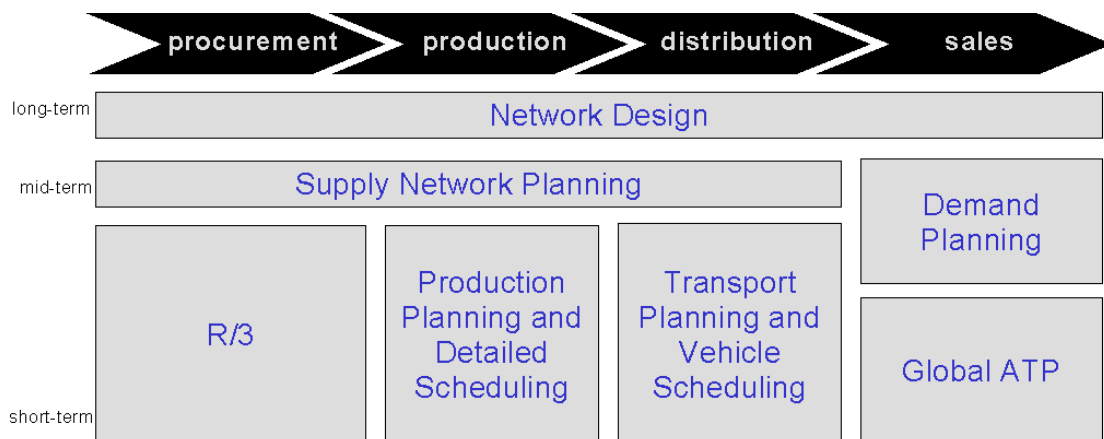


3 O sistema APO – Advanced Planner and Optimizer

Esse capítulo tem por objetivo apresentar os conceitos do sistema APO (*Advanced Planner and Optimizer*), o sistema APS da empresa alemã SAP.

O sistema APO é um exemplo de sistema de planejamento avançado. Fazendo uma comparação dos módulos que compõem o sistema APO com os módulos apresentados na Estrutura padrão dos módulos dos aplicativos de planejamento avançado¹, tem-se a Figura 4.

Figura 1 – Comparação da estrutura padrão dos módulos dos aplicativos de planejamento avançado com os módulos do aplicativo APO.



Abaixo será feita uma apresentação de cada um dos módulos do aplicativo APO. Essa apresentação foi construída baseada em material de apoio do próprio fornecedor do aplicativo.

3.1.1. **Network Design (ND)**

Network Design é um módulo para decisões de planejamento tático e estratégico da cadeia de suprimentos. Com ele, os planejadores podem modelar e redesenhar a cadeia, avaliar o custo das instalações, analisar a rede de

transporte ou analisar a instalação de novas localizações. As funcionalidades vão desde a determinação do melhor modelo de suprimento ou entrega até a avaliação de mudanças na cadeia de suprimentos, como a instalação ou desinstalação de unidades.

Funções como análises *what-if* são utilizadas para se determinar o melhor desenho da cadeia e para se avaliar os benefícios de qualquer mudança na mesma. Outra função importante é a simulação, que utiliza restrições como demanda, suprimento, custo e capacidade. Também é possível aos planejadores determinarem a capacidade necessária para se ter uma cadeia que consiga atender a demanda prevista.

O *Network Design* compreende dois tipos de planejamento, sendo eles a melhor utilização das localizações existentes e o redesenho da cadeia. No primeiro tipo de planejamento são utilizados dois métodos:

- a) Atribuição de localizações existentes baseada na distância geográfica: nesse método são feitas atribuições às localizações existentes, de acordo com o tipo e a distância entre elas. São feitas alocações, por exemplo, dos clientes aos centros de distribuição e centros de distribuição às plantas. Após a determinação das distâncias entre as instalações, utiliza-se a demanda para o cálculo dos custos e quantidades de armazenagem, manuseio, produção e transporte;
- b) Atribuição através do custo ótimo: este método determina a melhor utilização das instalações de forma a minimizar os custos totais da cadeia. O resultado deste planejamento é a atribuição de vários produtos aos seus respectivos locais, e os custos e quantidades para armazenamento, manuseio, produção e transporte.

No segundo tipo de planejamento são utilizados os métodos:

- a) Atribuição de localizações baseadas na distância geográfica: esse método avalia a inclusão de novas localizações à rede existente. Podem ser incluídas novas plantas, centros de distribuição ou fornecedores, mas deve ser informado o número máximo e mínimo de instalações que o sistema deve

¹ Ver Figura 3.

considerar. As novas instalações são posicionadas de acordo com a demanda e distância geográfica, de forma a minimizar os custos. Esse método não considera restrições de capacidade;

- b) Atribuição do melhor custo com seleção de novas localizações: nesse método de planejamento são avaliadas propostas de abertura e fechamento de instalações existentes. Essa técnica de otimização considera os custos de produção, manuseio, armazenagem e transporte, bem como custos de matéria-prima, produto intermediário e produto final. Custos com a instalação de novas unidades ou o fechamento das existentes e lucro com a venda de possíveis unidades também são considerados e influenciam a estrutura da cadeia.

3.1.2. Demand Planning (DP)

O módulo *Demand Planning* do APO é uma ferramenta de suporte ao processo de previsão de demanda, onde diferentes fatores que afetam a demanda podem ser considerados.

As previsões são criadas baseadas em demandas históricas ou outros fatores, utilizando-se ferramentas estatísticas e técnicas avançadas de macro. Com o *Demand Planning* também é possível a reconciliação de planejamentos de demanda de diferentes departamentos da empresa. Podem ser feitos ajustes da previsão utilizando-se, por exemplo, previsões de promoções.

A integração deste módulo com o *Supply Network Planning* suporta um eficiente processo de Planejamento de Vendas e Operação (ou SOP)².

3.1.2.1. Dados Mestres

Os dados mestres do planejamento de demanda determinam em que nível os planos serão criados, modificados, agregados e desagregados. Por exemplo, os dados mestres podem consistir de produtos, famílias de produtos, regiões, divisões, marcas, produtos e clientes, ou combinações desses dados, como quais clientes compram determinado tipo de produto em determinada região.

² Do termo em inglês *Sales and Operations Planning*.

Como parte dos dados mestres está a definição de como um planejamento de demanda criado para um nível agregado é distribuído para um nível mais baixo.

A revisão dos dados mestres deve ocorrer de forma a refletir, por exemplo, a entrada de novos produtos ou clientes. O modelo de previsão deve ser revisto à medida em que a acuracidade da previsão é refinada. Também devem ser adicionados novos modelos de previsão para novos produtos ou linhas de produção. Ao final de um ciclo de previsão, todas as alterações nos dados mestres do planejamento de demanda devem ser executadas antes do início do próximo ciclo.

3.1.2.2.

Algumas características do *Demand Planning*:

- a) Possui integração com o *data mart*, ou depósito de dados, onde estão os dados históricos utilizados no planejamento;
- b) Podem ser feitas customizações de diferentes cenários de planejamento para os participantes do processo, como departamentos, gerentes, divisões, planejadores ou grupo de planejadores. São definidas macros para a execução de cálculos, testes e alertas no caso de situações de exceção;
- c) São definidos modelos de previsão para previsão de série de tempo, análises casuais ou previsões complexas;
- d) Pode-se trabalhar de forma interativa com o planejamento da demanda para se validar diferentes modelos de previsão;
- e) Podem ser planejadas promoções ou outros eventos especiais de forma separada da previsão. No planejamento de promoções são considerados eventos que ocorrem uma única vez ou eventos repetitivos. Outros exemplos de promoções são feiras, descontos, vitrines e outros eventos não ligados à venda como atividades esportivas ou variações na economia;
- f) O planejamento da demanda permite ajustes manuais;

- g) Pode ser feita a reconciliação dos diversos planos gerados por diferentes departamentos dentro da empresa ou por diferentes parceiros da cadeia;
- h) O planejamento da demanda é disponibilizado para o *Supply Network Planning*, que leva em consideração restrições de produção e distribuição. O resultado pode ser a necessidade da abertura de uma nova unidade fabril para o atendimento à demanda prevista;
- i) São oferecidas algumas ferramentas para o monitoramento da acuracidade da previsão de demanda, como estatísticas para análise de erros, modelos de regressão linear, comparação do planejado e realizado. Também pode ser utilizado o BW (*Business Information Warehouse*), aplicativo para armazenamento de dados da SAP para a obtenção de indicadores de processos.

3.1.2.3. Simulação

O resultado da previsão de demanda depende, em grande parte, do modelo utilizado. A avaliação de diferentes modelos de previsão é possível graças à simulação de cenários. Também é possível se fazer ajustes nos dados antes de enviá-los ao módulo *Supply Network Planning* (SNP).

O processo de simulação do planejamento de demanda pode ser feito em conjunto com o processo de simulação do planejamento de produção, de forma a direcionar o planejamento de vendas e operação (SOP).

3.1.2.4. Monitor de Alertas

O objetivo do planejamento da demanda é a criação de previsões e planos de demanda precisos, e o papel do monitor de alertas é notificar exceções que podem ocorrer no processo. Uma exceção é qualquer situação que necessite de ajuste (Marabotti, 2002) e a maioria das exceções, se não tratadas a tempo, podem ocasionar prejuízos ao funcionamento da cadeia.

O Monitor de Alertas é uma ferramenta destinada à identificação *on line* de exceções, onde é possível a customização de quais tipos de exceção devem ser monitorados, bem como a priorização dos alertas.

3.1.3. **Supply Network Planning (SNP)**

O módulo *Supply Network Planning* promove a integração de setores como compras, produção, distribuição e transporte. Planejamento tático e decisões de fornecimento podem ser simulados e implementados. O SNP utiliza técnicas avançadas de otimização, baseadas em restrições e penalidades, de forma a planejar o fluxo de material ao longo de toda a cadeia de suprimento. O resultado do SNP é o planejamento ótimo das decisões de compra e produção, redução do tempo de processamento das ordens e níveis de estoque.

Com o processo inicializando-se no planejamento da demanda, o SNP é responsável pela elaboração dos planos de médio prazo. Estes planos compreendem as quantidades que devem ser transportadas entre duas localizações (por exemplo, entre o centro de distribuição e o cliente ou entre a planta e o centro de distribuição), e as quantidades a serem produzidas. O SNP compara todas as atividades logísticas com os recursos disponíveis.

Através da função *Deployment* são determinados como e quando estoques devem ser enviados para os centros de distribuição, clientes e estoques dos clientes quando aplicada a filosofia VMI. É criado um plano otimizado baseado em restrições como capacidade de transporte e regras de negócio, abordagem do mínimo custo ou estratégia de reposição.

A função *Transport Load Builder* (TLB) maximiza a capacidade de transporte otimizando o carregamento. A integração com o *Demand Planning* suporta um eficiente processo de planejamento de vendas e operações (SOP).

O *Supply Network Planning* é utilizado, portanto, para se calcular as quantidades a serem distribuídas buscando o atendimento às demandas dos clientes e o nível de serviço desejado. Ele possui métodos de otimização matemática e heurística, de forma a atender a demanda e a manter os recursos de transporte, produção e armazenagem operando em suas capacidades.

3.1.4.

Production Planning and Detailed Scheduling (PP/DS)

O componente *Production Planning and Detailed Scheduling* (PP/DS) é utilizado para planejamento de curto prazo. Ele permite o planejamento de várias localizações, levando em consideração disponibilidade e capacidade dos recursos produtivos. O PP/DS pode ser utilizado para o planejamento de produtos críticos, com longos tempos de preparação ou produzidos em recursos gargalo.

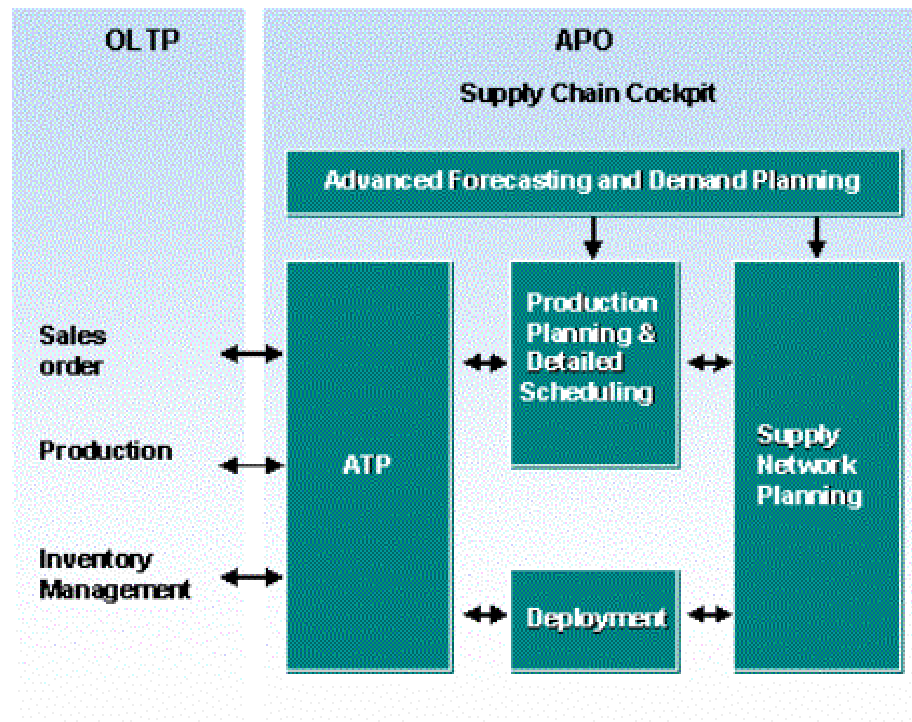
Este módulo auxilia em:

- a) Redução do *lead time* e aumento do desempenho;
- b) Melhor coordenação dos recursos;
- c) Redução dos custos de inventário devido à redução dos estoques em processo.

Os dados necessários ao planejamento, como dados mestres e transacionais, são fornecidos pelos sistemas OLTP. O planejamento executado no APO é transferido ao sistema OLTP. Dados de planejamento de médio e longo prazos são fornecidos pelos módulos *Demand Planning* e *Supply Network Planning*.

A Figura 5 apresenta a interação entre o APO e um sistema OLTP bem como as interações entre os componentes do APO.

Figura 2– Relacionamento entre os componentes do aplicativo APO e entre eles e o sistema OLTP.



Fonte: Materiais de apoio do sistema APO.

A seguir são apresentadas algumas características da integração do PP/DS com outro componentes do APO e com os sistemas OLTP.

- O sistema OLTP alimenta o PP/DS com dados mestres e dados transacionais. Pode-se controlar quais dados serão transferidos do sistema OLTP e para ele utilizando-se o modelo de integração³ do sistema;
- No componente *Supply Chain Engineer* (SCE) é feita a atribuição de localizações, produtos, recursos e processos produtivos a um modelo utilizado pelo PP/DS. Também são atribuídas rotas de transporte dos fornecedores aos clientes, e os produtos são atribuídos a essas rotas;
- As necessidades que se encontram dentro do horizonte de produção devem ser transferidas imediatamente do SNP para o PP/DS para que sejam detalhadas nas ordens;

- d) Outras necessidades que ainda não se encontram no horizonte de produção também devem ser transferidas para o PP/DS para um planejamento mais detalhado;
- e) Se uma ordem de venda é criada e o resultado do ATP é a criação de ordem de produção, então o módulo PP/DS é acionado a fim de determinar a data de disponibilidade do produto, levando em consideração estoque do produto e capacidade dos recursos produtivos;
- f) O componente Monitor de Alertas pode ser utilizado para o gerenciamento das exceções;
- g) As ordens devem ser criadas e executadas nos sistemas OLTP.

A Tabela 2 mostra quais os produtos que devem ser planejados no APO.

³ Ver item 2.5.7.1 O modelo de integração.

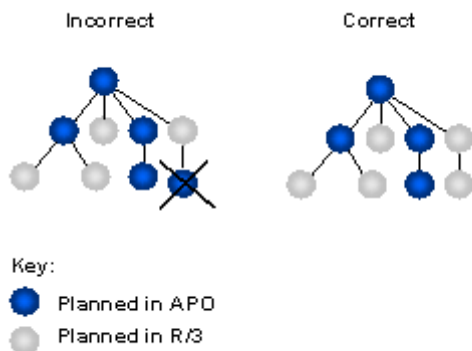
Tabela 1 – Recomendação quanto ao tipo de produto a ser planejado pelo APO.

Tipo de Planejamento	Recomendado	Possível	Não recomendado	Impossível
Produtos adquiridos de terceiros com longos tempos de reposição	X			
Produtos fabricados <i>in-house</i> em recursos gargalo	X			
Produtos planejados pelo MRP dos sistemas OLTP existentes		X		
Produtos planejados utilizando-se previsões (produtos não críticos)			X	
Produtos planejados utilizando-se Kanban (produtos não críticos)				X

Fonte: Materiais de apoio do sistema APO.

O APO é recomendado para produtos e componentes críticos, sendo utilizado o sistema OLTP para o planejamento dos demais materiais. Entretanto, se o planejamento de um componente é feito no APO, todos os componentes acima dele na lista de materiais também devem ser planejados no APO. Em outras palavras, se um componente é planejado no sistema OLTP, todos os seus filhos na lista de materiais devem ser planejados no sistema OLTP. A Figura 6 ilustra esta regra.

Figura 3 – Forma de se planejar materiais nos sistemas APO e OLTP.



Fonte: Materiais de apoio do sistema APO.

3.1.5.

Supply Network Planning (SNP) e Production and Operation Planning (PP/DS)

O PP/DS é utilizado para planejamento de curto prazo. Este horizonte de planejamento de curto prazo é definido no horizonte de produção. O horizonte de produção é utilizado para separar as responsabilidades de planejamento entre o SNP (que trabalha fora do horizonte de produção) e o PP/DS (que trabalha dentro do horizonte de planejamento).

Recursos e modelos de processo de produção detalhados permitem um planejamento mais apurado. Quando as ordens são convertidas do SNP para o PP/DS as seguintes ações ocorrem:

- a) As operações são colocadas na seqüência correta;
- b) O tempo exato de produção é determinado;
- c) Qualquer componente ou operação não presentes no SNP pode ser incluído no PP/DS.

Quando as ordens que estão dentro do horizonte de produção são convertidas em ordens no PP/DS, elas continuam sendo vistas como demanda agregada pelo planejador do SNP, mas agora são tratadas como ordens de produção firmadas e não podem ser alteradas no SNP.

O componente PP/DS é uma ferramenta de planejamento. Funções de execução como controle do chão-de-fábrica, confirmações, compras e outras, devem ser executadas no sistema OLTP.

3.1.6.

Transportation Planning and Vehicle Scheduling (TP/VS)

O objetivo deste módulo é otimizar a capacidade dos recursos de transporte, como caminhões, trens, navios e aviões, buscando um carregamento eficiente com o mínimo custo.

O módulo TP/VS possui as seguintes funcionalidades:

- a) Planejamento e consolidação do transporte;
- b) Programação de veículo e determinação de rotas em um ambiente dinâmico;
- c) Modo de transporte e seleção de fornecedor;
- d) Gerenciamento por exceção.

3.1.6.1.

Algumas características do TP/VS

- a) Os dados mestres necessários para o TP/VS são clientes, fornecedores, dados mestres de produtos, dados geográficos, transportadores, fretes;
- b) O planejamento pode ser interativo ou em *background*;
- c) Ordens de venda, requisições de compra e requerimentos de transferência vêm dos sistemas OLTP. Estoques de transferência podem vir tanto do sistema OLTP quanto do SNP;
- d) Qualquer intervenção manual em virtude de problemas que ocorram no planejamento interativo é chamada de Gerenciamento pela Exceção;
- e) Após o planejamento, as ordens são liberadas e transferidas para o sistema OLTP.

3.1.6.2.

Otimização

O objetivo da otimização no módulo TP/VS é a associação adequada das datas de transporte e dos veículos às ordens de transporte. Os seguintes critérios são considerados:

- a) Tempo de carregamento e descarregamento;
- b) Ordem de consolidação;
- c) Minimização dos tempos de transporte;
- d) Minimização das distâncias;
- e) Custos por atrasos ou adiantamentos;
- f) Custo pelas entregas não realizadas;
- g) Custos fixos de transporte.

Na otimização, busca-se a minimização da função objetivo e, conseqüentemente, de todas as partes que compõem a função objetivo. No entanto, isto nem sempre é possível. Por exemplo, a redução nos custos de transporte pode ocasionar um aumento no tempo total de transporte.

3.1.6.3. Vehicle Scheduling (VS)

O VS é um componente do módulo TP/VS para planejamento de curto prazo. Horizontes de planejamento podem ser definidos para o *Supply Network Planning* ou para o *Vehicle Scheduling*. Estes horizontes são independentes e podem ser planejados separadamente.

No componente VS os recursos e processos de transporte são mantidos em detalhe para garantir um planejamento mais confiável. Quando ordens do SNP são convertidas para ordens no VS, as seguintes ações ocorrem:

- a) As ordens são seqüenciadas;
- b) O tempo exato de movimentação é determinado;
- c) Informações e operações necessárias são adicionadas, inclusive aquelas não necessárias ao SNP.

3.1.6.4. Planejamento Colaborativo de Transporte

O planejamento colaborativo de transporte entre fabricantes e seus transportadores auxilia na maior eficiência de seus processos, diminuindo o

custo com o manuseio, aumentando a transparência. Os fabricantes informam seus transportadores sobre os planos de carregamento, e os transportadores podem aceitar, rejeitar ou alterar as requisições. Essa integração entre o módulo TP/VS e os transportadores pode ser via EDI (*eletronic data interchange*) ou pela internet.

No planejamento colaborativo de transporte via EDI, o planejador de transporte do fabricante faz a programação dos veículos no módulo TP/VS e a seleção dos transportadores, manualmente ou através do recurso de otimização. A solicitação de transporte é enviada ao transportador via EDI. Na transportadora, a requisição é analisada, podendo ser aceita, rejeitada ou alterada. Se a requisição foi rejeitada ou alterada, o planejador do fabricante recebe a informação pelo Monitor de Alertas, podendo escolher outro transportador. Mas se a requisição é aceita pelo transportador, então uma ordem de transporte é enviada ao R/3 (sistema OLTP da SAP) para ser executada.

No planejamento de transporte colaborativo via internet, o planejador de transporte do fabricantes faz a programação dos veículos no módulo TP/VS e seleciona os transportadores, manualmente ou através do recurso de otimização. Ele então envia um *email* com uma página na internet onde o transportador analisa a requisição e a aceita, rejeita ou modifica. Se a requisição foi rejeitada ou alterada, o planejador do fabricante recebe a informação pelo Monitor de Alertas, podendo escolher outro transportador. Mas se a requisição é aceita pelo fornecedor, então uma ordem de transporte é enviada ao R/3 para ser executada.

3.1.7. Global Available-to-Promise (Global ATP)

Cada vez mais as empresas estão operando em cenários mundiais, fazendo com que as informações tenham que ser disponibilizadas de forma global, ultrapassando as fronteiras da companhia. O *Global ATP* pode ser utilizado em ambientes heterogêneos, provendo informação de forma rápida, auxiliando na tomada de decisão.

O *Global Available-to-Promise* (ATP) executa verificações de componentes e capacidades em tempo real e através de simulações. Permite acesso simultâneo e imediato à disponibilidade de produtos por toda a cadeia.

Alguns critérios utilizados pelo Global ATP:

- a) Substituição de produtos: se produtos ou componentes finais não estão disponíveis, um produto substituto pode ser automaticamente selecionado utilizando-se regras baseadas em critério de seleção;
- b) Seleção de locais alternativos: assim como na substituição de produtos, materiais podem ser fornecidos por locais alternativos. Esta lógica pode ser integrada com regras de substituição de produtos;
- c) Determinação de modelos de processo de produção alternativos: um modelo é checado no módulo PP/DS e a informação é retornada no caso de confirmação da quantidade total. Se a quantidade total não pode ser confirmada, então nenhuma confirmação é retornada e o próximo modelo é checado. O modelo substituto cuja quantidade total pode ser confirmada é o que retorna da regra de validação. Esta verificação é apenas para quantidade, sendo que as datas podem ser postergadas aqui.

O APO é capaz de inicializar automaticamente a utilização de estoques disponíveis através de transferência ou outro mecanismo, logo após a execução, aceite e confirmação da verificação de disponibilidade.

Através da integração com os módulos *Demand Planning*, *Supply Network Planning*, *Production Planning* e *Detailed Scheduling*, é possível a identificação de fatores e restrições que podem causar atrasos nas datas de entrega.

Podem ser utilizadas simulações para a determinação do impacto de uma nova demanda na disponibilidade de um determinado produto, sendo que os resultados são acompanhados por uma explicação. Por exemplo, se a falta de disponibilidade foi devido a uma restrição por alocação, ou se a substituição de um produto foi utilizada.