro Vieira Souza Santos\***<sup>1</sup>

\*[pedrovieirass@hotmail.com](mailto:pedrovieirass@hotmail.com)

<sup>1</sup> Universidade Federal do Vale do São Francisco

### **RESUMO**

As organizações buscam cada vez mais aprimorar suas atividades, principalmente as que dizem respeito ao Planejamento e Controle da Produção, com uso de ferramentas modernas baseadas em programação, como o *Advanced Planning and Scheduling Systems* (APS). Definiu-se o objetivo do presente trabalho em abordar, de forma teórica, as características do sistema APS como suporte à tomada de decisão em indústrias. Para isso, foi realizada uma pesquisa de cunho bibliográfico de forma extensa sobre o tema APS, direcionado à tomada de decisão em planejamento e controle de produção, explanando principalmente seus benefícios. Pôde-se comprovar, através das diversas publicações científicas, que os sistemas APS podem ajudar de forma eficiente na tomada de decisão.

**Palavras-chaves:** Estratégia; programação; suporte gerencial.

### **ABSTRACT**

Organizations increasingly seek to improve their activities, especially those related to Production Planning and Control, using modern programming tools such as Advanced Planning and Scheduling Systems (APS). The purpose of this paper was to theoretically approach the characteristics of the APS system as support for decision making industries. Therefore, a bibliographical research was carried out extensively on the APS theme directed to the decision making in production planning and control, explain mainly its benefits. Through the various scientific publications, APS systems can help in efficient decision-making.

**Keywords:** Strategy; programming; management support.

## 1. Introdução

Os mercados apresentam intenso nível de competição entre empresas. Logo, com o propósito de manter-se competitiva, qualquer organização contemporânea objetiva aumentar, de fato, seu desempenho em seus processos internos (Caplinskas *et al.*, 2012; Santos; Rocha, 2019). Assim, métodos avançados que auxiliem na alocação de recursos escassos são discutidos e aprimorados, a fim de tentar otimizar o processo por completo (Brettel *et al.*, 2014) e ainda garantir a perpetuidade do negócio (Oliveira; Hatakeyama, 2012).

Nesse contexto, Metaxiotis, Psarras e Ergazakis (2003) citam que a programação de operações tornou-se uma necessidade efetiva para as empresas se manterem no mercado de forma competitiva. De acordo com Sousa *et al.* (2014), atividades de planejamento e controle de empresas são cada vez mais complexas, forçando os gestores a buscarem melhorá-las a partir da redução de custos de operações, com uma gestão de estoques eficiente e adequada e ainda atender à demanda satisfatoriamente, respondendo às alterações sofridas constantemente no mercado.

Sendo assim, Corrêa e Corrêa (2012) reafirmam o fato de que a necessidade de se ter um bom e eficaz planejamento está intimamente relacionada às práticas de tomadas de decisão em relação aos recursos produtivos de uma organização. Slack, Chambers e Johnston (2007) ainda complementam ao dizerem que o planejamento e controle traduzem-se como atividade de gerir a operação de modo que esta seja capaz de satisfazer a demanda dos clientes. Hedman e Almström (2017) comentam a necessidade de integrar tecnologias disponíveis como pré-requisito para atingir o melhor resultado acerca da gestão de recursos de manufatura.

Contudo, o avanço tecnológico tem facilitado as instituições a melhorarem seus setores, como a manufatura, através de sistemas e/ou ferramentas precisas (Meneghello; Martins, 2015). Nesse sentido, as organizações buscam cada vez mais aprimorar suas atividades, principalmente as que dizem respeito ao Planejamento e Controle da Produção, com uso de ferramentas modernas baseadas em programação como o *Advanced Planning and Scheduling Systems* (APS). Trata-se de um conceito relativamente novo com aplicação em todos os níveis estratégicos da empresa (Giacon; Mesquita, 2011).

Estes sistemas apresentam-se como uma opção na resolução de gargalos e limitações mais complexas encontradas no âmbito do planejamento e controle da produção (Bocca; Rodrigues; Arraes, 2015). Lin *et al.* (2012) afirmam que o APS representa uma abordagem que integra o atendimento da demanda com base na capacidade de recursos da empresa, ou seja, insumos e questões ligadas a capacidade produtiva são vistas simultaneamente. Portanto, o objetivo do presente trabalho é abordar, de forma teórica, as

características do sistema APS como suporte a tomada de decisão em ambientes industriais.

### **1.1. Gestão empresarial**

O termo gestão ou administração de empresas norteia diversas discussões acerca da área, com diversos conceitos encontrados na literatura. Para Daft (2005), gestão trata-se de alcançar metas estabelecidas para a organização de forma eficaz através de planejamento, organização, liderança e controle de recursos organizacionais. Nesse sentido, Certo (2003, p. 3) completa ao afirmar que a gestão caracteriza-se como uma “série de atividades contínuas e relacionadas, implica alcançar os objetivos da empresa e se concentra nisso, alcança esses objetivos fazendo uso do trabalho com e por meio de pessoas e outros recursos da empresa”.

Andrade e Amboni (2007) abordam ainda o termo como algo ligado ao desempenho da organização como um todo, observado em um determinado contexto. Assim, Quetti *et al.* (2012) afirmam que os modelos de gestão atuais devem levar em conta as crescentes complexidade e turbulência apresentadas pelos mercados de forma notória, onde estes formam um ambiente de negócios extremamente competitivo.

Consoante a afirmativa anterior, Bonazzi e Zilber (2014) citam a necessidade de buscar inovar para criar valor como parte de uma visão estratégica da administração, tornando o modelo de negócio adotado pela empresa em destaque, diferenciando-se dos demais. Eschenbächer, Seifert, e Thoben (2011) acrescentam que esta capacidade de inovar por parte das organizações é essencial para que permaneçam competitivas no mercado global. Como forma de aprimorar a gestão por meio da inovação, diversos sistemas estão em constante atualização, como os de informação gerencial.

### **1.2. Sistemas de informação gerenciais**

Segundo Oliveira (2002, p. 59), um sistema de informação gerencial “é representado pelo conjunto de subsistemas, visualizados de forma integrada e capaz de gerar informações necessárias ao processo decisório.” Batista (2004, p. 22) completa a afirmação de Oliveira (2002) ao explicar o conceito como:

É o conjunto de tecnologias que disponibilizam os meios necessários à operação do processamento dos dados disponíveis. É um sistema voltado para a coleta, armazenagem, recuperação e processamento de informações usadas ou desejadas por um ou mais executivos no desempenho de suas atividades. É o processo de transformação de dados em informações que são utilizadas na estrutura decisória da empresa proporcionam a sustentação administrativa para otimizar os resultados esperados (Batista, 2004, p. 22).

Os sistemas permitem a gestão da empresa controlar melhor diversos aspectos internos, da produção às finanças, com a sincronização das informações entre departamentos. De acordo com Law e Ngai (2007), como resultado da evolução dessas ferramentas de apoio à gestão, surgiu então o sistema de *Material Requirements Planning* (MRP), evoluindo ainda para o *Enterprise Resource Planning* (ERP).

A administração tem diversas ferramentas capazes de auxiliar na gestão das organizações. Trata-se de métodos que surgiram no contexto da gestão empresarial e que foram evoluindo ao longo do tempo, modernizando-se. Jacobs e Weston Junior (2007) comentam que os sistemas baseados na lógica *Material Requirements Planning* (MRP) tornaram-se um padrão, inicialmente para a função da administração de materiais ou logística de suprimentos, avançando para sistemas mais elaborados direcionados para Planejamento e Controle da Produção (PCP), denominados *Manufacturing Resources Planning* (MRPII).

De acordo com Davis, Aquilano e Chase (2001), o MRP como sistema emprega o conceito de demanda dependente, permitindo assim estabelecer necessidades de insumos e componentes através da demanda independente. Hopp e Spearman (2008) explicam que o MRP pode ser entendido como um método sistemático que aborda o sistema empurrado de produção, tendo em vista que a liberação das ordens é feita baseada numa programação.

Jacobs e Weston Junior (2007) citam que a evolução dos sistemas do tipo MRP II resultou nos sistemas de tipo integrados de gestão ou ERP (*Enterprise Resources Planning*), sendo a lógica MRP presente ainda nos módulos de Planejamento da Produção. Corrêa, Gianesi e Caon (2001) consideram que o ERP objetiva, essencialmente, suportar as informações em nível gerencial, fundamentais para tomada de decisões pelos gestores numa organização, ajudando ainda na eficiência das operações locais. Turbam, Mclean e Wetherbe (2002) concordam que o ERP é capaz de proporcionar soluções e/ou alternativas que possam beneficiar e melhorar a eficiência e produtividade da empresa, acarretando no atingimento da satisfação dos clientes.

Porém, uma característica é comum a todos estes sistemas: apoiar os processos de tomada de decisão de forma estratégica, tática e ainda operacional (Shapiro, 2010), oferecendo às organizações possibilidades de melhorar a eficiência dos processos de forma geral.

### **1.3. Tomada de decisão**

De acordo com Chiavenato (2003), toda organização pode ser compreendida como um sistema de decisões, onde pessoas participam de forma racional e consciente, podendo

escolher e decidir entre opções que lhes são apresentadas. Para o autor, “as pessoas são processadores de informação, criadoras de opinião e tomadoras de decisão” (Chiavenato, 2003, p. 348). Logo, para Stoner e Freeman (1999), o ato da tomada de decisão é um processo baseado na identificação de um problema particular e na seleção de uma linha de ação para saná-lo.

Daft (2006) aborda em sua obra o conceito do termo em ambiente empresarial, sendo, na ótica do autor:

A tomada de decisão organizacional é formalmente definida como o processo de identificação e solução de problemas. O processo contém dois estágios principais. No estágio de identificação do problema, a informação sobre as condições ambientais e organizacionais é monitorada para determinar se o desempenho é satisfatório e para diagnosticar a causa das falhas. O estágio de solução do problema se dá quando os caminhos alternativos de ação são considerados e uma alternativa é selecionada e implementada (Daft, 2006, p. 372).

Nesse sentido, Maximiano (2009) comenta que as decisões são executadas com o intuito de resolver problemas. Certo (2005, p. 123) defende a posição de que decisão é a escolha feita entre alternativas disponíveis e que “[...] tomada de decisão é o processo de escolha da melhor alternativa,” ou a que mais beneficiará a organização. Ademais, Robbins, Judge e Sobral (2010, p.167) conclui ao dizer que “a tomada de decisão ocorre em reação a um problema. Um problema existe quando se verifica uma discrepância entre o estado atual das coisas e seu estado desejável [...]”.

## **2. Materiais e Métodos**

Foi realizada uma pesquisa de cunho bibliográfico de forma extensa sobre o tema APS direcionado a tomada de decisão em planejamento e controle de produção, explanando principalmente seus benefícios.

A pesquisa bibliográfica, segundo Severino (2007), é realizada a partir do:

[...] registro disponível, decorrente de pesquisas anteriores, em documentos impressos, como livros, artigos, teses etc. Utilizam-se dados de categorias teóricas já trabalhadas por outros pesquisadores e devidamente registrados. Os textos tornam-se fontes dos temas a serem pesquisados. O pesquisador trabalha a partir de contribuições dos autores dos estudos analíticos constantes dos textos (Severino, 2007, p.122).

Este tipo de pesquisa é importante para cumprir o objetivo do artigo, sendo utilizada com o fim de ampliar o grau de conhecimento sobre área. Koche (1997) afirma que a pesquisa bibliográfica pode ser realizada ainda para capacitar o investigador a compreender ou delimitar melhor um problema de pesquisa.

Nesse sentido, para construção das discussões foram selecionados diversos estudos publicados acerca do sistema APS e a aplicabilidade no meio industrial. Assim,

este artigo tem como prática metodológica a pesquisa de natureza qualitativa, com base na análise de artigos científicos obtidos por meio de levantamento bibliográfico em materiais diversos, tais como anais de eventos, teses de pós-graduação, revistas eletrônicas e outros meios e foi realizada uma análise exploratória de revisão da literatura. Tal coleta de dados foi realizada no período de janeiro a junho de 2018 e 64 trabalhos foram refinados para então elaboração deste artigo.

### **2.1. Das etapas da pesquisa**

O presente estudo, para cumprimento do objetivo estabelecido, seguiu as seguintes etapas para seu desenvolvimento:

- a) Revisão teórica sobre o tema: nesta fase inicial, pôde-se verificar a relevância do tema diante do contexto empresarial atual a partir da consulta de trabalhos recentes (a partir de 2008), disponíveis na rede. Isto posto, o objetivo do artigo foi definido com foco na tomada de decisão, pois acrescenta a discussão acerca desta na literatura disponível;
- b) Refino das informações: esta atividade foi compreendida como separação dos materiais coletados nas bases de dados científicas de acesso aberto e/ou livre, eliminando do conjunto artigos e obras publicadas sobre o tema que não adequavam-se ao escopo do trabalho. Dos 85 trabalhos encontrados nos últimos 10 anos, apenas 64 puderam ser aproveitados, em termos de relevância, para embasar as discussões presentes na sessão 4;
- c) Análise bibliográfica: logo, com o material disponível e classificado para fomentar as discussões do presente artigo, todos os 64 artigos foram lidos com o intuito de extrair as informações que pudessem, de fato, acrescentar relevância à discussão.

## **3. Resultados e discussão**

### **3.1. Entendendo o *advanced planning and scheduling systems* (APS)**

Sistemas, como o *Advanced Planning and Scheduling Systems* (APS) surgem no meio empresarial como forma alternativa de resolução de problemas complexos relacionados ao planejamento e controle da produção e também de gestão da cadeia de suprimentos (Steger-Jensen *et al.*, 2011).

Azanha e Camargo Júnior (2015) citam que:

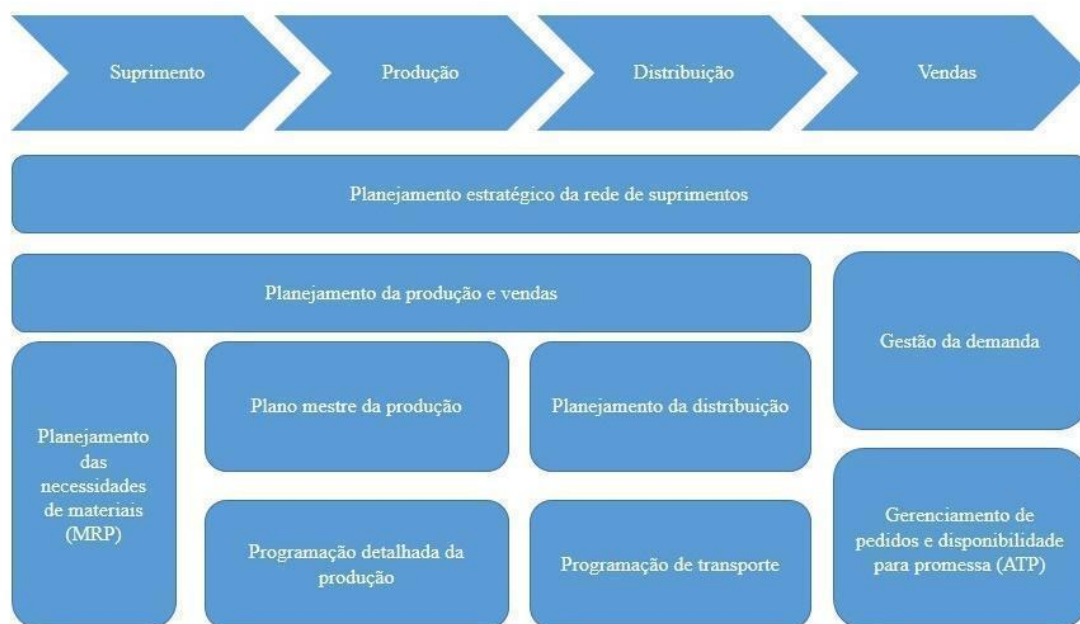
APS pode ser definido como qualquer programa computacional que utiliza lógica ou algoritmos matemáticos avançados para realizar otimização ou simulação de programação com capacidade finita, suprimento, planejamento de capital, planejamento de recursos, previsão, gestão da demanda, e outros (Azanha; Camargo Júnior, 2015, p. 137).

Para Meyr, Wagner e Rohde (2015), o APS é uma constituição de módulos de software, em que cada um atinge determinada faixa de tarefas relacionadas ao planejamento. Logo, Bhirad, Rai e Agrawal (2017) comentam que, no cenário empresarial, estes pacotes de softwares, traduzidos como sistemas avançados de planejamento e programação, são implementados para tornar informatizados os planos de produção, considerando várias restrições, como recursos, mão de obra e outros, em níveis diferentes de decisão.

Segundo Ornek, Ozpeynirci e Ozturk (2010), os sistemas APS são responsáveis por complementarem os sistemas *Enterprise Resources Planning* (ERP), que são de natureza transacional, oferecendo então maior suporte aos processos de decisão. Vidoni e Vecchiatti (2015) citam que a execução do APS em empresas geralmente é acompanhada de aplicativos *ad hoc*, que têm como função complementar atividades do sistema *Enterprise Resource Planning* (ERP) local.

De forma geral, o sistema *Advanced Planning and Scheduling Systems* (APS) pode ser ilustrado a partir da Figura 1.

**Figura 1.** Estrutura do *Advanced Planning and Scheduling Systems*



**Fonte:** Adaptado de Gunther e Beek (2003 *apud* Giacon; Mesquita, 2010)

Por outro lado, Bokovec, Damij e Rajkovič (2015) ressaltam que os sistemas avançados de planejamento são direcionados para empresas de manufatura. O que permite que a atividade e/ou função de planejar a produção seja gerenciada para otimizar recursos do tipo humanos e materiais. Apresentam componentes relacionados a diversas

atividades, como o planejamento da demanda, planejamento da produção, programação da produção, planejamento da distribuição e ainda planejamento do transporte.

### **3.2. O APS como apoio à tomada de decisão**

Devido ao fato das organizações tornarem-se maiores, com processos de negócios mais ambiciosos e complexos e ainda na presença dos ambientes incertos, as decisões ficam mais difíceis de serem tomadas, principalmente as de cunho estratégico (Hunger; Wheelen, 2002). Ou seja, o ambiente no qual os gestores se encontram apontam para decisões que considerem as subjetividades, incertezas e ainda imprecisões (Sampaio; Braga Neto, 2007).

Nesse sentido, o surgimento dos sistemas APS, em meados de 1990, pôde representar um avanço significativo na qualidade das decisões relacionadas ao gerenciamento das operações de manufatura, associando os conceitos tradicionais de gestão com a agilidade de ferramentas informatizadas (Liddel, 2009).

Os sistemas APS são, conforme comprovado pela literatura, metodologias modernas que apoiam diretamente a tomada de decisão em todos os níveis da empresa, operacional, tático e estratégico. Isto é possível, segundo Öztürk e Ornek (2014), devido as técnicas avançadas de programação que otimizam o planejamento, auxiliando nas áreas de gestão da produção. Com isso, custos podem ser reduzidos e, conseqüentemente, lucro maior é esperado, além de proporcionar melhor suporte ao processo produtivo.

Em termos de abrangência da aplicação do APS como apoio à decisão gerencial, Kung e Chern (2009) citam que este tipo de sistema possui qualidade de direcionamento ao planejamento estratégico, planejamento da demanda, plano mestre de produção e planejamento de fábrica. Isto é, o APS é capaz de fomentar a tomada de decisão em diversos aspectos da indústria.

Mishra e Choudhary (2008) caracterizam este comportamento do sistema como aplicação estratégica, podendo dar suporte a escolha de máquinas, terceirizar operações, atender um ou mais clientes, definir datas de entrega e outras mais, sempre considerando as restrições tecnológicas e físicas da unidade. Chen *et al.* (2017) afirmam, em seus estudos sobre este tipo de sistema, que são altamente eficientes em relação as características do processo, podendo apoiar a tomada de decisão acerca de pedidos às linhas de produção com base na demanda identificada.

Caplinskas *et al.* (2012) citam que as saídas oriundas do sistema APS comportam-se como um conjunto de planos e/ou programações para produção local. Estes podem ser

ótimos ou próximos desse nível. Šaderová (2010) cita alguns fatores de sucesso do sistema, resumidos em:

- Uma visão geral em tempo real ao longo da cadeia de suprimentos;
- Um bom pacote de apoio à decisão;
- Capacidade de sequenciar em tempo real, levando em consideração as restrições em capacidade ou mudanças *in loco*.

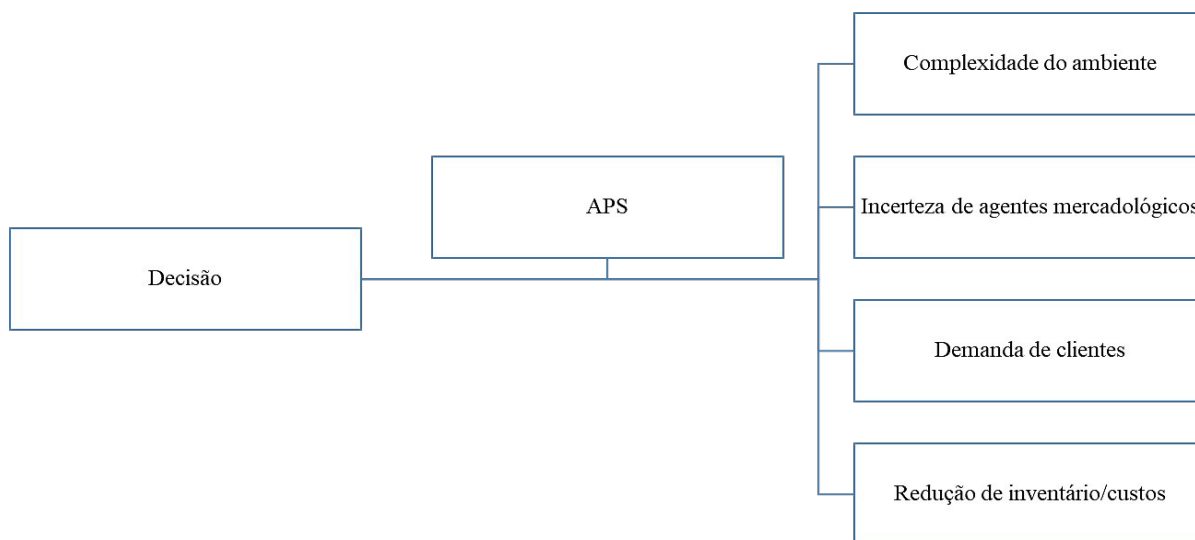
Lupeikiene *et al.* (2014) citam que a tomada de decisão, neste contexto, é notada como um processo de determinação de informações relacionadas ao planejamento e programação de atividades de negócios dentro da empresa. Para os autores, esse processo envolve todas as práticas que criam e gerenciam as informações necessárias para o planejamento e o cronograma da produção. Além disso, estas podem ser consideradas de dois pontos de vista diferentes: administrativo e funcional.

Em relação à perspectiva administrativa, as atividades de negócios são agrupadas de acordo com objetivos específicos, como gerenciamento de produção, gerenciamento de estoque ou engenharia de fábrica. Do lado funcional, tem-se aspectos das atividades de negócios, como funções de gerenciamento de planejamento, ordem e/ou cronograma, relacionadas ao planejamento (Lupeikiene *et al.*, 2014).

Por outro lado, Gen, Cheng e Lin (2008) chamam atenção para a utilidade dos sistemas APS, direcionados aos ambientes em que os métodos de planejamento mais simples não podem abordar adequadamente os *trade-offs* complexos. Ivert e Jonsson (2014) fazem ainda um questionamento acerca do ambiente no qual o APS poderá realmente ser útil. Os autores questionam: Quanto alto deve ser o nível de complexidade antes de uma organização poder se beneficiar de uma implementação do sistema APS?

Setia, Sambamurthy e Closs (2008) argumentam ainda que a tomada de decisão por meio do APS é adequada quando, na empresa, há um cenário complexo que envolve diversas práticas, como mudanças no ambiente em geral de negócios, alterações nos padrões de demanda e condições de fornecimento de insumos irregular. Nesse contexto, de acordo com Lupeikiene *et al.* (2014), os APSs são capazes de planejar todas as instalações da cadeia de suprimentos de forma simultânea, favorecendo a sincronia de centenas de decisões de planejamento em questões estratégicas, táticas e operacionais. A decisão, a partir do auxílio do APS pode ser entendida de acordo com a Figura 2.

**Figura 2:** Participação do APS no processo de decisão



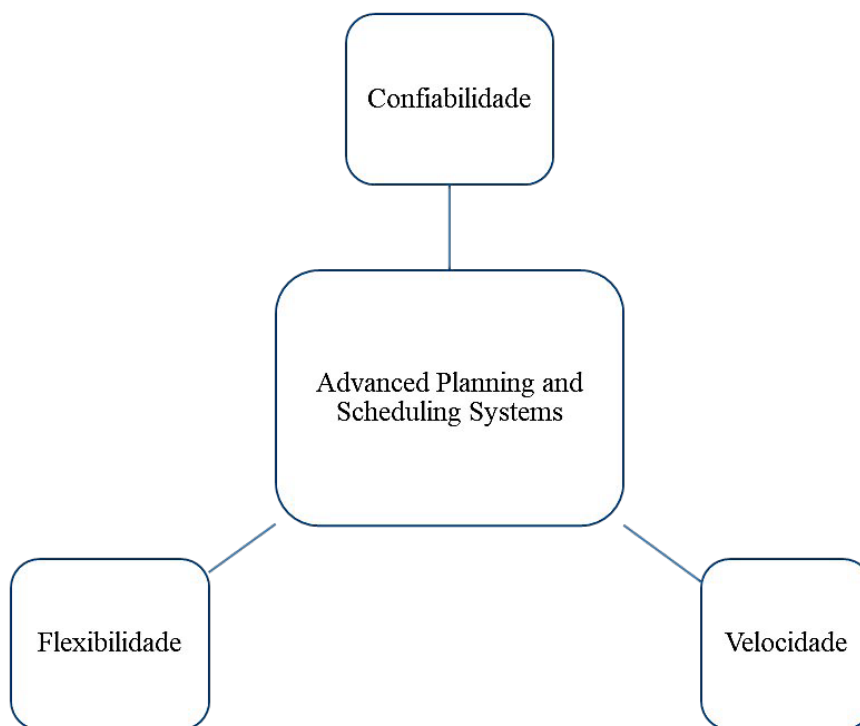
**Fonte:** Autoria própria

Para Kristianto, Ajmal e Helo (2011), a tomada de decisão por meio de sistemas APS é mais rápida em comparação com o uso isolado do ERP ou ainda MRP II. Para os autores, este fato caracteriza a boa integração das informações que flui nos módulos do sistema. Giacon e Mesquita (2011, p. 498) abordam que:

As empresas que pretendem implantar um sistema APS representam cerca de metade das empresas que ainda não dispõem de um APS, o que indica que o MRP não é suficiente na estratégia de produção MTO (*make to order*) e, portanto, os APS são sistemas complementares aos sistemas MRP na perspectiva do usuário (Giacon; Mesquita, 2011, p. 498).

O *Advanced Planning and Scheduling Systems* constitui então uma abordagem que tange três características inerentes ao processo decisório: confiabilidade, flexibilidade e velocidade, conforme esquematizado na Figura 3.

**Figura 3.** Qualidades da decisão utilizando o APS



**Fonte:**

Autoria própria (2018)

Portanto, pode-se comprovar, através das diversas publicações científicas, que os sistemas APS podem ajudar de forma eficiente na tomada de decisão. Os gestores podem utilizar essa ferramenta de forma eficaz em ambientes complexos, onde diversos eventos podem ocorrer de modo a modificarem a produção e/ou as operações da manufatura. Contudo, os programadores beneficiam-se ainda de diversas vantagens inerentes ao método.

### **3.3. Das vantagens da utilização do sistema APS**

Além do apoio efetivo na tomada de decisão em ambientes complexos, os sistemas APS possuem outros mais benefícios, de acordo com Teixeira Júnior (2008) e Turatti e Marcantonio (2009), podem ser vantagens:

- Precisão no cumprimento dos prazos de entrega;
- Maior confiabilidade no atendimento das expectativas dos clientes;
- Maior visibilidade dos impactos gerados por imprevistos na programação da produção, dando tempo ao gestor para definir ações estratégicas e preventivas;
- Menor tempo disposto no planejamento;

- Distribuição da capacidade de forma mais eficaz;
- Identificação de gargalos ligados a capacidade de produção local;
- Facilidade em relação à programação de manutenção na planta, integrando e agendando de acordo com a produção;
- Redução de estoques (acabados e em processo);
- Gestão de compras mais eficiente;
- Visualização de diferentes cenários, como compra de equipamentos e adição de novos turnos de trabalho.

No campo da literatura científica, diversos trabalhos comprovam os benefícios dos *Advanced Planning and Scheduling Systems*, conforme listado no Quadro 1, citados por ano de publicação nos últimos 10 anos.

**Quadro 1.** Benefícios estudados sobre o APS na literatura

Benefício	Autor (es)
Gestão das cadeias de suprimento	Setia, Sambamurthy e Closs (2008) Boulaksil, Fransoo e Halm (2009) Rudberg e Thulin (2009) Shamsuzzoha, Kyllönen e Helo (2009) Dayou, Pu e Ji (2009) Kung e Chern (2009) Kristianto, Ajmal e Helo (2011) Garcia-Sabater, Maheut e Garcia-Sabater (2012) Ivert (2012) Lupeikiene <i>et al.</i> (2014) Öztürk e Ornek (2014) Lakerbaya (2017)
Redução de custos e do <i>lead time</i>	Dayou, Pu e Ji (2009) Gen <i>et al.</i> (2009) Ivert (2012) Chen <i>et al.</i> (2013) Pessoa <i>et al.</i> (2014)
Integração com os sistemas ERP	Ou-Yang e Hon (2008) Arsovski, Arsovski e Mirovic (2009) Rudberg e Thulin (2009) Caputo, Gallo e Guizzi (2009) Hvolby e Steger-Jensen (2010)

	<p>Giacon e Mesquita (2011)                  Steger-Jensen <i>et al.</i> (2011)                  Bruzzone <i>et al.</i> (2012)                  Garcia-Sabater, Maheut e Garcia-Sabater (2012)                  Ivert (2012)                  Tonelli <i>et al.</i> (2013)                  Ivert e Jonsson (2014)                  Öztürk e Ornek (2014)                  Meneghello e Martins (2015)</p>
Velocidade de processamento	<p>Giacon e Mesquita (2011)                  Azanha e Camargo Junior (2015)                  Girotti e Mesquita (2016)                  Lakerbaya (2017)</p>
Criação de planos de produção eficientes	<p>Chern e Yang (2011)                  Zhong <i>et al.</i> (2013)</p>
Observando as restrições de capacidade e sequenciamento das operações	<p>Setia, Sambamurthy e Closs (2008)                  Arsovski, Arsovski e Mirovic (2009)                  Rudberg e Thulin (2009)                  Shamsuzzoha, Kyllönen e Helo (2009)                  Hvolby e Steger-Jensen (2010)                  Kristianto, Ajmal e Helo (2011)                  Steger-Jensen <i>et al.</i> (2011)                  Zhong <i>et al.</i> (2013)                  Gen e Lin (2014)                  Ivert e Jonsson (2014)                  Lupeikiene <i>et al.</i> (2014)                  Peng, Lu e Chen (2014)</p>
Aumento dos lucros operacionais	<p>Arsovski, Arsovski e Mirovic (2009)                  Rudberg e Thulin (2009)                  Gen; Cheng; Lin (2009)                  Chen <i>et al.</i> (2013)                  Pessoa <i>et al.</i> (2014)</p>
Melhoria nas margens de produtos	<p>Chen <i>et al.</i> (2009)                  Pessoa <i>et al.</i> (2014)</p>
Redução nos níveis de inventário	<p>Rudberg e Thulin (2009)                  Ivert (2012)                  Pessoa <i>et al.</i> (2014)</p>
Aumento da satisfação dos clientes	<p>Dayou, Pu e Ji (2009)                  Setia, Sambamurthy e Closs (2008)</p>

	Lakerbaya (2017)
Redução no tempo de resposta ao cliente	Arsovski, Arsovski e Mirovic (2009) Ivert (2012)
Melhor comunicação entre várias funções dentro da empresa	Rudberg e Thulin (2009) Kristianto, Ajmal e Helo (2011) Ivert e Jonsson (2014) Lupeikiene <i>et al.</i> (2014) Azanha e Camargo Junior (2015) Girotti e Mesquita (2016) Lakerbaya (2017)

**Fonte:** Dados da pesquisa (2018)

Como observa-se no Quadro acima, diversos benefícios são citados por vários autores (no campo científico). Vale a pena salientar ainda que até o fechamento da redação deste trabalho, nenhum artigo foi encontrado referente a aplicação do APS, publicado neste ano de 2018.

#### **4. Considerações finais**

A tecnologia em avançado estado, facilita o melhoramento das instituições em seus respectivos setores, como é o exemplo da manufatura. Tal fato é traduzido pela vasta aplicabilidade de metodologias e/ou ferramentas tecnológicas e, além disso, precisas.

Assim, as empresas podem contar com auxílios de novas abordagens que objetivam buscar a otimização dos processos internos. Na área de Planejamento e Controle da Produção, o uso de ferramentas modernas baseadas em programação como o *Advanced Planning and Scheduling Systems* (APS) é realidade.

Estes sistemas, como visto ao longo da discussão deste artigo, são capazes de gerar programas de produção realistas e com alta confiabilidade, além de flexibilidade e rapidez na resposta às exigências locais. Isso é possível porque o APS obedece à disponibilidade real de recursos produtivos, além da consideração de restrições operacionais e as condições de demanda.

Conforme objetivo estabelecido no estudo, através das diversas publicações científicas comentadas, comprova-se que o APS pode auxiliar de forma eficiente na tomada de decisão. De acordo com os 64 trabalhos analisados em sua essência, o fato de que o APS atua diretamente no processo de apoio a decisão é reforçado, junto as outras vantagens desta ferramenta.

Os administradores podem utilizar essa ferramenta de forma eficaz em ambientes de cunho complexo, considerando diversos eventos que podem ocorrer de modo a

modificarem a produção e/ou as operações da planta industrial. Contudo, os programadores beneficiam-se ainda de diversas vantagens inerentes ao método, como maior flexibilidade na aplicação de acordo com o cenário, redução de estoques, melhor alocação de equipes de trabalho e ainda minimização de riscos e erros na decisão final.

### **Referências**

ANDRADE, R. O. B.; AMBONI, N. **Teoria geral da administração**: das origens às perspectivas contemporâneas. São Paulo. M. Books do Brasil Editora Ltda, 2007.

ARSOVSKI, S.; ARSOVSKI, Z.; MIROVIC, Z. The integrating role of simulation in modern manufacturing planning and scheduling. **Journal of Mechanical Engineering**, v. 55, n. 1, p. 33-44, 2009.

AZANHA, A.; CAMARGO JÚNIOR, J. B. Características de sistemas APS: um estudo de caso em uma grande empresa do setor industrial de equipamentos pesados utilizando sistema SAP-APO. **Revista Gestão & Tecnologia**, v. 15, n. 1, p. 127-153. 2015.

BATISTA, E. O. **Sistema de Informação**: o uso consciente da tecnologia para o gerenciamento. São Paulo: Saraiva, 2004.

BHIRADI, I.; RAI, A.; AGRAWAL, R. **Implementation of advanced planning and scheduling framework for small-scale industry**. In: International conference on agile manufacturing systems ICAM, Dayalbagh Educational Institute, Agra, INDIA, 2017.

BOCCA, F. F.; RODRIGUES, L. H. A.; ARRAES, N. A. M. When do I want to know and why? Different demands on sugarcane yield predictions. **Agricultural Systems**, Philadelphia, v. 135, p. 48-56, 2015.

BOKOVEC, K.; DAMIJ, T.; RAJKOVIČ, T. Evaluating ERP Projects with multi-attribute decision support systems. **Computers in Industry**, v. 73, p. 93-104. 2015.

BONAZZI, F. L. Z.; ZILBER, M. A. Innovation and business model: a case study about integration of Innovation Funnel and Business Model Canvas. **Revista Brasileira de Gestão de Negócios**, v. 16, n. 53, p. 616-637, 2014.

BOULAKSIL, Y., FRANSOO, J. C.; HALM, E. N. G. V. Setting safety stocks in multi-stage inventory systems under rolling horizon mathematical programming models. **OR Spectrum**, v. 31, n. 1, p. 121-140, 2009.

BRETTEL, M.; FRIEDERICHSEN, N.; KELLER, M.; ROSENBERG, M. How Virtualization, Decentralization and Network Building Change the Manufacturing Landscape: An Industry 4.0 Perspective. **International Journal of Mechanical, Industrial Science and Engineering**, v. 8, n. 1, p. 37-44. 2014.

CAPLINSKAS, A.; DZEMYDA, G.; KISS, F.; LUPEIKIENE, A. Processing of Undesirable Business Events in Advanced Production Planning Systems. **Informatica**, v. 23, n. 4, 563-579. 2012.

- CAPUTO, G.; GALLO, M.; GUIZZI, G. Optimization of production plan through simulation techniques. **WSEAS Transactions on Information Science and Applications**, v. 6, n. 3, p. 352-362, 2009.
- CERTO, S. C. **Administração moderna**. 9. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2003.
- CERTO, S. C. Tomada de decisões. *In: Administração moderna*. 9. ed. São Paulo: Pearson, 2005. cap. 7, p. 123-145.
- CHEN, J. C.; CHEN, Y.-Y.; CHEN, T.-L.; LIN, J. Z. Comparison of simulated annealing and tabu-search algorithms in advanced planning and scheduling systems for TFT-LCD colour filter fabs, **International Journal of Computer Integrated Manufacturing**, v. 30, n. 6, p. 516-534. 2017.
- CHIAVENATO, I. **Introdução à Teoria Geral da Administração**. 7. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2003. 630 p.
- CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de Produção e Operações**: 3. ed. São Paulo: Atlas, 2012.
- CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N.; CAON, M. **Planejamento programação e controle da produção**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2001.
- DAFT, R. L. **Administração**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2005.
- DAFT, R. L. **Organizações**: teoria e projetos. São Paulo: Thomson, 2006.
- DAVIS, M. M.; AQUILANO, N. J.; CHASE, R. B. **Fundamentos de Dirección de Operaciones**. 3. ed. McGraw-Hill, Interamericana de España, S.A.U. 2001.
- DAYOU, L.; PU, Y.; JI, Y. Development of a multiobjective GA for Advanced Planning and Scheduling problem. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 42, n. 9/10, p. 974-992, 2009.
- ESCHENBÄCHER, J.; SEIFERT, M.; THOBEN, K.-D. Improving distributed innovation processes in virtual organisations through the evaluation of collaboration intensities. **Production Planning & Control: The Management of Operations**, v. 22, n. 5/6, p. 473-487, 2011.
- GARCIA-SABATER, J. P.; MAHEUT, J.; GARCIA-SABATER, J. J. A two-stage sequential planning scheme for integrated operations planning and scheduling system using MILP: the case of an engine assembler. **Flexible Services and Manufacturing Journal**, v. 24, n. 2, p. 171-209, 2012.
- GEN, M.; CHENG, R.; LIN, L. **Network Models and Optimization Multiobjective Genetic Algorithm Approach**, Springer, London. 2008.
- GIACON, E.; MESQUITA, M. A. Levantamento das práticas de programação detalhada da produção: um survey na indústria paulista. **Gestão & Produção**, v. 18, n. 3, p. 487-498, 2011.

HEDMAN, R.; ALMSTRÖM, P. A state of the art system for managing time data in manual assembly. **International Journal of Computer Integrated Manufacturing**, v. 30, n. 10. 2017.

HOPP, W. J.; SPEARMAN, M. L. **Factory Physics: foundations of manufacturing management**. 3 ed. New York: McGraw-Hill/Irwin. 2008.

HUNGER, J. D.; WHEELLEN, T. L. **Gestão estratégica: princípios e prática**. 2. ed. Rio de Janeiro: Reichmann & Affonso Editores: 2002.

HVOLBY, H-H.; STEGER-JENSEN, K. Technical and industrial issues of Advanced Planning and Scheduling (APS) systems. **Computers in Industry**, v. 61, n. 9, p. 845-851, 2010.

IVERT, K.L.; JONSSON P. When should advanced planning and scheduling systems be used in sales and operations planning? **International Journal of Operations and Production Management**, v. 34, n. 10, p.1338-1362. 2014.

IVERT, L. K. Shop floor characteristics influencing the use of Advanced Planning and Scheduling systems. **Production Planning & Control: The Management of Operations**, London, v. 23, n. 6, p. 452-467, 2012.

JACOBS, F. R.; WESTON JUNIOR, F. C. Enterprise resource planning (ERP) - A brief history. **Journal of Operation Management**, v. 25, p. 357-363. 2007.

KÖCHE, J. C. **Fundamentos de metodologia científica: Teoria da ciência e iniciação à pesquisa**. 20. ed. atualizada. Petrópolis, RJ: Vozes, 1997.

KRISTIANTO, Y.; AJMAL, M. M.; HELO, P. Advanced planning and scheduling with collaboration processes in agile supply and demand networks. **Business Process Management Journal**, v. 17, n. 1, p. 107-126. 2011.

KUNG, L. C.; CHERN, C. C. Heuristic factory planning algorithm for advanced planning and scheduling. **Computers & Operations Research**, v. 36, p. 2513-2530. 2009.

LAKERBAYA, L. **The Necessity of Supply Chain Planning Software in Modern Business: Quintiq Company Case Study**. Finlândia, 2017.

LAW, C. H. C.; NGAI, W. T. E. ERP systems adoption: An exploratory study of the organizational factors and impacts of ERP success. **Information & Management**, v. 44, n. 4, p. 418-432, 2007

LIDDEL, M. **O pequeno livro azul da programação da produção**. Tradução e revisão Álvaro Abreu *et al.* Prefácio da edição brasileira Rafael Abreu. 3ª ed. brasileira. Vitória: Tecmaran Consultoria e Planejamento, 2009.

LIN, L. HAO, X-C.; GEN, M.; JO, J-B. Network modeling and evolutionary optimization for scheduling in manufacturing. **Journal of Intelligent Manufacturing**, v. 23, n. 6, p. 2237-2253, 2012.

LUPEIKIENE, A.; DZEMYDA, G.; KISS, F.; CAPLINSKAS, A. Advanced Planning and Scheduling Systems: Modeling and Implementation Challenges. **Informatica**, v. 25, p. 581-616. 2014.

MAXIMIANO, A. C. A. **Introdução à Administração**. Ed. Compacta. São Paulo: Atlas, 2009. 294p.

MENEGHELLO, G. C.; MARTINS, D. S. APS (Advanced Planning & Scheduling) – a utilização do sistema de capacidade finita como diferencial competitivo. **Regrad**, v. 8, n. 1, p. 51-74, 2015.

METAXIOTIS, K. S.; PSARRAS, J. E.; ERGAZAKIS, K. A. Production Scheduling in ERP Systems – An al-based approach to face the gap. **Business Process Management Journal**, v. 9, n. 2, p. 221-247. 2003.

MEYR, H.; WAGNER, M.; ROHDE, J. **Structure of Advanced Planning Systems**. In: Stadler H., Kilger C., Meyr H. (eds) Supply Chain Management and Advanced Planning. Springer Texts in Business and Economics. Springer, Berlin, Heidelberg: 2015.

MISHRA, A.K. CHOUDHARY, M. K. Modeling the planning and scheduling across the outsourcing supply chain: a chaos-based fast Tabu-SA approach. **International Journal of Production Research**, v. 46, n. 13, p. 3683-3715. 2008.

OLIVEIRA, D. P. R. **Sistemas, organizações e métodos**: uma abordagem gerencial. 13. ed. São Paulo, 2002.

OLIVEIRA, L. S.; HATAKEYAMA, K. Um estudo sobre a implantação de sistemas ERP: pesquisa realizada em grandes empresas industriais. **Produção**, v. 22, n.3. 2012.

ORNEK, A.; OZPEYNIRCI, S.; OZTURK, C. A note on A mixed integer programming model for advanced planning and scheduling. **European Journal of Operational Research**, v. 203, n. 3, p. 784-785. 2010.

OU-YANG, C.; HON, S. J. Developing an agent-based APS and ERP collaboration framework. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 35, n. 9/10, p. 943-967, 2008.

ÖZTÜRK, C.; ORNEK, A. M. Operational extended model formulations for Advanced Planning and Scheduling systems. **Applied Mathematical Modelling**, v. 38, n. 1, p. 181-195. 2014.

PENG, Y.; LU, D.; CHEN, Y. A constraint programming method for Advanced Planning and Scheduling system with multilevel structured products. **Discrete Dynamics in Nature and Society**, New York, v. 2014, p. 1-7, 2014.

PESSOA, M. A. O. MONTESCO, R. A. E.; JUNQUEIRA, F.; SANTOS FILHO, D. J.; MIYAGI, P. E. Time windows and constraint programming to deal with strong restriction in the due date of productive systems. **Annual Reviews in Control**, Philadelphia, v. 38, n. 1, p. 134-146, 2014.

QUETTI, C.; PIGNI, F.; CLERICI, A. Factors affecting RFID adoption in a vertical supply

chain: the case of the silk industry in Italy. **Production Planning & Control: The Management of Operations**, v. 23, n. 4, p. 315-331, 2012.

ROBBINS, S.; JUDGE, T.; SOBRAL, F. **Comportamento organizacional**: teoria e prática no contexto brasileiro. 14. ed. São Paulo: Pearson, 2010. 633 p.

RUDBERG, M.; THULIN, J. Centralised supply chain master planning employing Advanced Planning Systems. **Production Planning & Control: The Management of Operations**, v. 20, n. 2, p. 158-167, 2009.

ŠADEROVÁ, J. Flow of Goods Wholesale Logistics Chain. **Transport & Logistics** v. 18, p. 29–39. 2010.

SAMPAIO, L. R. C.; BRAGA NETO, A. **O que é mediação de conflitos**. São Paulo: Editora Brasiliense. 2007.

SANTOS, P. V. S.; ROCHA, M.F.B. Tecnologia inovadora de apoio ao gerenciamento de empresas: o caso do Crowdsourcing. **INOVAE - Journal of Engineering and Technology Innovation**, v. 7, p. 94-109, 2019.

SETIA, P.; SAMBAMURTHY, V.; CLOSS, D. J. Realizing business value of agile IT applications: antecedents in the supply chain networks, **Information Technology and Management**, v. 9, n.1, p. 5-19. 2008.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do Trabalho Científico**. São Paulo: Cortez, 2007.

SHAMSUZZOHA, A.; KYLLÖNEN, S.; HELO, P. Collaborative customized product development framework. **Industrial Management & Data Systems**, Bingley, v. 109, n. 5, p. 718-735, 2009.

SHAPIRO, J. E. Advanced analytics for sales & operations planning. **Analytics**, p. 20-26. 2010.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Operations Management**. 5. ed. Londres: Pearson Prentice Hall, 2007. 728 p.

SOUSA, T. B.; CAMPAROTTI, C. E. S.; GUERRINI, F. M.; SILVA, A. L.; AZZOLINI JÚNIOR, W. An overview of the advanced planning and scheduling systems. **Independent Journal of Management & Production (IJM&P)**, v. 5, n. 4, 2014.

STEGER-JENSEN, K.; HVOLBY, H-H.; NIELSEN, P.; NIELSEN, I. Advanced Planning and Scheduling technology. **Production Planning & Control: The Management of Operations**, London, v. 22, n. 8, p. 800-808, 2011.

STONER, J. A. F.; FREEMAN, R. E. **Administração**. 5 ed. Rio de Janeiro: LTC, 1999.

TEIXEIRA JÚNIOR, R. F. Análise das principais funcionalidades de um sistema nacional de planejamento e programação avançados (APS). *In*: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 15, 2008, Bauru, SP. **Anais**. Bauru, UNESP, 2008.

TURATTI, R.; MARCANTONIO, R. A importância da utilização dos sistemas APS no alinhamento de estratégias operacionais. *In*: SIMPÓSIO DE ADMINISTRAÇÃO DA

PRODUÇÃO, LOGÍSTICA E OPERAÇÕES INTERNACIONAIS, 12, 2009, São Paulo. Arquivo SIMPOI. **Anais**. São Paulo, FGV, 2009.

TURBAM, E.; MCLEAN, E.; WETHERBE, J. **Information Technology for management: Transforming business in the digital economy**. 3. ed. New York: John Wiley & Sons Inc., 2002.

VIDONI, M. V.; VECCHIETTI, A. R. An intelligent agent for ERP's data structure analysis based on ANSI/ISA-95 standard. **Computers in Industry**., v. 73, p. 39-50. 2015.

ZHONG, R. Y.; LI, Z.; PANG, L. Y.; PAN, Y.; QU, T.; HUANG, G. Q. RFID-enabled real-time Advanced Planning and Scheduling shell for production decision making. **International Journal of Computer Integrated Manufacturing**, v. 26, n. 7, p. 649-662, 2013.