



Smart TLS

Formação TLS

ToC Aplicações Básicas

12 de Outubro de 2020

Agenda

1 ToC na Gestão de Operações

2 Toc na Distribuição/Logística

3 ToC na Gestão de Projectos

ToC na Gestão de Operações

A ToC surgiu como técnica de planeamento da produção com a novela “The Goal” (baseada em situações reais).

Na década de 80 Goldratt tinha desenvolvido um software “OPT”(Optimized Production Technology) que utilizava uma metodologia de Finite Scheduling ao contrário da tendência na altura que se mantém ainda hoje de usar o MRP (Infinite Scheduling).

O desenvolvimento da ToC nesta área é a metodologia DBR (1984) e mais recentemente (2000) surge uma variante simplificada, o S-DBR (Simplified-DBR ou DBR Simplificado).

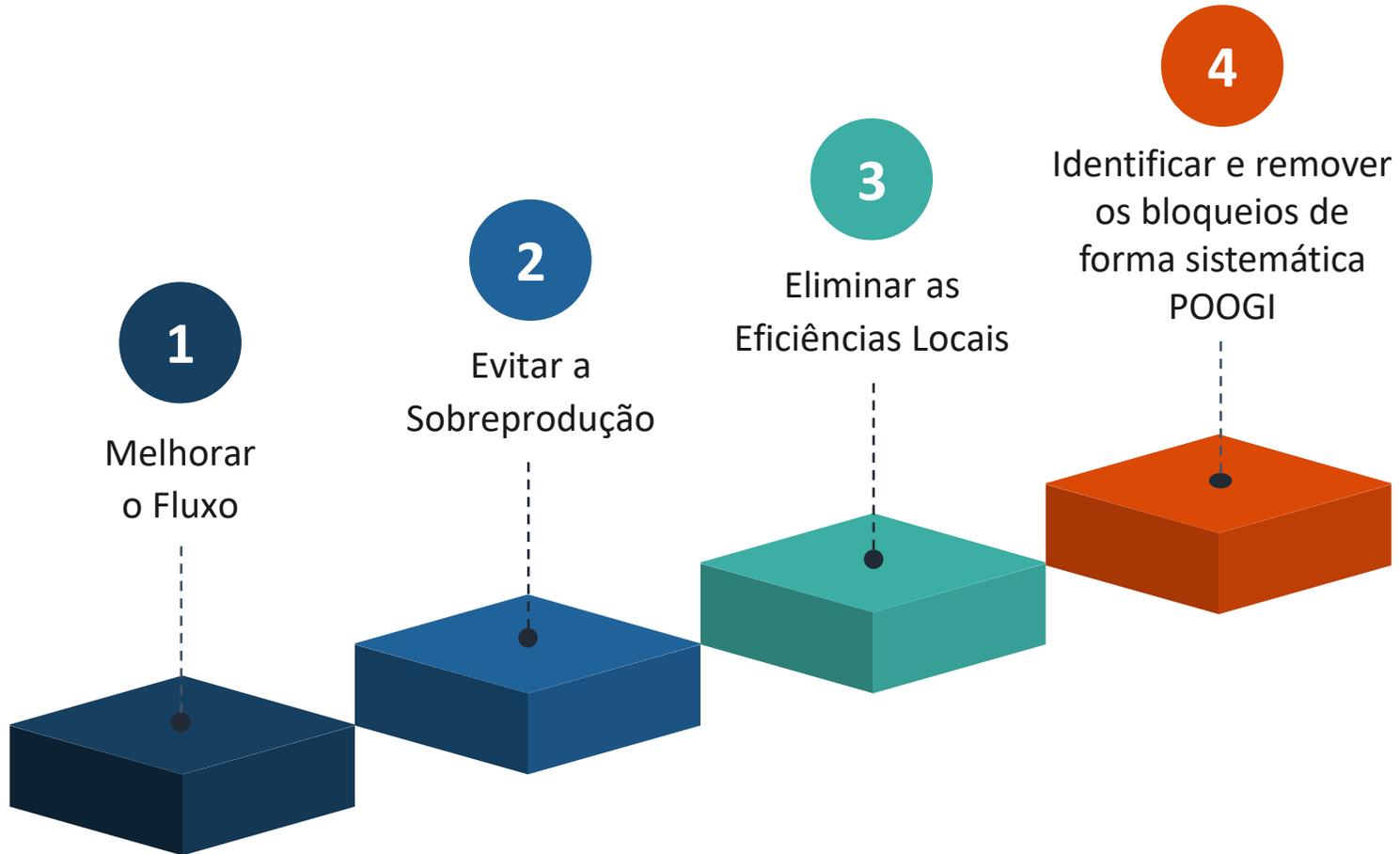


O Objectivo base das Operações (Produção) é:



...para que a empresa se possa aproximar mais da sua Meta

Regras base da Produção:



Regras base das Operações (Produção):

1

Melhorar o Fluxo

Estima-se que mais de 90% do tempo útil corresponde a tempos e filas de espera nas operações. Tem de se minimizar este tempo e criar fluxo de materiais e produtos através do sistema o mais rápido possível.

2

Evitar a Sobreprodução

Evitar a tendência de aumentar a dimensão dos lotes. Ao se produzir sem haver procura estamos a criar stocks e a criar obstáculos ao aumento do fluxo.

Regras base das Operações (Produção):

3

Eliminar as Eficiências Locais

As eficiência locais (resultado da optimização local) conduzem a um aumento desnecessário dos stocks, pois incrementam a sobreprodução e aumentam os desperdícios.

4

Identificar e remover os bloqueios de forma sistemática (POOGI)

Ao melhorarmos o fluxo, surgem vários bloqueios, por isso necessitamos dum mecanismo baseado nas Restrições que nos dê as prioridades para que desta forma possamos ultrapassar as Restrições e fazer subir o fluxo.

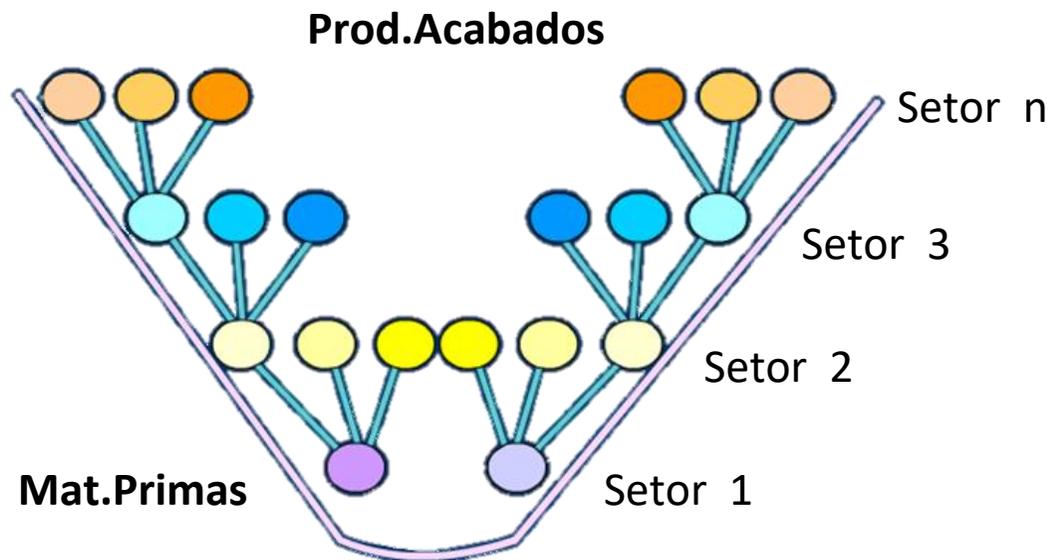
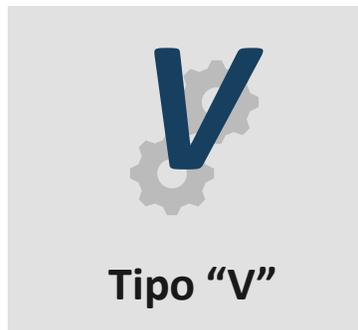
Ambientes Operacionais (Plants) em termos de Fluxo (VATI)

Existem fundamentalmente 4 tipos genéricos de Ambientes Operacionais, cada um dos quais caracterizado pelos seus próprios problemas e que nos conduzem a diferentes pontos estratégicos em termos de controlo das operações:



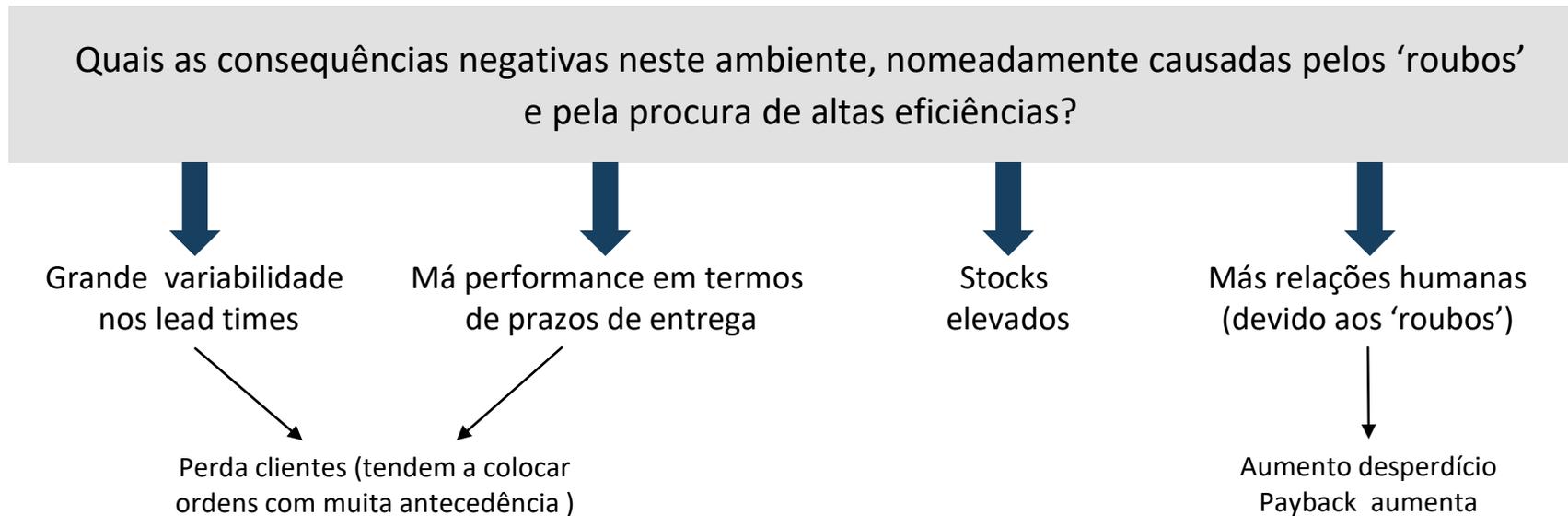
ToC na Gestão de Operações | **Ambientes operacionais em termos de fluxo**

Este Ambiente é caracterizado por uma zona de Matérias Primas reduzida, mas tem ao longo dos Setores ou Departamentos da empresa muitos pontos de divergência, o que significa que seguindo um determinado caminho é difícil mudarmos de opinião. No final obtemos um conjunto alargado de Produtos Acabados e daí a forma em V.





O principal problema neste ambiente Tipo “V” é a tendência em “roubar” materiais que de um certo caminho, transitam para um caminho diferente, isto porque cada setor procura ter a maior eficiência possível. É normal por vezes reprocessar partes já montadas para satisfazer ordens urgentes.



Exemplos deste tipo de Indústria ?

Metalúrgicas, Aço, Ferro



Extrusão de Plásticos



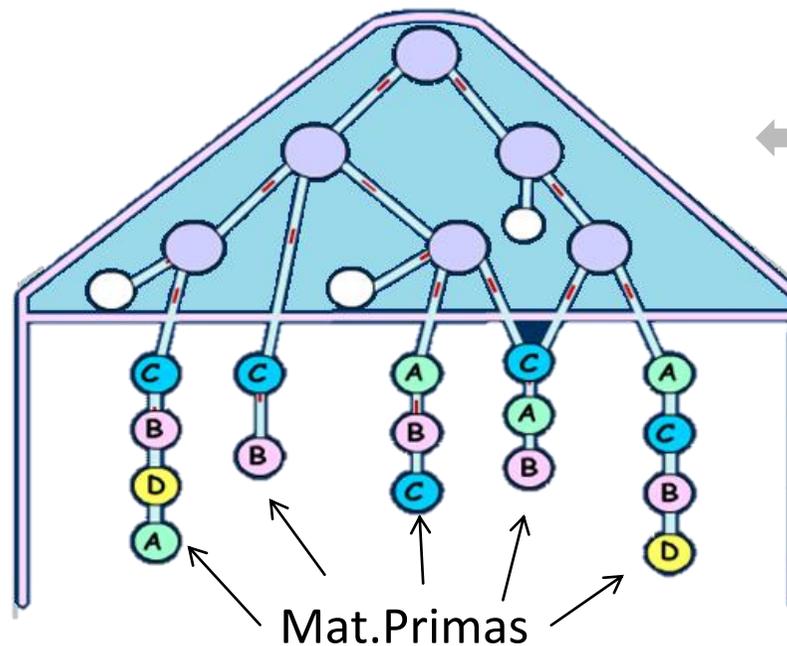
Papel



ToC na Gestão de Operações | **Ambientes operacionais em termos de fluxo**

Este Ambiente é caracterizado por uma zona de várias Materias Primas de entrada, mas tem uma zona de montagem com pontos de convergência. Há várias partes diferentes que pertencem à mesma montagem e são produzidas pelo mesmo setor. O resultado é um nº reduzido de Produtos Acabados.

Prod.Acabado



Montagem final

Vários Setores (A,B,C,D)

O principal problema neste ambiente Tipo "A" é a dificuldade de sincronização, pois se faltar alguma das partes não é possível completar a montagem, logo a sequência das operações entre setores é fundamental. A obtenção de eficiências elevadas é um problema crítico na obtenção do sincronismo global, pois dificulta bastante o sincronismo.



Exemplos deste tipo de Indústria ?

Helicópteros, Aviões



Máquinas CNC

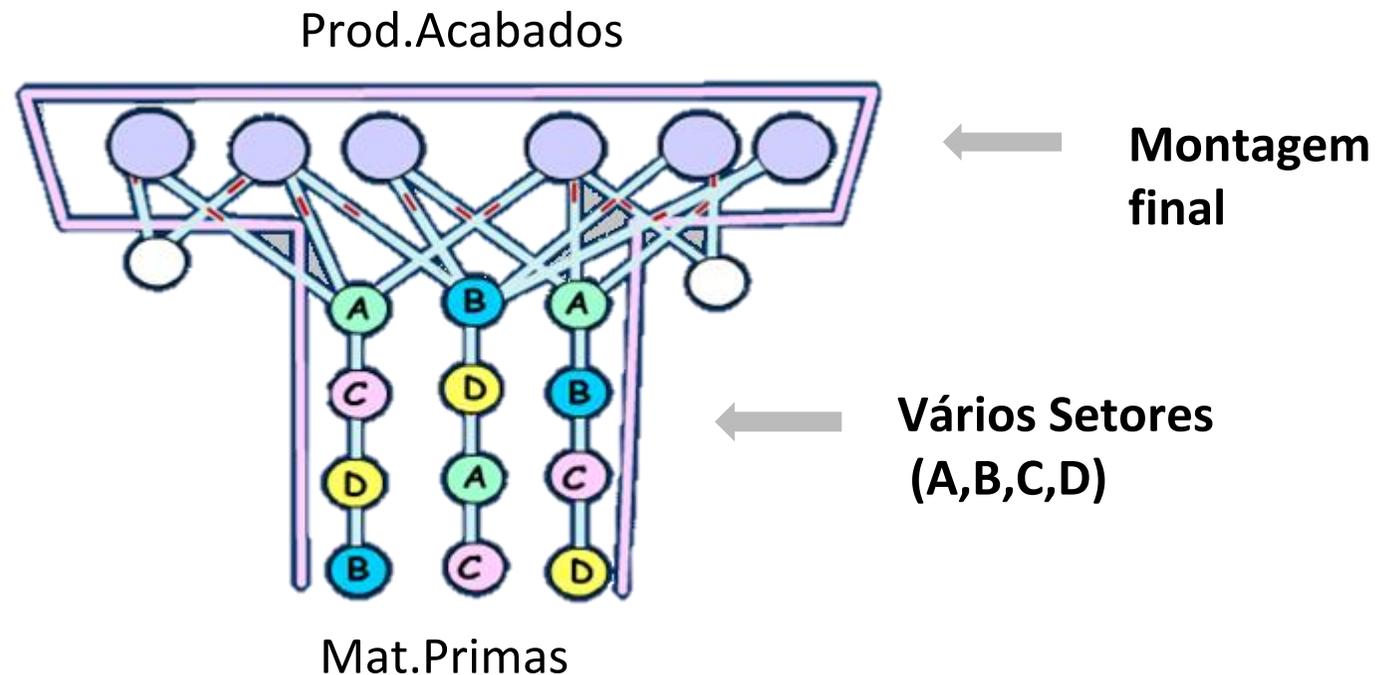


Calçado



ToC na Gestão de Operações | **Ambientes operacionais em termos de fluxo**

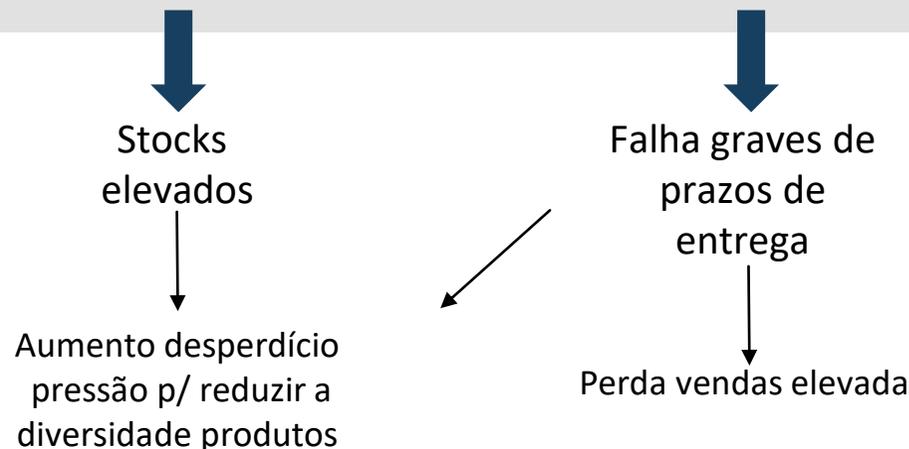
Este Ambiente é caracterizado pelo facto de cada parte (quase cada) fabricada pelos setores é necessária por mais de uma montagem e cada montagem (quase cada) necessita mais de uma parte fabricada. As Matérias Primas são relativamente poucas mas o nº de Produtos Acabados é elevado. Esta configuração tem problemas semelhantes aos tipos 'I' e 'V'.





Quais os problemas ou Efeitos Indesejáveis – na ToC designados por UDE's (*Undesirable Effects*) que podemos observar neste Ambiente Tipo "T" ?

O principal problema neste ambiente Tipo "T" é a existência de pontos de convergência e de divergência, o que causam problemas de sincronismo nas montagens e uma vez mais devido ao problema da obtenção de eficiências elevadas causam fenómenos de 'roubo' de partes dum as montagens para outras. Devido à complexidade não há bottlenecks reais em geral, pois o problema da capacidade não se coloca. A questão das montagens com falhas é a mais grave. O uso de lotes pequenos melhora o fluxo.



Exemplos deste tipo de Indústria ?

Automóveis



Conectores

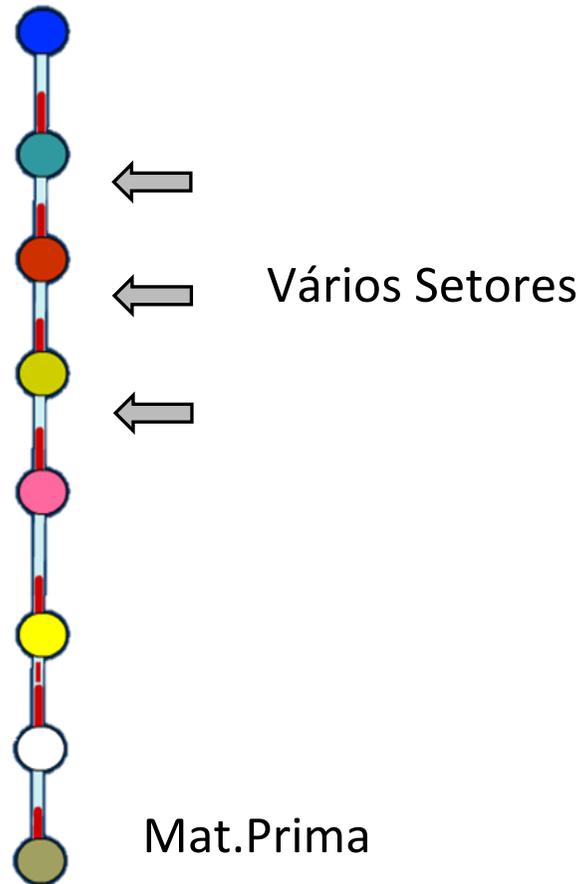


Torneiras



ToC na Gestão de Operações | **Ambientes operacionais em termos de fluxo**

Este Ambiente é caracterizado por uma linha de montagem onde todos os setores estão interligados numa sequência direta de operações.



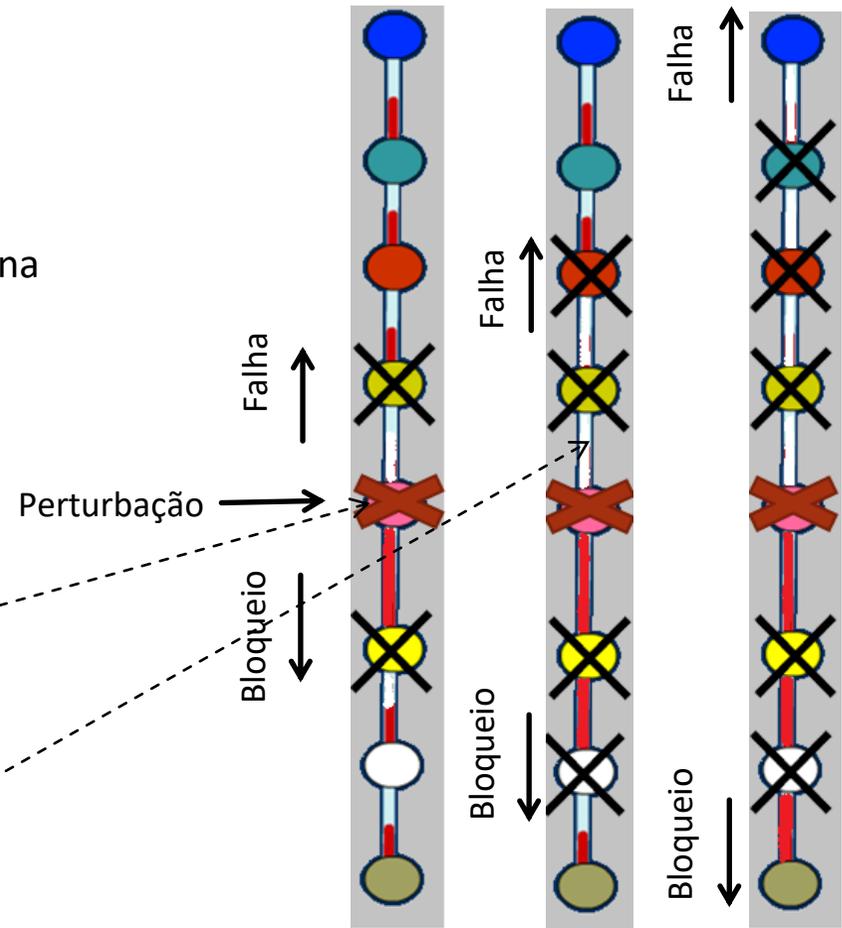


Quais os problemas ou Efeitos Indesejáveis na ToC designados por UDE's (*Undesirable Effects*) que podemos observar neste Ambiente Tipo "I" ?

O principal problema neste ambiente Tipo "I" é a sua grande sensibilidade a perturbações.

Qualquer tipo de perturbação mesmo que seja pequena pode causar falhas de materiais a jusante e bloqueios a montante (da perturbação).

Podemos ver a vermelho o stock entre as operações que origina o bloqueio.
A branco a falta de stock que origina falha





Exemplos deste tipo de Indústria ?

Cervejas (Linhas Enchimento Centralcer)
50,000 gfs/H



Vinhos (Linhas Enchimento JMF)
6,000 gfs/H



ToC na Gestão de Operações | **Ambientes operacionais em termos de fluxo**

Em todos estes ambientes há como vimos Efeitos Indesejáveis ou Negativos (UDE's)
(que podemos observar e comprovar)

Lead Times (tempos ciclo) altos

Incumprimento Prazos Entrega

Stocks elevados

Paybacks elevados

Más relações humanas

Reclamações Clientes



Qual a razão destes UDE's ?

A análise convencional diz-nos que está na variabilidade, dos Processos, das Pessoas, dos Fornecedores... que são pontos que temos de melhorar para que as nossas operações melhorem – Temos de criar formas e programas de melhoria para combatermos a variabilidade e a imprevisibilidade que está por todo o lado!

Mas isto faz-nos perder a massa crítica e os nossos recursos por melhores que sejam estes programas!

ToC na Gestão de Operações | **Ambientes operacionais em termos de fluxo**

Em todos estes ambientes há como vimos Efeitos Indesejáveis ou Negativos (UDE's)
(que podemos observar e comprovar)

Uma das formas de medirmos a performance das operações é justamente utilizarmos as eficiências locais, por todo o lado!

O uso das eficiências e da otimização local tem muitas ramificações negativas que resultam numa tendência para:

- Produzir os itens mais rápidos em detrimento dos mais lentos,

- Produzir mesmo sem haver encas de curto/medio prazo de clientes,

- Poupar setups, alargando o tamanho dos lotes,

E daqui em consequência destas ações surgem os UDE's que referimos atrás !

As eficiências são o 'core problem'



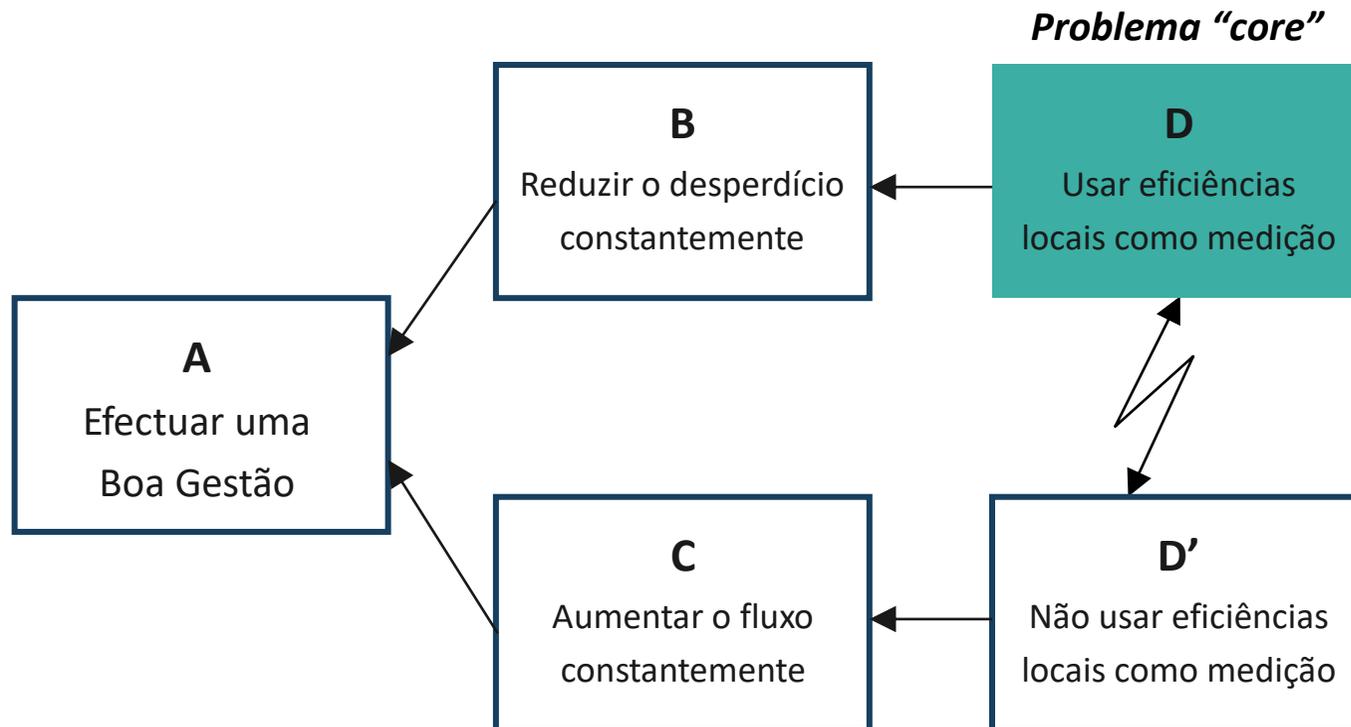
Um dos exemplos que podemos dar é a medição das eficiências quer esta seja em Ton/h ou caixas/h ou qualquer unidade/h em processos produtivos.

Podemos assim verificar que são estas medições de eficiência as verdadeiras causas dos UDE's.

Como arranjar então outra solução?
A forma é resolvermos um Conflito que existe justamente relacionado com a questão das eficiências - porque por alguma razão elas são escolhidas como medição em tanto tipo de indústrias

ToC na Gestão de Operações | **Ambientes operacionais em termos de fluxo**

O Conflito que falamos refere-se ao diagrama que apresentamos de seguida conhecido na ToC como Nuvem Evaporante, EC (Evaporating Cloud) ou Diagrama de Resolução de Conflitos (Conflict Resolution Diagram)*



*Os diagramas lógicos como a EC, serão analisados em detalhe no Tema #4 da formação

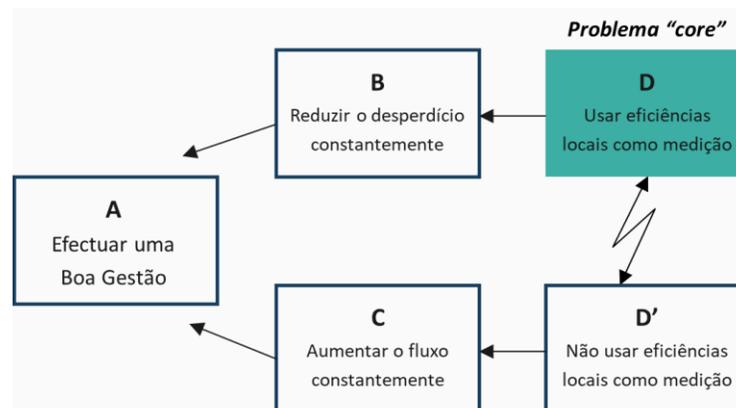
ToC na Gestão de Operações | **Ambientes operacionais em termos de fluxo**

Na entidade A, está o nosso objetivo que é “Efectuar uma Boa Gestão”, e para isso temos dois tipos de condições necessárias para que possamos alcançar esse objetivo.

No ramal superior, para termos (A) temos de ter (B) ou seja “Reduzir o desperdício constantemente”. Mas para termos (B) temos de proceder como em (D), ou seja “Usar as eficiências locais como medição”.

No ramal inferior, para termos (A) temos também de ter (C) ou seja “Aumentar o fluxo constantemente”. Mas para termos (C) temos de proceder como em (D’), ou seja “Não Usar as eficiências locais como medição”.

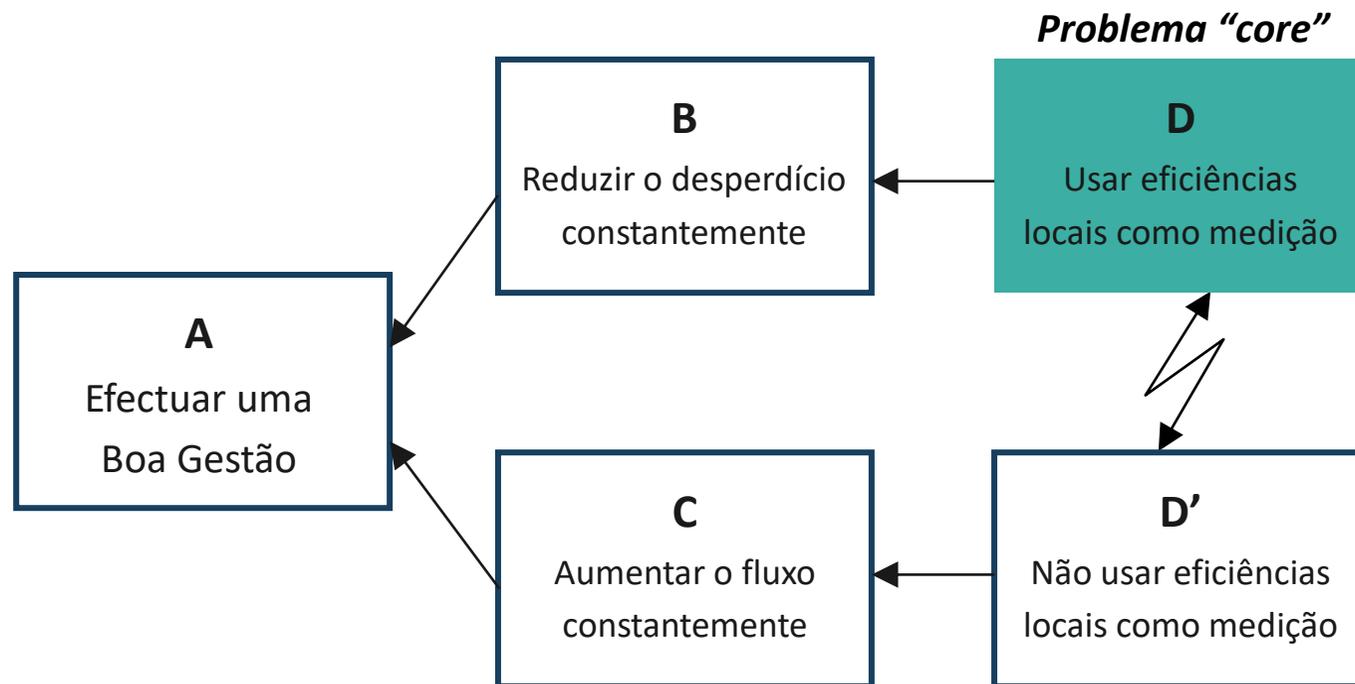
Verificamos que embora as entidades B e C não estejam em contradição, pois são complementares, as entidades D e D’ são opostas e daí o Conflito pois não podem coexistir ambas !



ToC na Gestão de Operações | **Ambientes operacionais em termos de fluxo**

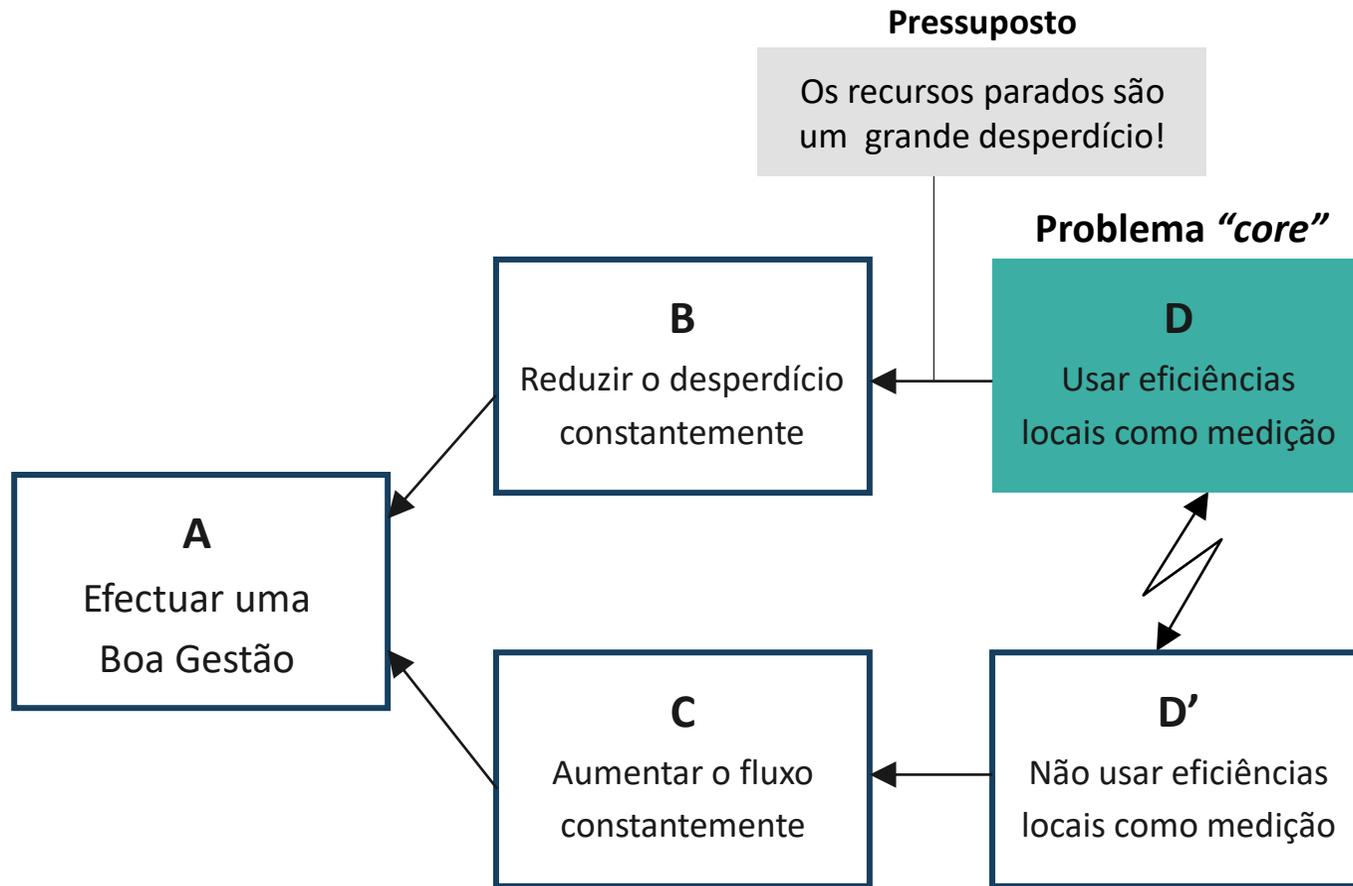
Se verificarmos o Diagrama a entidade D que representa o ‘core problem’, que é o uso de eficiências locais está em Conflito com D’ que é justamente o oposto, que é não utilizar este tipo de métrica local, para medir a performance.

Uma das formas de resolver o Conflito e assim “evaporar a nuvem” é questionar os pressupostos das ligações (setas) entre os 5 blocos do diagrama.



ToC na Gestão de Operações | **Ambientes operacionais em termos de fluxo**

Se analisarmos a ligação B-D p. ex. verificamos que o pressuposto que está por trás da mesma é :
“Os recursos(*) parados são um grande desperdício”



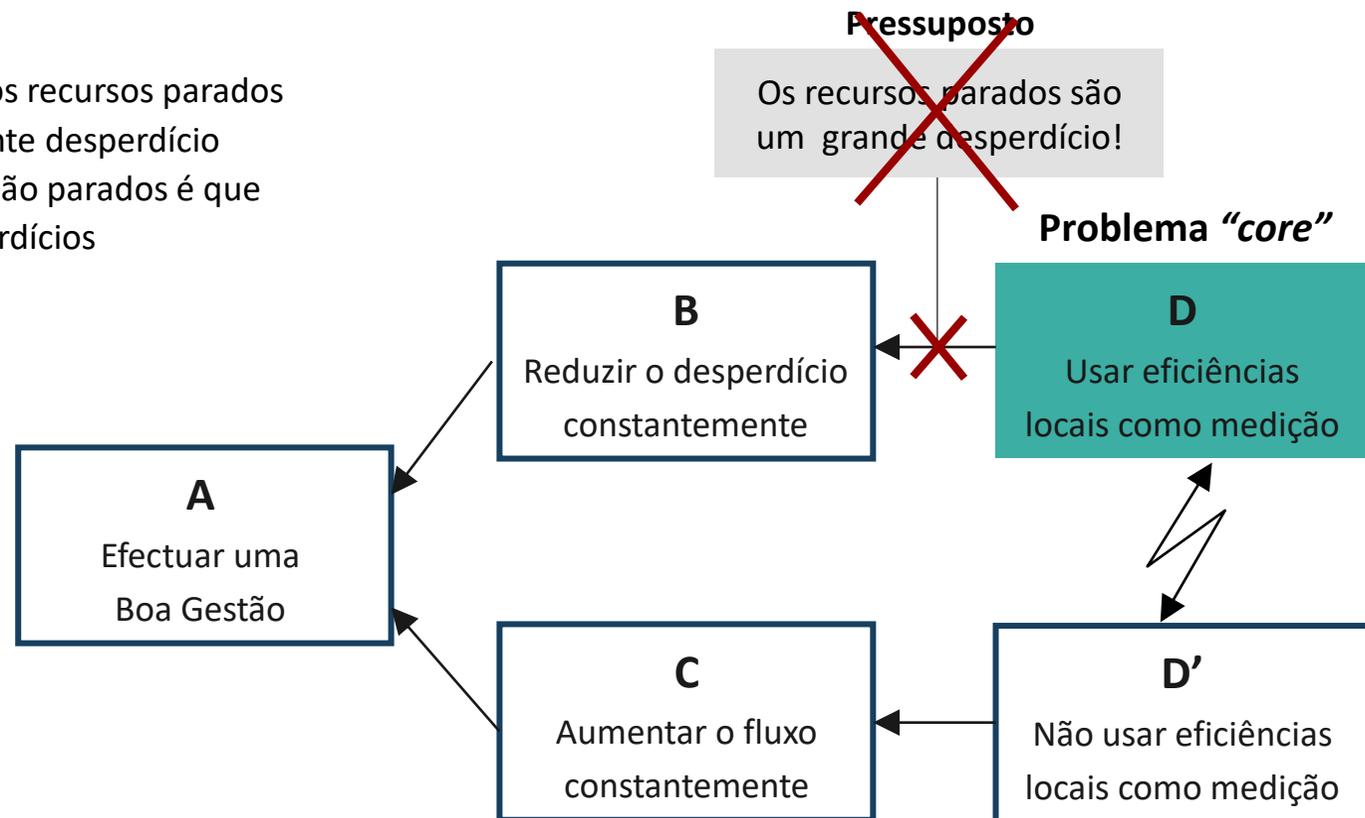
(*) pessoas, equipamentos, processos

ToC na Gestão de Operações | **Ambientes operacionais em termos de fluxo**

Ora na realidade demonstra-se que os recursos parados, não são necessariamente um desperdício, pois por vezes são justamente os recursos que não estão parados que causam maior desperdício...

Se demonstrarmos que os recursos parados não são um desperdício, podemos evaporar a Nuvem e eliminar o Conflito.

- A ToC demonstra que os recursos parados não são necessariamente desperdício
- Por vezes os recursos não parados é que causam maiores desperdícios



Podemos então concluir que:

- Recursos parados não são necessariamente um desperdício,
- Por vezes recursos não parados são uma das maiores causas de desperdício, se quisermos evitar desperdícios devemos evitar a sobre produção quando o banco de trabalho que protege a Restrição estiver cheio,
- Quando a Restrição é externa (fora das Operações) ou seja de mercado, nenhum recurso deve ser utilizado a 100%. Ativar recursos a 100% implica que em vez de gerarmos cash vamos gerar stocks,
- Quando a Restrição é interna (nas Operações) não deve haver mais do que um recurso utilizado a 100%, os outros recursos podem ser ativados a 100% mas não irão produzir mais cash, apenas mais stocks.

ToC na Gestão de Operações | **Ambientes operacionais em termos de fluxo**

A ToC demonstra que o pressuposto,

“Recursos parados são um grande desperdício” não é válido ou seja,



**Por vezes temos de tomar ações
agressivas para pararmos a maioria
dos recursos de tempos a tempos !!!**

Sincronizando Produção com a ToC

TOC Theory of Constraints
Synchronised Operations
Dr S. Gondhalekar



ToC na Gestão de Operações | **Ambientes operacionais em termos de fluxo**

Com esta análise evaporamos a nossa Nuvem mas como proceder para aumentar fluxo reduzindo o desperdício ?

Quando a Restrição é nas Operações o grau de utilização da Restrição (ou bottleneck) vai ditar o Ganho ou T do sistema.

Desenvolvendo-se as Injecções(acções) necessárias para remover o conflito anterior a ToC estipula que ...

- A lógica corrente de activação dos recursos, ou seja - “parecer ocupado e sempre a trabalhar a 100%” - deve ser alterada pois a montante da Restrição (bottleneck) temos demasiado stock enquanto que a jusante pode faltar trabalho,
- Esta lógica (da ativação a 100%) deve ser apenas aplicada na própria Restrição,

ToC na Gestão de Operações | **Ambientes operacionais em termos de fluxo**

Em todos os outros recursos (Não-Restrições) , deve usar-se uma nova lógica do tipo “road runner” (a célebre ave corredora* contra o coitado) ou ‘estafeta’ que estabelece que nestes pontos quando há trabalho, trabalhar da forma mais rápida possível (com qualidade e segurança), quando não há trabalho, esperar (efectuar outras tarefas como limpeza posto trabalho, 5S, TPM ...),



Lógica “road runner”

* Da célebre série da Looney Tunes

As Não-Restrições não devem portanto ser medidas pelas eficiências locais !

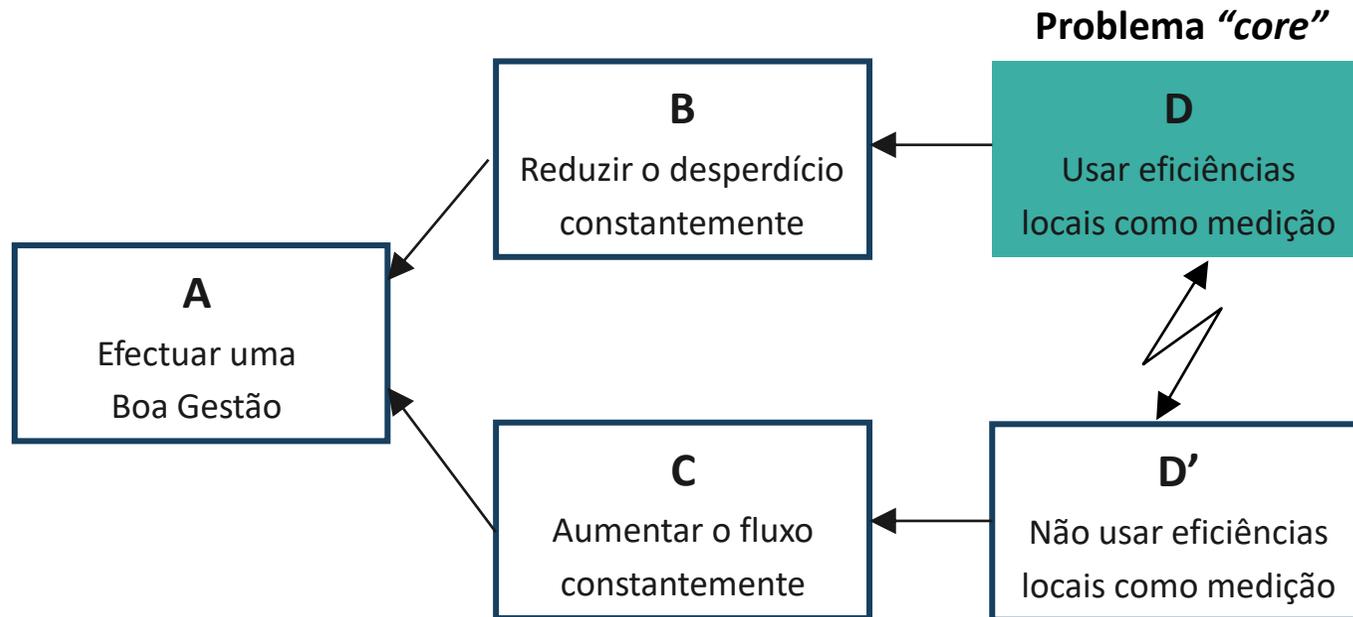
A Aplicação genérica desenvolvida segundo estes princípios levou ao aparecimento da metodologia ToC conhecida como Drum-Buffer-Rope que vamos desenvolver.



A Solução da ToC para as Operações o Modelo Drum Buffer Rope (DBR)

O Modelo Drum Buffer Rope | Nuvem Evaporante (EC)

Vimos atrás que o Conflito base existente nas Operações se pode representar pela seguinte Nuvem Evaporante (EC)



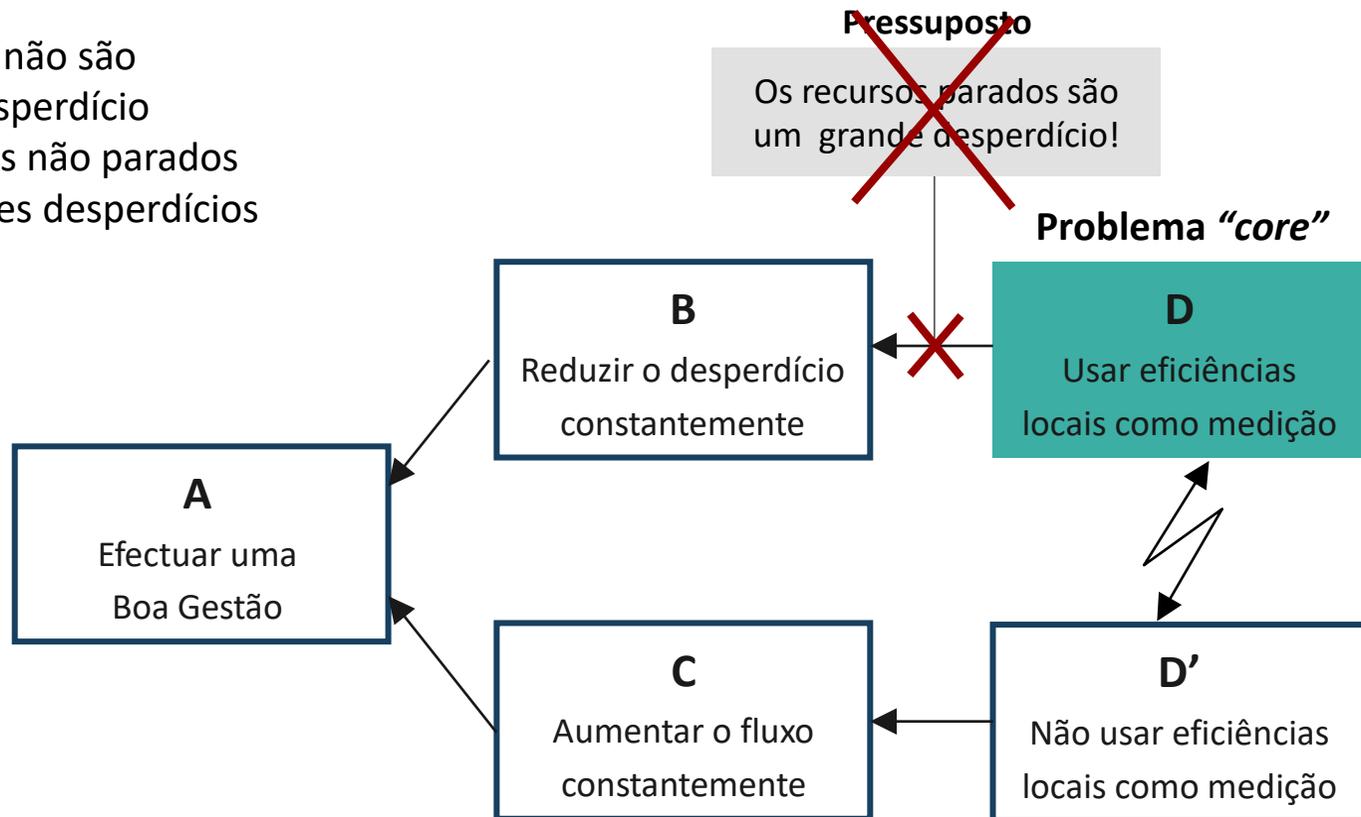
O 'core problem' ou problema raiz é a entidade D – Uso das eficiências locais como medição que é aplicado em todos os processos.

O Modelo Drum Buffer Rope | Nuvem Evaporante (EC)

Ora na realidade demonstramos que os recursos parados, não são necessariamente um desperdício, **pois por vezes são justamente os recursos que não estão parados que causam maior desperdício...**

Esta demonstração significa que o pressuposto está errado, e podemos evaporar a Nuvem eliminando também o Conflito.

- os recursos parados não são necessariamente desperdício
- Por vezes os recursos não parados é que causam maiores desperdícios



O Modelo Drum Buffer Rope | Nuvem Evaporante (EC)

Com esta análise evaporamos a nossa Nuvem mas como proceder para aumentar fluxo reduzindo o desperdício, as duas condições necessárias para uma boa gestão operacional ?

Quando a Restrição é nas Operações o grau de utilização da Restrição (ou bottleneck) vai ditar o Ganho ou T do sistema.

Isto significa, como dizia Eli Goldratt que,

**“Uma hora perdida numa Restrição é
uma hora perdida para todo o sistema.”**

e...

“Uma hora poupada numa Não-Restrição é ...uma miragem”

O desenvolvimento das ações necessárias à eliminação da Nuvem e do Conflito implica que segundo a ToC,

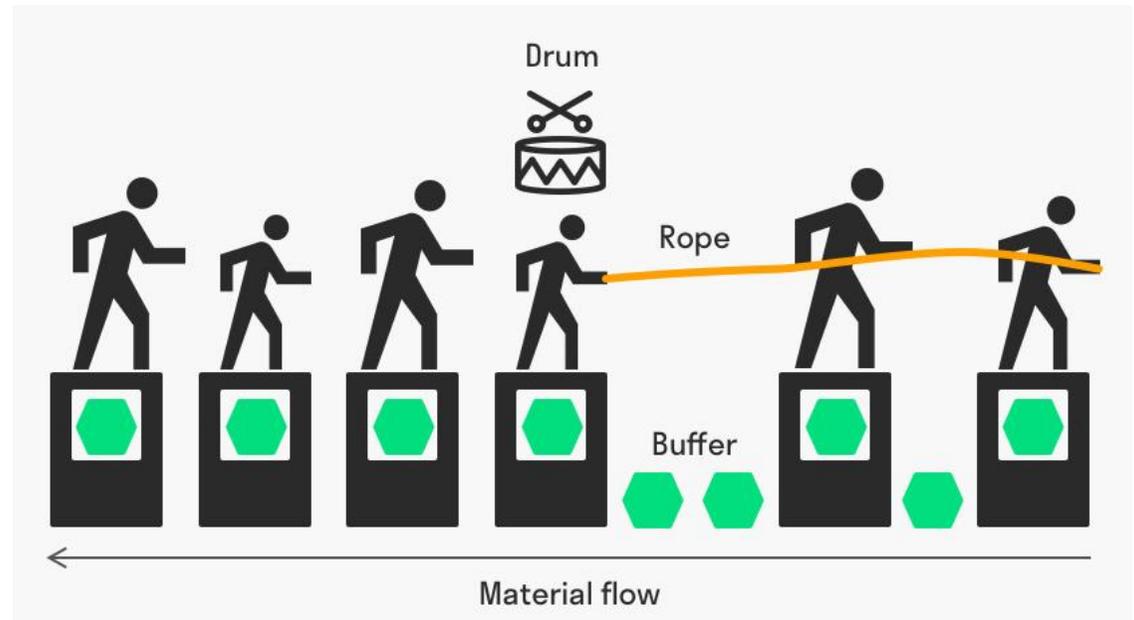
- A lógica corrente de activação dos recursos, ou seja - “parecer ocupado e sempre a trabalhar a 100%” - deve ser alterada pois a montante da Restrição (bottleneck) pode haver excesso de stock enquanto que a jusante pode faltar trabalho,
- A lógica da ativação a 100% deve ser apenas aplicada na própria Restrição.
- Em todos os outros recursos (Não-Restrições) , deve usar-se uma nova lógica do tipo “road runner” ou ‘estafeta’ que estabelece que nestes pontos quando há trabalho, trabalhar da forma mais rápida possível (com qualidade e segurança), quando não há trabalho, esperar (efectuar outras tarefas como limpeza posto trabalho, 5S, TPM ...) até que haja novamente trabalho,

O Modelo Drum Buffer Rope | Nuvem Evaporante (EC)

- As Não-Restrições não devem portanto ser medidas pelas eficiências locais !
- A Aplicação genérica desenvolvida segundo estes princípios levou ao aparecimento como referimos da metodologia ToC conhecida como,

Drum-Buffer-Rope (DBR) ou Tambor-Pulmão-Corda

(iremos adotar preferencialmente a designação anglo saxónica, ou seja DBR)



Como surgiu este modelo ?

Através da obra de Eli Goldratt – “The Goal”

A analogia usada por Goldratt foi a marcha duma ‘**tropa de escuteiros**’



O Modelo Drum Buffer Rope | Analogia “Tropa de Escuteiros”

O objetivo da marcha é garantir que todos os escuteiros da marcha cheguem ao destino o mais rapidamente possível.

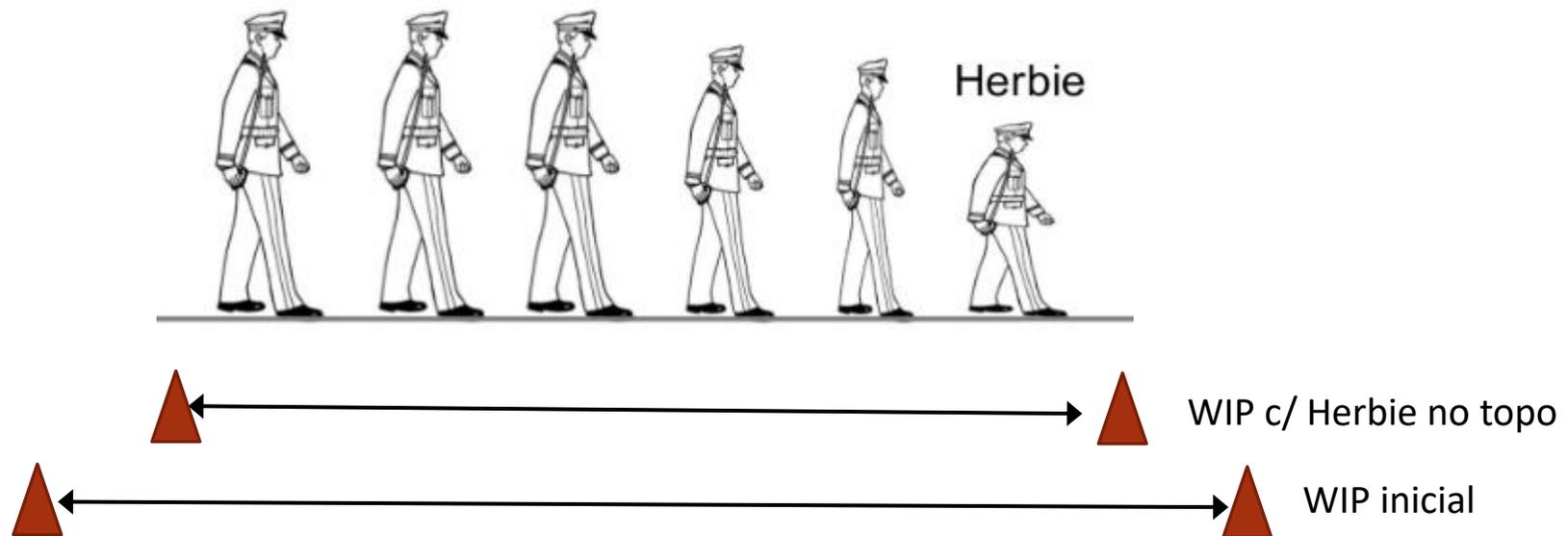
Quando parte do ponto inicial, a coluna de escuteiros vai alongando a sua marcha, e este espaço entre o 1º e o último escuteiro equivale numa empresa ao WIP (Work In Progress - stock intermédio). A razão resulta dos efeitos conjuntos da dependência entre eventos e das flutuações estatísticas pois há escuteiros mais rápidos e outros mais lentos.



Nota: Nestas figuras o tamanho de cada escuteiro é proporcional à sua capacidade física.

O Modelo Drum Buffer Rope | Analogia “Tropa de Escuteiros”

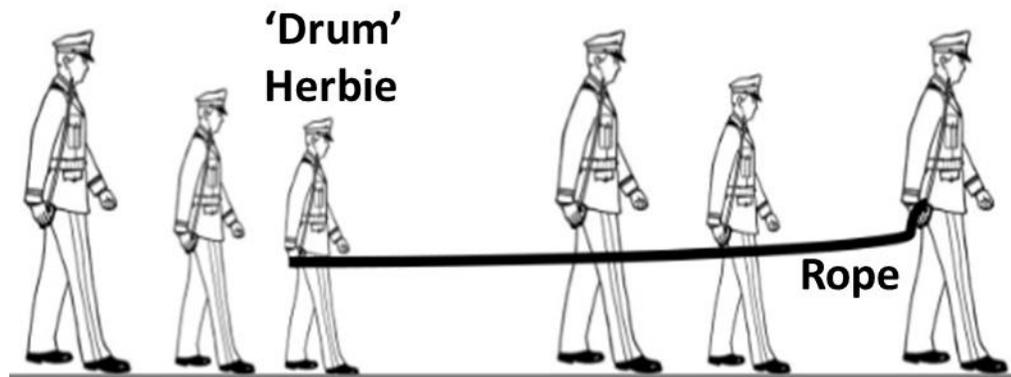
Para se evitar o alastramento da coluna em excesso, o comandante da tropa (Alex Rogo no livro) decide após várias experiências colocar o escuteiro mais lento (Herbie) no topo da coluna. Desta forma o ritmo seria marcado por Herbie e os colegas com maior capacidade, mesmo que se atrasassem poderiam facilmente recuperar pois são mais rápidos que Herbie. O alongamento da coluna (WIP) reduz-se também desta forma.



O Modelo Drum Buffer Rope | Analogia “Tropa de Escuteiros”

O que significa isto ? Significa que em primeiro lugar Alex Rogo verificou que Herbie como era o mais lento da tropa poderia ser o ponto de controlo da marcha. Estava encontrado o bottleneck do sistema que na prática controla o fluxo e que no modelo DBR equivale ao Drum.

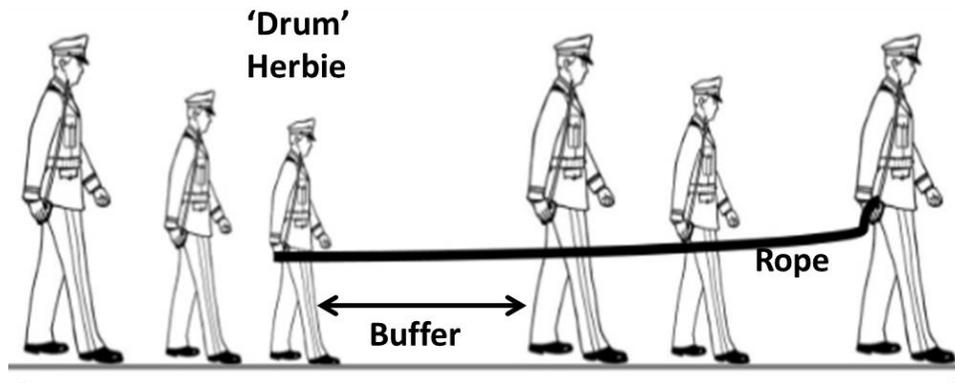
Numa situação mais geral em que não temos possibilidades de colocar o Herbie à frente, utiliza-se o mecanismo da corda (Rope), no exemplo da tropa, podemos utilizar uma corda física que liga o início (1º escuteiro) ao Drum (Herbie).



O Modelo Drum Buffer Rope | Analogia “Tropa de Escuteiros”

Quanto ao Buffer (Pulmão) nesta situação é a diferença entre Herbie e o escuteiro que está à sua frente, pois se este para, Herbie não para até que chegue junto deste escuteiro.

Desta forma chegamos esquematicamente com o exemplo da marcha dos escuteiros às três características do modelo DBR.



Podemos também como sucede no The Goal (nas edições mais recentes) ilustrar os 5 Passos de Focalização (ou seja o POOGI), com este exemplo.

O Modelo Drum Buffer Rope | **Analogia “Tropa de Escuteiros”**

No livro (e-book) “A Meta em 30 páginas” que é um resumo do “The Goal” adaptado para Português poderá consultar nos cap. 13,14 e 15, a marcha dos escuteiros. (o e-book tem cerca de 30 páginas face às 400 páginas no original de Goldratt)

A Meta em 30 páginas

Resumo do best-seller de Eli Goldratt



Joel-Henry Grossard e Luis Cristovao

O Modelo Drum Buffer Rope | **Drum (Tambor)**

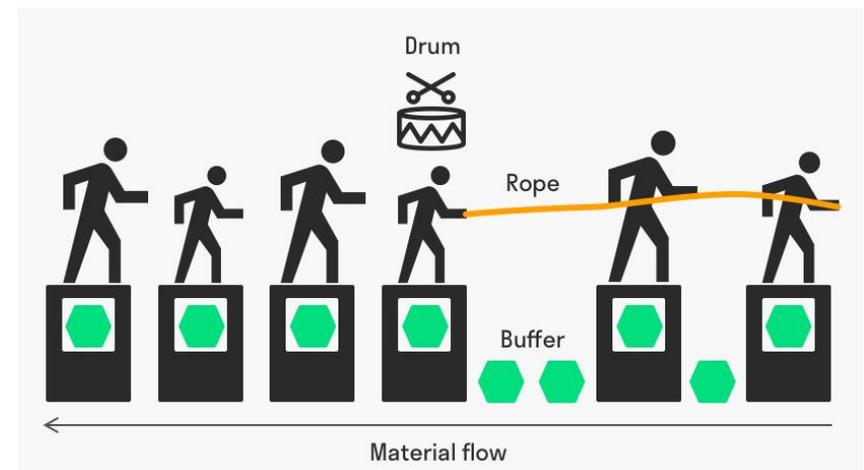


Drum (Tambor):

O Drum é simplesmente o bottleneck da operação, o passo mais lento, deve ser efectuado o “scheduling”* em detalhe do Drum, tendo

Em consideração:

- a urgência das ordens
- qual o produto que requer maior tempo no bottleneck
- qual o stock em frente do bottleneck
- qual o tempo de setup,...



* em linguagem de produção falamos em MPS ou Master Production Scheduling ou simplesmente programação

O Modelo Drum Buffer Rope | **Buffer**

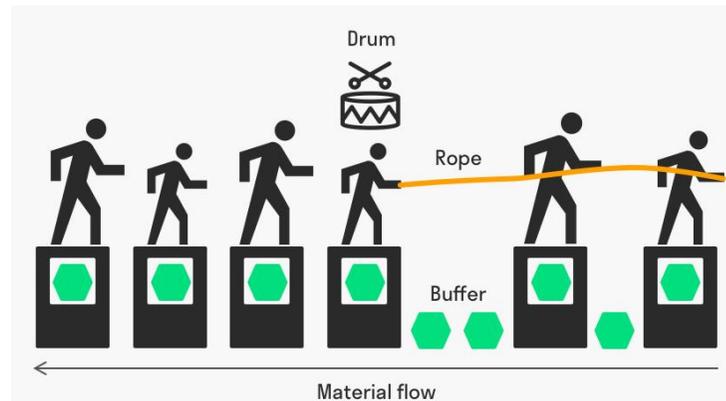


Rope (Corda):

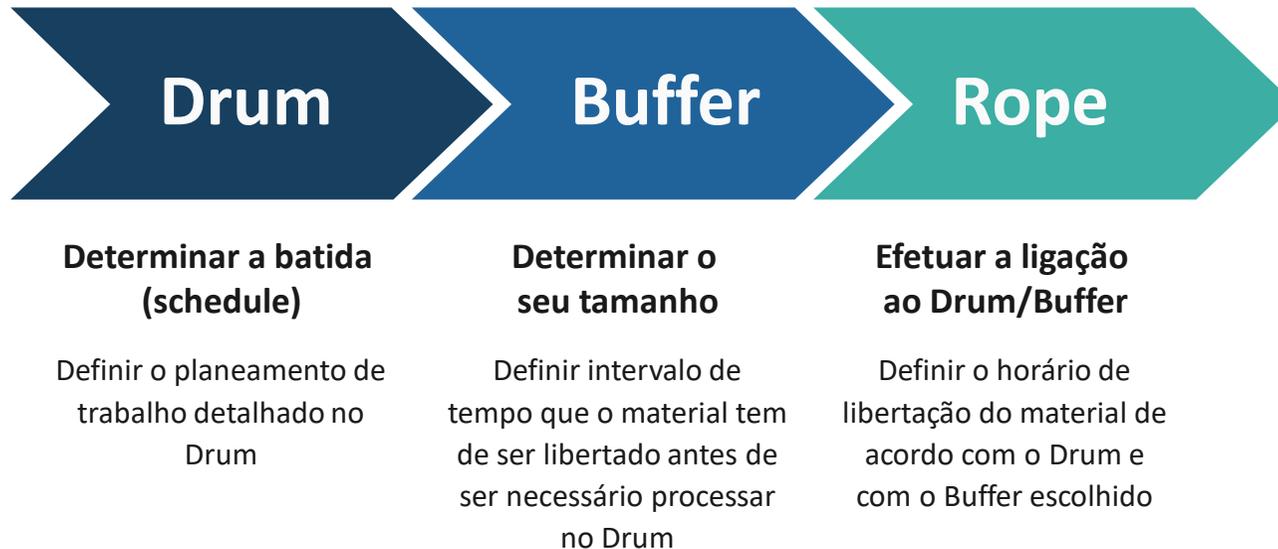
A Rope ou corda é o sinal que serve para garantir que a libertação de material é feita de acordo com o horário do Drum (MPS) e do Buffer definido.

Esta libertação sincronizada de material com o consumo no Drum permite uma redução significativa do WIP e uma maximização do fluxo.

Um Buffer de 6 horas, significa que (Rope) nenhum material é liberto antes das 6 horas (nem depois), mesmo com equipamentos, parados sem material a processar ! O material deve pois ser liberto 6 horas antes.



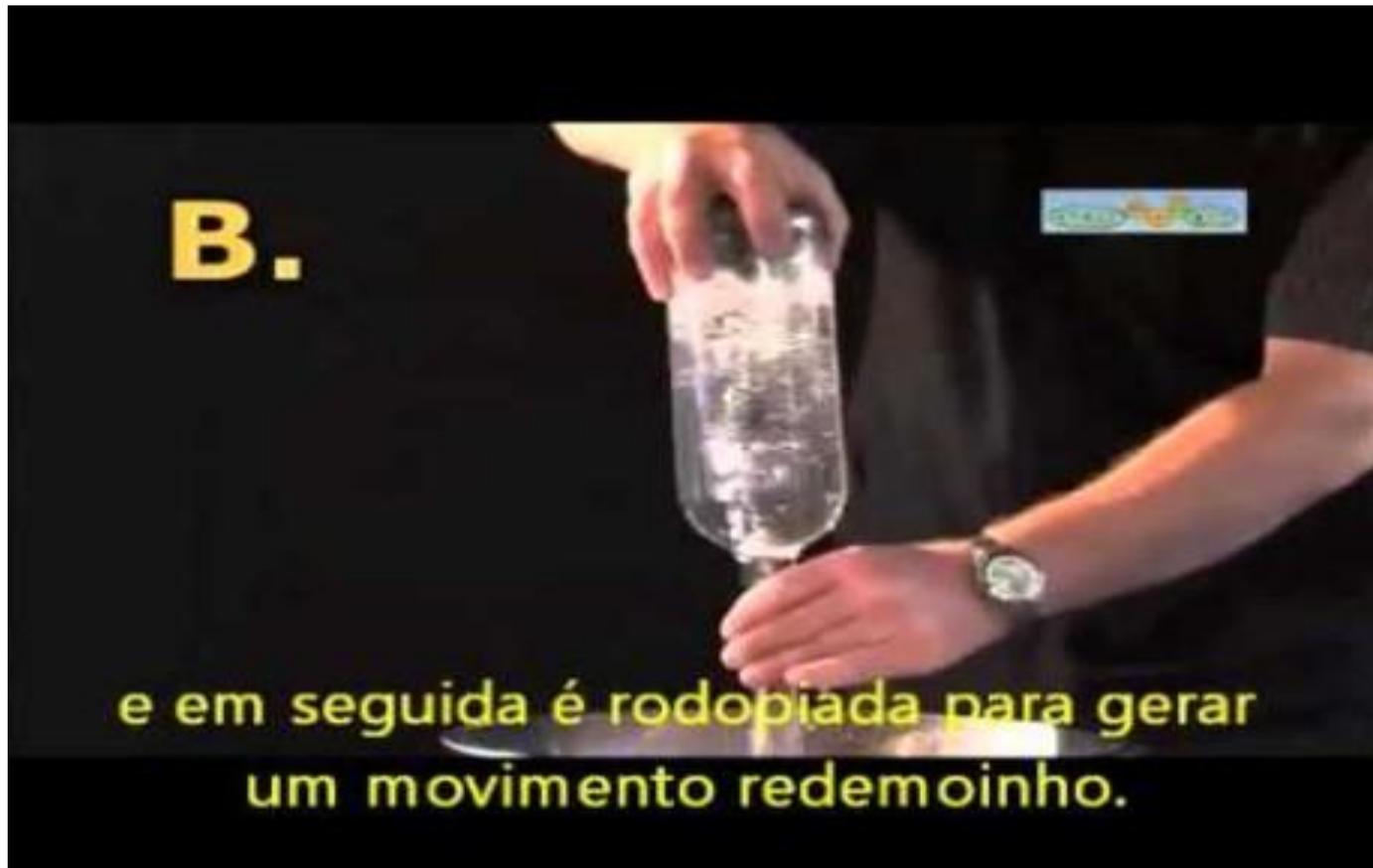
O Modelo Drum Buffer Rope | **Drum Buffer Rope**

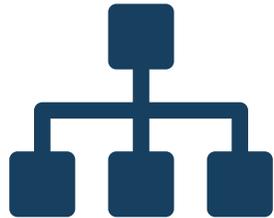


Não efectuar a libertação de materiais antes do tempo, só para manter os postos trabalho ocupados!
O modelo DBR desta forma aumenta o fluxo reduzindo o desperdício (em termos de stock)

Improving Flow – 3 Bottle...Demonstration

(Arrie van N.)





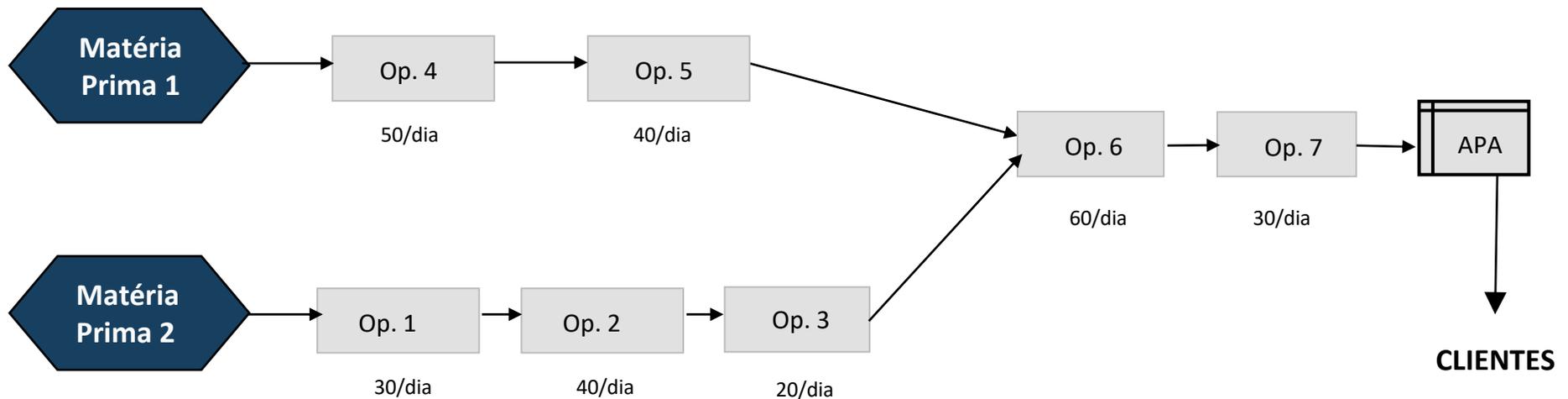
Exercício – A empresa Batuque

O Modelo Drum Buffer Rope | Drum Buffer Rope – Exemplo Aplicação

Empresa Bataque - Queremos aplicar o modelo DBR, identificando estes elementos e colocando-os no diagrama de forma esquemática. O lead time da montagem é 6h, do Drum 8h e da Expedição 4h.

Questões ? Qual o Bottleneck (Drum) ? Qual a Operação de Montagem ? Onde é a Expedição ?

- A Bataque produz de acordo com as Ordens dos clientes
- Tem 7 operações (Op. 1 a Op. 7) e 1 APA (Armazém Produtos Acabados)
- Há duas matérias primas 1 e 2 e uma operação de Montagem
- As capacidades estão referidas no layout do processo



O Modelo Drum Buffer Rope | Drum Buffer Rope – Exemplo Aplicação

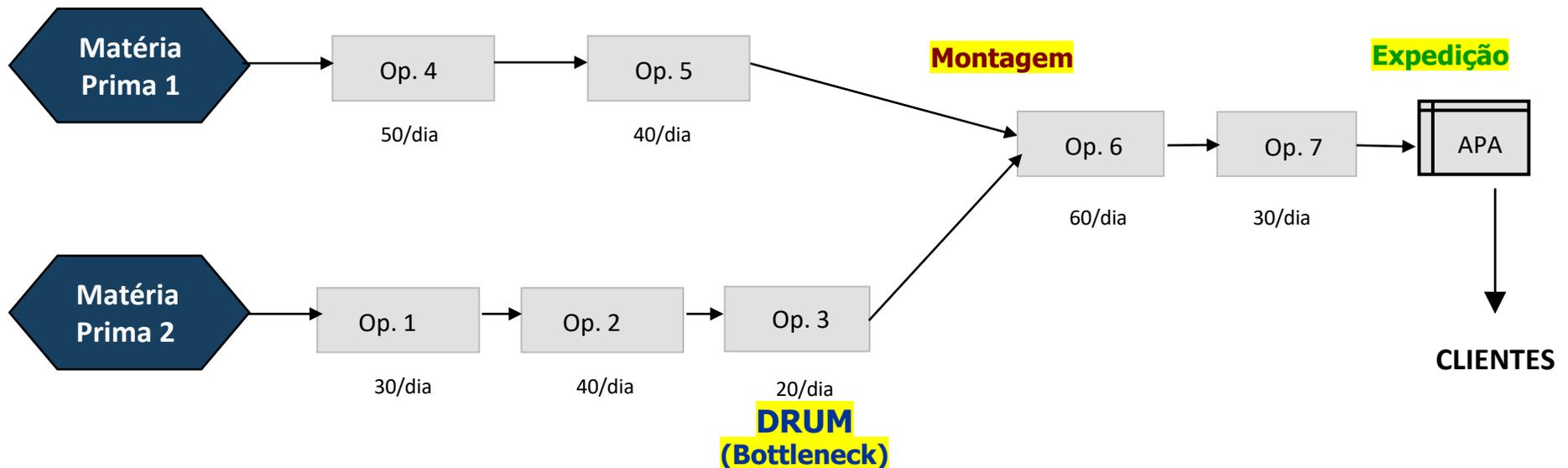
Questões ? Qual o Bottleneck ? Qual a Operação de Montagem ? Onde é a Expedição ?

RESPOSTA

Bottleneck ou Drum (passo mais lento) – 20/dia – Op.3

Montagem – Op.6

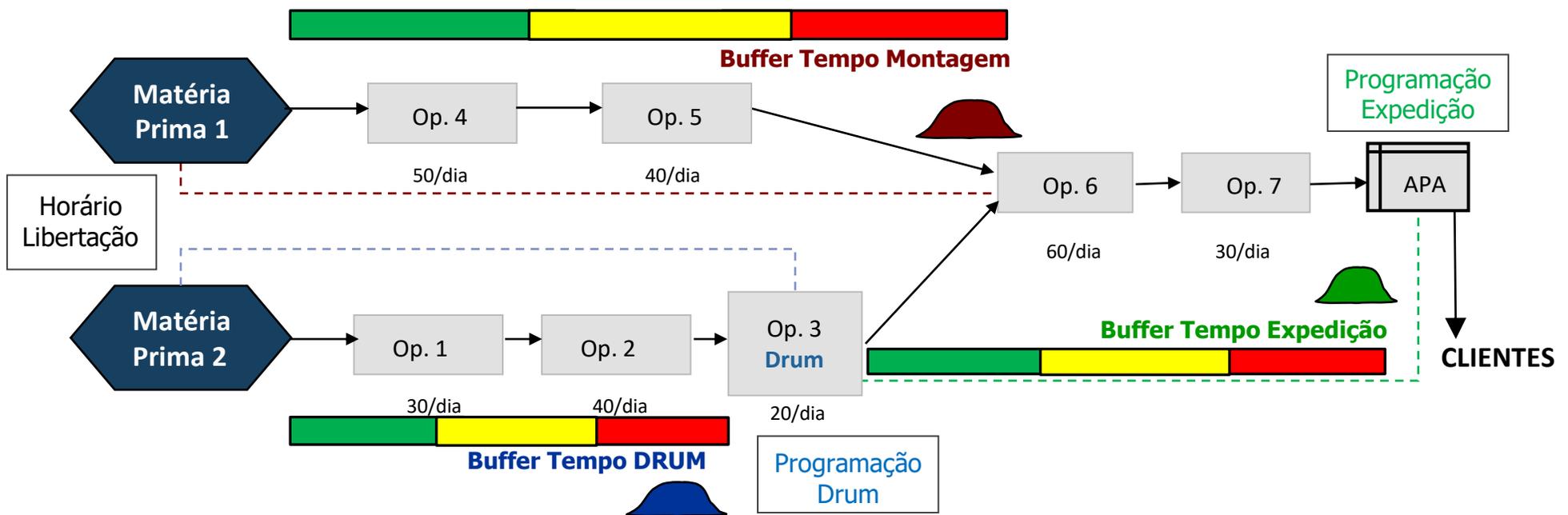
Expedição – No APA



O Modelo Drum Buffer Rope | Drum Buffer Rope – Exemplo Aplicação

Identificação dos 3 elementos do DBR:

- Drum – Tambor (com respetiva programação/schedule e programação Entrada Mat. Expedição e Expedição)
- Buffer – Pulmão (a determinar tempos) do Drum, da Montagem e da Expedição)
- Rope – Corda (do Drum, Montagem e Expedição)



Regras Convencionais:

- Balancear capacidades e depois tentar manter o fluxo,
- O nível de utilização de qualquer trabalhador é determinado pelo seu potencial,
- Uma hora perdida num bottleneck é apenas uma hora perdida nesse recurso,
- Uma hora poupada num não-bottleneck é uma hora poupada nesse recurso,
- Os bottlenecks limitam o fluxo mas têm pouco impacto nos stocks,
- Dividir e sobrepor lotes deve ser desencorajado
- O lote de processo deve ser constante , em tempo e ao longo do seu trajeto,
- A programação deve ser determinada por;
 - Pré determinando o tamanho lotes
 - Calculando os lead times
 - Estabelecendo prioridades, definindo horário de acordo com o lead time.
 - Ajustando programas de acordo com a capacidade das restrições repetindo os 3 passos anteriores.
- A soma dos ótimos Locais é igual ao ótimo Global

Regras ToC (DBR):

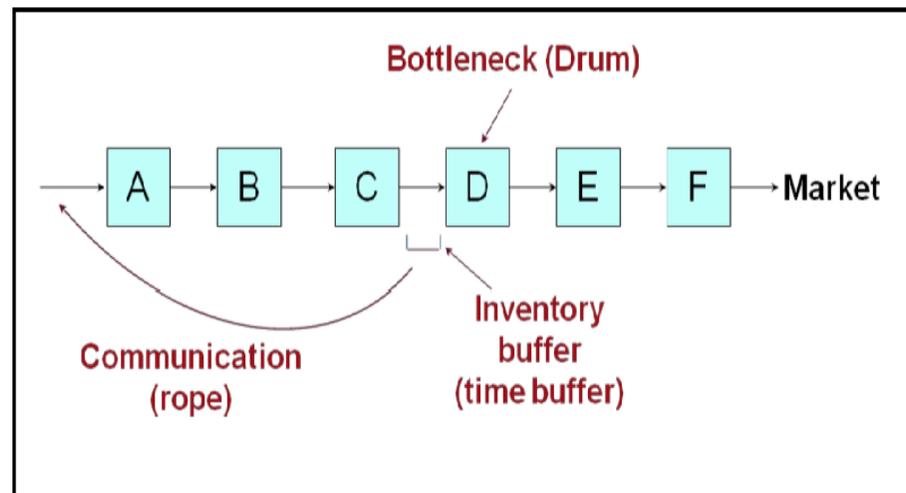
- Balancear fluxos e não as capacidades,
- O nível de utilização dum não-bottleneck não determinado pelo seu potencial mas por outra restrição no sistema,
- Utilização e ativação de um recurso não são sinónimos,
- Uma hora perdida num bottleneck é uma hora perdida em todo o sistema,
- Uma hora poupada num não-bottleneck é uma miragem,
- Os bottlenecks 'governam' o Ganho (T) e os stocks (I) ,
- Os lote de transferência podem e muitas vezes devem ser diferentes dos lotes de processo,
- Os lotes de processos devem ter dimensão variável e não fixa.
- A programação deve ser determinada olhando a todas as restrições em simultâneo. Os lead times são o resultado da programação e não podem ser pré determinados
- A soma dos ótimos Locais não é igual ao ótimo Global

O modelo DBR em resumo

Se resumirmos em termos conceptuais o modelo DBR, Drum – Buffer – Rope este apresenta:

- Um plano para explorar a capacidade da Restrição (o Drum)
- Um mecanismo de proteção contra o ‘efeito Murphy’, o Buffer, que é expresso em tempo e não em ‘coisas’ que acumulam em qualquer local,
- Um horário de libertação de materiais (a Rope) que protege o ‘shop floor’ de excesso de WIP e de confusões nas prioridades.

Drum-Buffer-Rope System

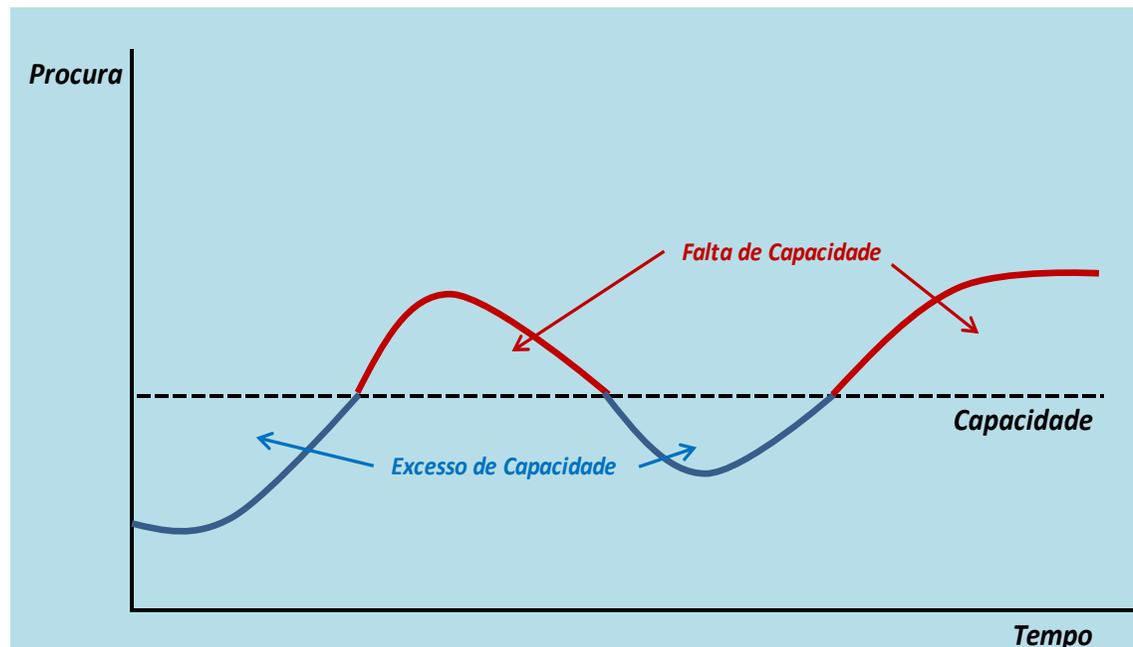


Modelo Drum Buffer Rope | **Resumo**

Um dos pressupostos básicos do DBR é que a procura está assegurada e que esta se situa acima da capacidade de produção da Empresa.

Ora na realidade há muitas empresas onde se verifica que:

- A Capacidade de Produção é maior do que a Procura externa
- Existe pelo menos uma parte do tempo em que a **Capacidade > Procura** (zona azul)

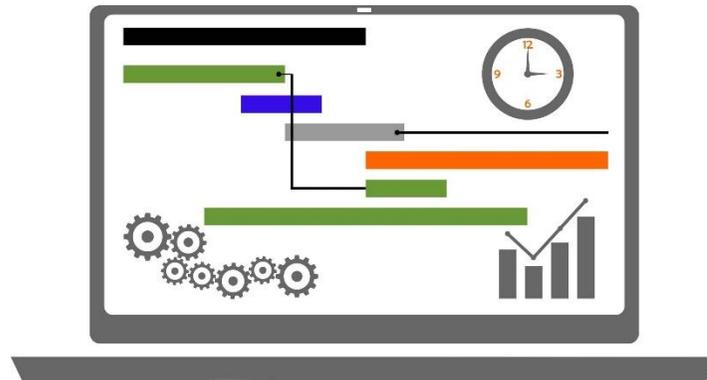


O modelo DBR Simplificado (S-DBR)

Na realidade o mercado é a última das Restrições pois quando nós otimizamos o output com o DBR o que criamos é capacidade adicional ... que poderá ter no futuro alguma procura, e daí que a situação passe duma Restrição interna para o mercado.

No mercado é que está a verdadeira restrição ou seja geralmente tendemos para uma situação de maior capacidade face à procura.

Daí que em 2000, E. Schragenheim e W. Dettmer, tenham proposto uma importante simplificação no modelo DBR, tendo sido criado o modelo DBR Simplificado ou S-DBR.



Modelo Drum Buffer Rope | **Resumo**

O modelo S-DBR assume portanto que a Procura < Capacidade em termos gerais ou seja que a Restrição é sempre externa, no mercado.

No entanto pode haver picos de trabalhos que causam um retorno da Restrição ao interior da organização, ou seja o modelo também funciona quando a Restrição é interna.

O modelo S-DBR trata duas realidades distintas em termos de procura:

- **MTO (Make-To-Order, ou 'Fazer à Encª')** – esta é a situação ideal em termos de funcionamento e surge sempre que,

O Tempo espera cliente > Lead time de Produção (o cliente pode esperar)

O Tempo diminui neste sentido

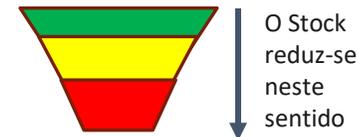
Nesta situação os Buffers medem-se **em Tempo**



- **MTA (Make-To-Availability, ou Fazer à Disponibilidade)** – esta situação corresponde a uma evolução do conceito de Make-To-Stock (MTS, Fazer para Stock) e surge quando,

O Tempo espera cliente < Lead time de Produção (o cliente não pode esperar)

Nesta situação os Buffers são **de Stock de produtos acabados**



O Stock reduz-se neste sentido

Por outro lado vimos que o modelo DBR, apresenta normalmente 3 tipos de Buffers;

- **Buffer do Drum** – ou Buffer que protege a Restrição ou Bottleneck (Drum),
- **Buffer da Montagem**, que protege a zona da montagem de materiais vindos da Restrição (Drum) e das Não-Restrições,
- **Buffer da Expedição**, que protege os clientes da falha de produto acabado.

No entanto funcionar com um sistema que tenha estes três Buffers pode ser complexo em termos de prioridades de gestão e pode gerar sinais de alguma confusão no shop-floor.

O modelo S-DBR propõe funcionar apenas com um Buffer, o Buffer da Expedição (BE).

Sendo a Restrição Externa existe no entanto dentro da empresa um dos recursos com menos capacidade que é o Drum ou mais corretamente o CCR (Capacity Constrained Resource) ou Recurso com Capacidade Restringida. O uso da designação CCR em vez de Drum serve para identificar o modelo S-DBR face ao DBR.

Modelo Drum Buffer Rope | **Resumo**

Na situação de MTO (Fazer à Encomenda ou Ordem), o Buffer da Expedição (BE) é definido como uma ‘estimativa liberal’ do tempo desde a libertação das matérias primas até à chegada da ordem pronta, à doca de embarque e expedição.

‘estimativa liberal’ = tempo fabrico + tempo proteção

Em ambientes industriais,

Buffer Expedição (BE) = QLT (Quoted lead time) ou Lead time prometido ao cliente

Este único Buffer tem de cobrir todo o tempo de produção mais o requerido para cobrir a incerteza e a variação (‘efeito Murphy’).

Conceito de Carga Planeada

Conceito de Carga Planeada

Este conceito é uma forma de garantirmos que no Drum não haja falta de trabalho nem excesso de trabalho.

“Carga planeada – corresponde ao nº total de horas necessárias para completar todo o trabalho que foi formalmente libertado no sistema “

Este conceito é especialmente importante no recurso mais lento, Drum ou que podemos designar mais correctamente como CCR (Capacity Constrained Resource, ou Recurso de Capacidade Restringida) !

Em vez de trabalharmos com um Buffer mais ou menos constante, trabalha-se com a procura total face ao tempo do CCR, durante um período idêntico ao lead time prometido ao cliente (QLT, Quoted lead time).

Conceito de Carga Planeada

Se controlarmos a carga do CCR (até um limite pré estabelecido, normalmente 80 a 90% da sua capacidade total) controlamos a procura e ao mesmo tempo a carga dos recursos internos.

A Data libertação matérias primas \approx Data cliente – BE (Buffer Expedição em nºdias)

Nas situações em que a **Procura > Capacidade** (Restrição Interna) temos de limitar as ordens dos clientes para não bloquearmos o CCR, fazendo as seguintes acções;

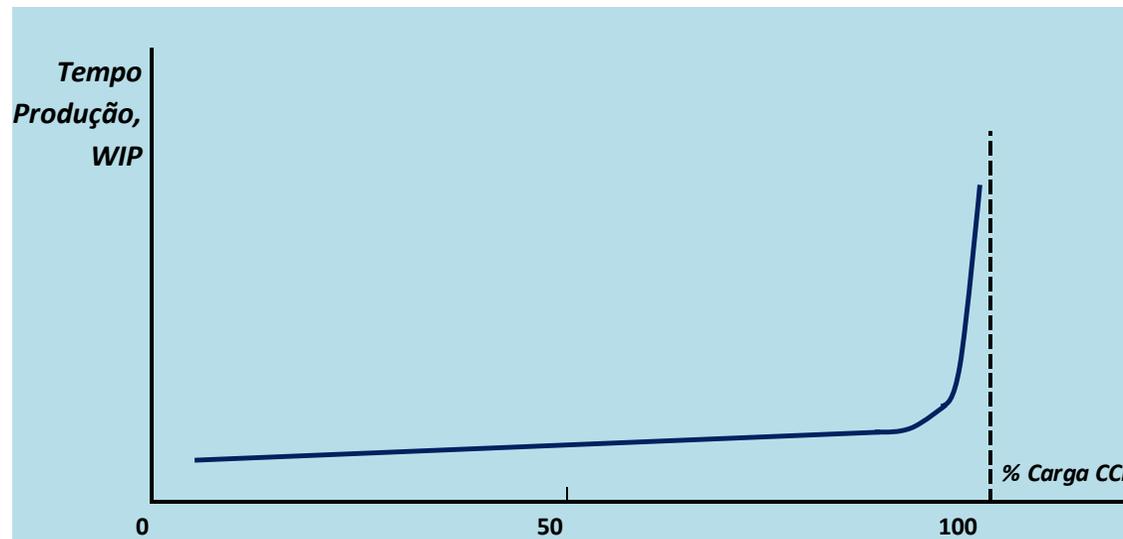
- Aumentamos o Lead time prometido (QLT) ao cliente (atrasamos as ordens) ou,
- Subimos os preços para refrear a procura.

Em relação à carga do CCR esta não deve ser próxima dos 100% mesmo que exista procura disponível – a razão deve-se à redução de flexibilidade junto da carga máxima.

Conceito de Carga Planeada

O que acontece quando a carga é cerca de 100% (no Drum ou CCR) é que as influências múltiplas do aumento do WIP, o efeito de batching (agrupar lotes) podem comprometer o tempo de produção e criar problemas graves de incumprimento com os clientes.

Esta situação está patente no gráfico seguinte, onde temos um aumento exponencial do tempo produção e do WIP junto aos 100% - Para termos um sistema produção mais flexível deveremos trabalhar portanto na ordem dos 80 – 90% de carga do CCR.



Conceito de Carga Planeada

Políticas a seguir com o S-DBR

- Planeamento de Produção acompanhado diariamente, incorpora a informação do último dia, retira as ordens terminadas, adiciona ordens recebidas,
- Matérias primas não são libertadas para o shop floor antes dum tempo que corresponde a aproximadamente, tempo da Data do Cliente – Buffer Expedição (BE) em dias,
- Aceitação de ordens depende da carga do CCR (carga planeada),
- Ordens no vermelho são prioritárias, prioridade também alta para ordens amarelas. Outras situações definidas no shop floor,
- Lotes de transferência devem ser pequenos entre processos,
- Buffer Expedição : zona vermelha = $1/3$ buffer

Modelo S Drum Buffer Rope | Exemplo Aplicação S-DBR

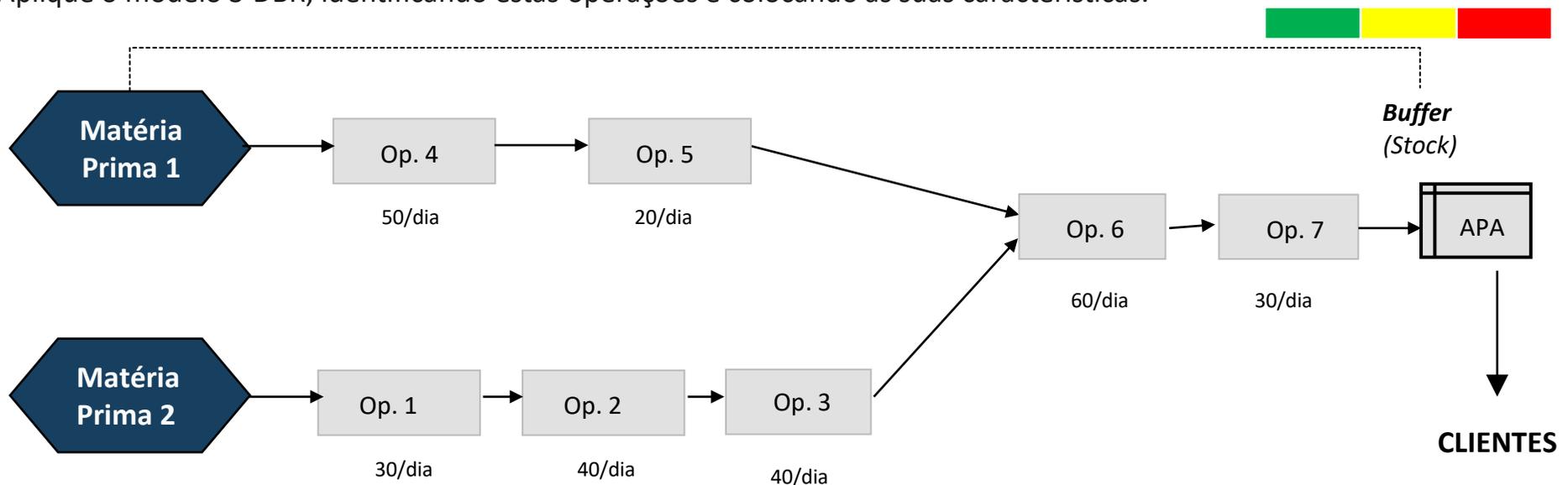
Modelo S - Drum Buffer Rope

Exemplo aplicação – Empresa O-Ring,

- Tem 7 operações (Op. 1 a Op. 7) e 1 APA (Armazém Produtos Acabados)
- Há várias matérias primas, uma operação de Montagem
- As capacidades estão referidas no layout do processo

Questões ? Qual o CCR (Drum) ? Qual a Operação de Montagem ? Onde é a Expedição ? Como se denomina o Buffer ?

Aplique o modelo S-DBR, identificando estas operações e colocando as suas características.



Modelo S Drum Buffer Rope | Exemplo Aplicação S-DBR

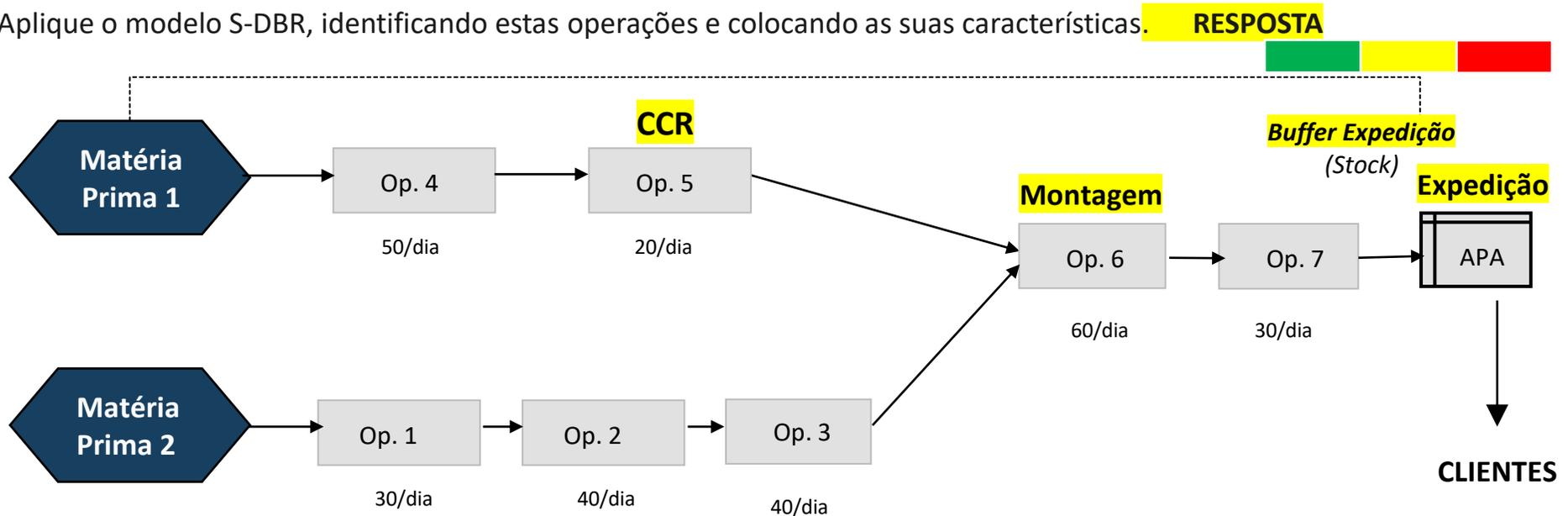
Modelo S - Drum Buffer Rope

Exemplo aplicação – Empresa O-Ring,

- Tem 7 operações (Op. 1 a Op. 7) e 1 APA (Armazém Produtos Acabados)
- Há várias matérias primas, uma operação de Montagem
- As capacidades estão referidas no layout do processo

Questões ? Qual o CCR (Drum) ? Qual a Operação de Montagem ? Onde é a Expedição ? Como se denomina o Buffer ?

Aplice o modelo S-DBR, identificando estas operações e colocando as suas características.



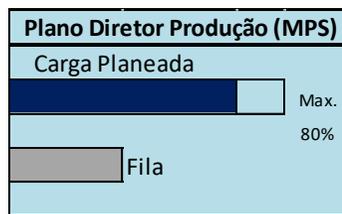
Modelo S Drum Buffer Rope | Exemplo Aplicação S-DBR

Carteira Enc ^{as} Clientes		
#Ordem	Data Entr.	Data Prom.
2015203	01-jan	20-jan
2015315	10-jan	22-jan
2015323	02-jan	03-mar
2015444	04-mar	15-mar
...		
2015455	05-abr	30-abr

1- A Produção é orientada pela procura (Restrição)
 Daí que a Carteira de Enc^{as} vai definir a programação da produção (MPS)
 O nº ordens entradas dependerá da Capacidade do CCR não havendo limitações se a Cap. > Procura



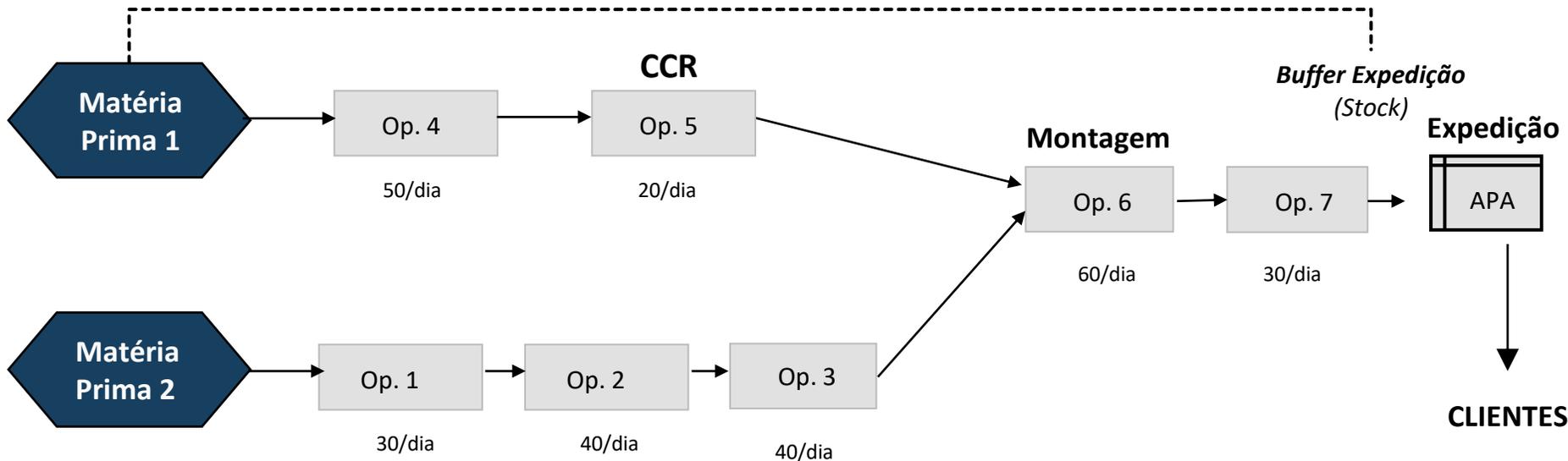
2- O MPS vai estabelecer qual a carga planeada do CCR e a forma de ligação à Carteira Enc^{as}



4- Deve ser definido um mecanismo de aceitação de ordens consoante a relação Procura vs. Capacidade CCR

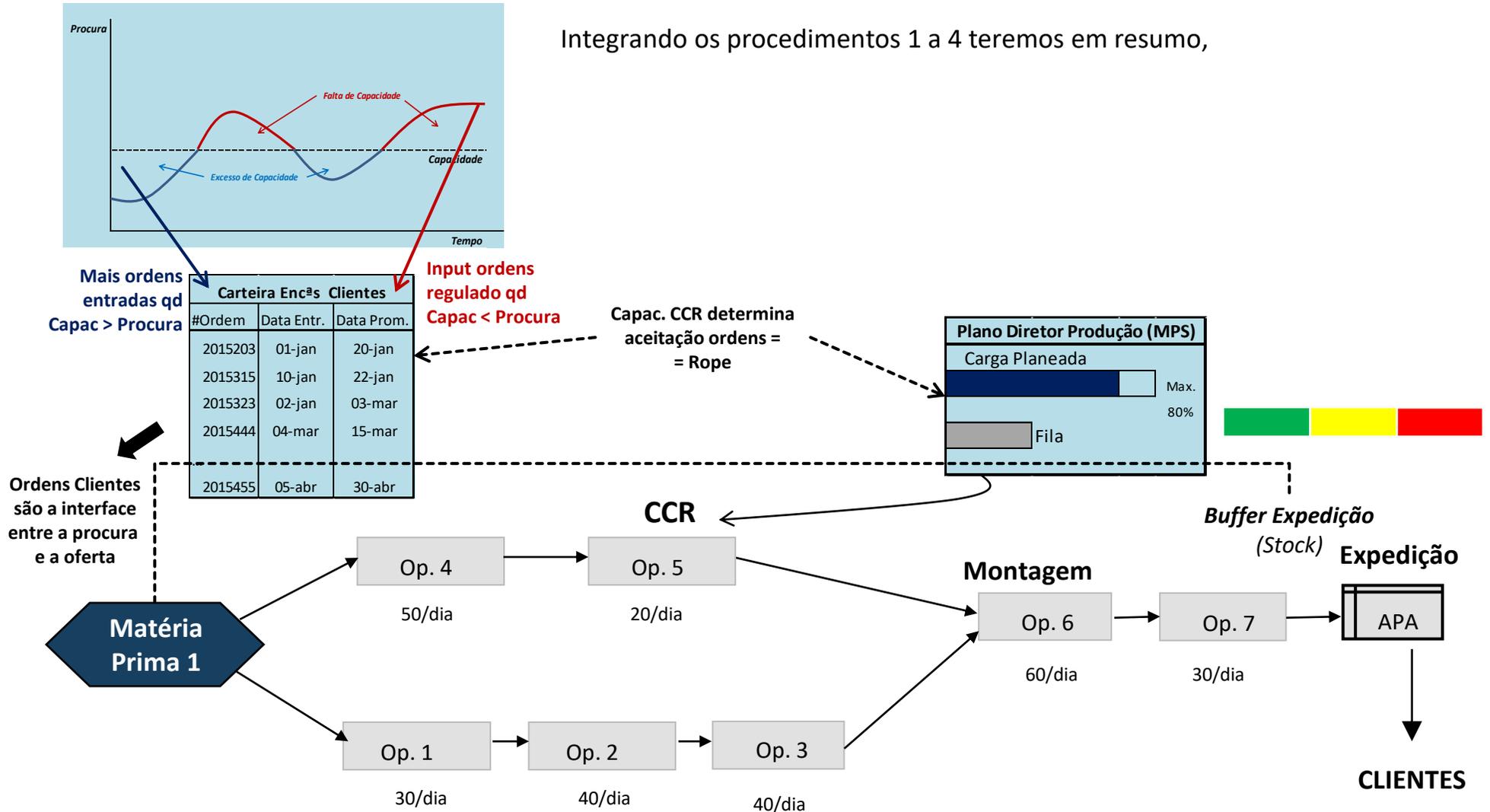


3- O Buffer Expedição único é representado por zonas de prioridades



Modelo S Drum Buffer Rope | Exemplo Aplicação S-DBR

Integrando os procedimentos 1 a 4 teremos em resumo,



Aplicações do modelo S-DBR; MTO vs. MTA

Como referimos o S-DBR pode ser utilizado em variadas situações nomeadamente a Produção à Encª ou 'Fazer à Encª' (MTO-Make To Order) ou 'Fazer p/ Disponibilizar (MTA-Make To Availability)

Quais as principais diferenças ?

Para o MTO:

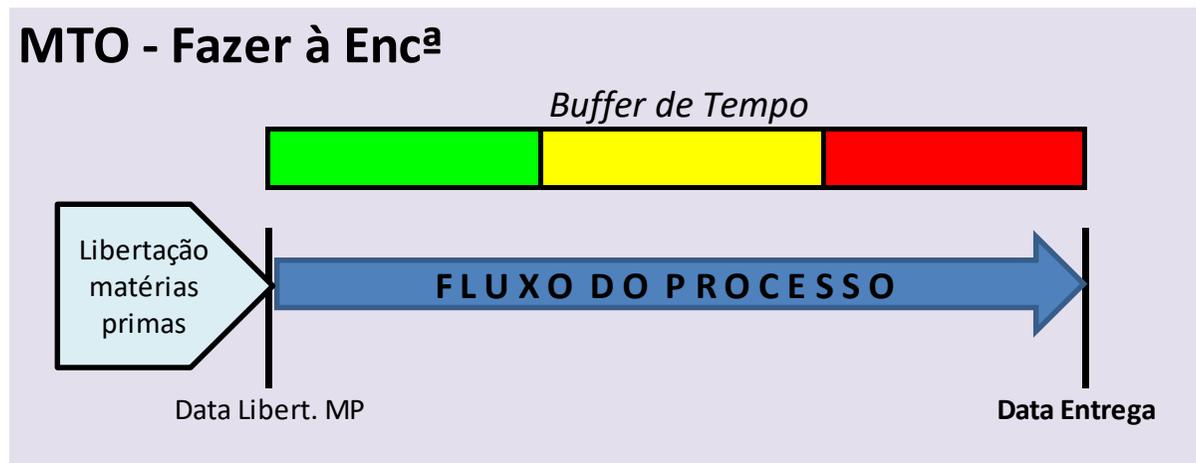
Uma das condições críticas para que o modelo MTO funcione é o facto do tempo de espera dos clientes ser superior ao lead time da operação.

T espera cliente > Lead time de Produção

Modelo S Drum Buffer Rope | **Aplicações do modelo MTO**

No caso do MTO que é a situação que vimos até à data o tratamento é semelhante ao DBR clássico ou seja embora só continue a existir um Buffer,

o BE (ao contrário dos 3 Buffers do DBR), este Buffer é de TEMPO, representando proteção do sistema desde a Expedição à libertação matérias primas.



Para o MTA

No caso do MTA a condição base da aplicação é a de que o tempo de espera do cliente é inferior ao lead time da operação, ou seja o cliente não pode esperar pela produção,

T espera cliente < Lead time de Produção

No entanto esta não é a única razão pois nos anos recentes alguns dos clientes mais importantes da indústria (OEMs ou Original Equipment Manufacturers), como p.ex. fabricantes de automóveis ou de computadores passaram a impôr aos fornecedores disponibilidade nos seus fornecimentos havendo situações em que,

- Os clientes beneficiavam pelo facto de haver disponibilidade dos fornecimentos,
- Alguns fornecedores foram obrigados a ter stocks de segurança para os seus clientes.

Funcionamento do processo MTA

O Buffer de Expedição (BE) é definido (em termo de unidades em stock) de acordo com o tipo de procura, para cada produto vendido.

Normalmente considera-se o valor da procura máxima dentro do período de reabastecimento multiplicado por um fator de segurança.

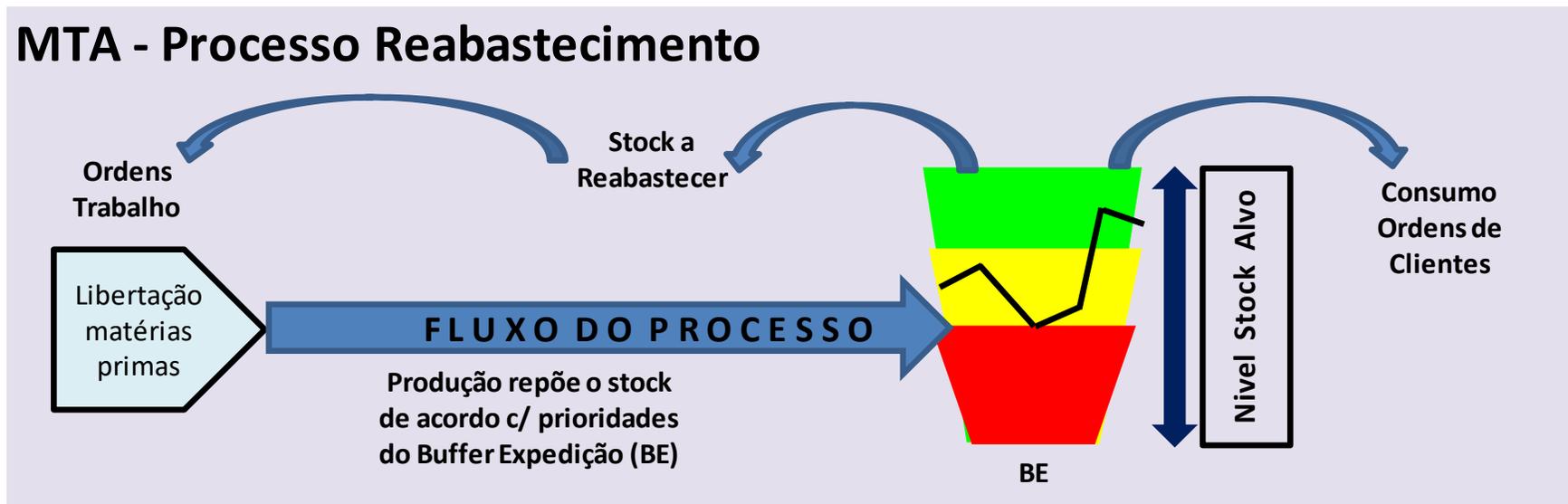
Este fator depende do tipo de produto mas normalmente é estimado em +50% ou seja o stock anterior é multiplicado por 1,5.

Este é o Nível de Stock Alvo calculado para cada sku (produto ou item em stock) que:

- Vai sendo consumido com as ordens dos clientes,
- Por isso é reabastecido em quantidades até ao valor alvo (em quantidades variáveis consoante as ordens e os sku's),
- O reabastecimento é iniciado com as ordens de trabalho e libertação das matérias primas.

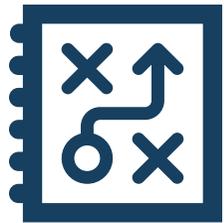
Modelo S Drum Buffer Rope | **Funcionamento do processo MTA**

O processo é controlado utilizando-se a Gestão de Buffers, em que cada Zona (verde, amarela ou vermelha) representa como referimos uma prioridade específica de atuação que será detalhada na Gestão de Buffers.



Comparação entre MTA e MTO

Compromisso	Temos de ter em Stock  Disponibilidade (Stock)	Temos de ter em Tempo  Entrega a Tempo
Aplicação	MTA (Make to Availability) Fazer p/ Disponibilizar	MTO (Make to Order) Fazer à Ordem
Mecanismo evitar sobreprodução	Stocks Alvo são max consumo no Lead Time (LT) de reabastecimento, multiplicado por um factor de variabilidade (+50%). Ordens frequentes baseadas no consumo real para atingir níveis de Stock Alvo.	Lead Times fiáveis para estabilizar o sistema. Trabalho libertado de acordo com data entrega menos o Buffer de Tempo
Eliminar Eficiências Locais	Prioritizar baseado no risco de indisponibilidade de stock (vermelho, amarelo, verde).	Prioritizar baseado no risco de incumprimento da data entrega (vermelho, amarelo, verde).
Processo para Balancear Fluxo	BM (Buffer Management) – Ajustar Alvo baseado no consumo real e oferta	Adiar libertação e cumprir datas de entrega de acordo com o Drum(CCR).
POOGI Melhoria continua	Eliminar interrupções de fluxo que afetam mais a disponibilidade	Eliminar interrupções de fluxo que afetam mais o Prazo de Entrega



Gestão de Buffers (Buffer Management)

Redefinindo o conceito de Buffer

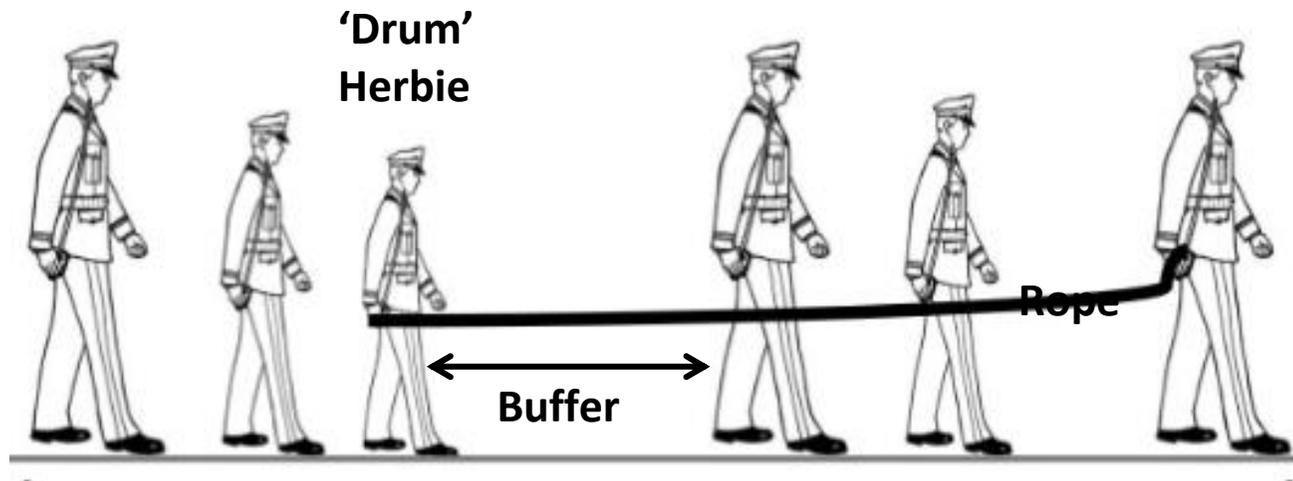
O modelo DBR é o mais geral podendo aplicar-se a qualquer situação operacional em particular as relacionadas com a Produção. A noção de Buffer difere de outras metodologias de gestão da produção nomeadamente o Just in Time, que foi desenvolvido pela Toyota no âmbito da filosofia TPS (Toyota Production System) hoje conhecida como Lean Management ou Lean Thinking.

Se andarmos um pouco para trás até ao Tema 2 podemos perceber que este conceito foi apresentado por Eli Goldratt em 1984, no seu livro “The Goal”.

Quanto ao Buffer (Pulmão) nesta situação é a diferença entre Herbie e o escuteiro que está à sua frente, como podemos na figura seguidamente.

Gestão de Buffers (Buffer Management) | Redefinição do conceito de Buffer

Se nos lembrarmos da referida marcha da tropa de escuteiros, o Buffer (Pulmão) era a diferença em termos de espaço, entre Herbie (o escuteiro mais lento, o Drum) e o escuteiro que estaria à sua frente. Este pequeno espaço impede Herbie de parar a sua marcha (e é Herbie que marca o ritmo) quando o escuteiro da frente pára por qualquer razão. Se não houvesse Buffer, qualquer paragem deste escuteiro faria parar Herbie também, perdendo tempo precioso à tropa na sua globalidade (pois o Drum não deve parar). Em termos gráficos a fig. ilustra esta situação, que deu origem ao modelo DBR.



Gestão de Buffers (Buffer Management) | Redefinição do conceito de Buffer

Considerando agora uma situação operacional, o modelo DBR como vimos não apresenta apenas um tipo de proteção ou de Buffer mas até três tipos. Os três Buffers são o Buffer do Drum (BD), o Buffer da Montagem (BM) e o Buffer da Expedição (BE). Pode haver situações em que não há Montagem e nesta situação teremos apenas Buffers no Drum e Expedição. Isto se definirmos que a Restrição está no interior da organização.

Como vimos atrás existem situações onde não há restrições internas ativas (a restrição está no mercado), ou seja neste caso o Drum designa-se como CCR*, ou seja um recurso com menor capacidade ou o passo mais lento da operação) e neste caso em vez de dois teremos apenas um Buffer, que é a situação que permitiu o desenvolvimento do modelo S-DBR.

(*) em vez de Drum iremos utilizar a de CCR que é mais geral

Gestão de Buffers (Buffer Management) | Redefinição do conceito de Buffer

É importante referirmos que na ToC e particularmente no DBR (em MTO), os Buffers não são constituídos por coisas (ou items ou partes)!

Os Buffers são períodos de TEMPO, ou seja são instrumentos de Planeamento e por isso na nossa planificação exactamente para que possamos responder às questões da variação e da incerteza.

Na ‘estimativa liberal’ dum Buffer são considerados dois aspetos, o do lead time que leva uma operação a que adicionamos um tempo extra estimado para acomodarmos a variação e incerteza.

Desta forma a ToC lida com a variação dum maneira muito mais prática e eficaz, em vez de procurar eliminar a variação (como é objetivo por exemplo na filosofia Seis Sigma e também em parte no Lean) a ToC vive com ela e procura geri-la através do uso dos Buffers de forma estratégica.

Tamanho dos Buffers

Uma decisão base a tomar é a dimensão dos Buffers, o que significa que para que a protecção fosse total seriam infinitos, ou quase nulos para o mínimo de protecção. Existe um trade-off que é necessário.

Regra Básica:

$$\text{Tamanho Buffer} = \frac{1}{2} \text{ Lead Time}$$

Retomando o esquema do exemplo anterior da Bатуque Lda teremos

Gestão de Buffers (Buffer Management) | Tamanho dos Buffers

Exemplo : Retomando o caso da Bатуque (ver atrás)

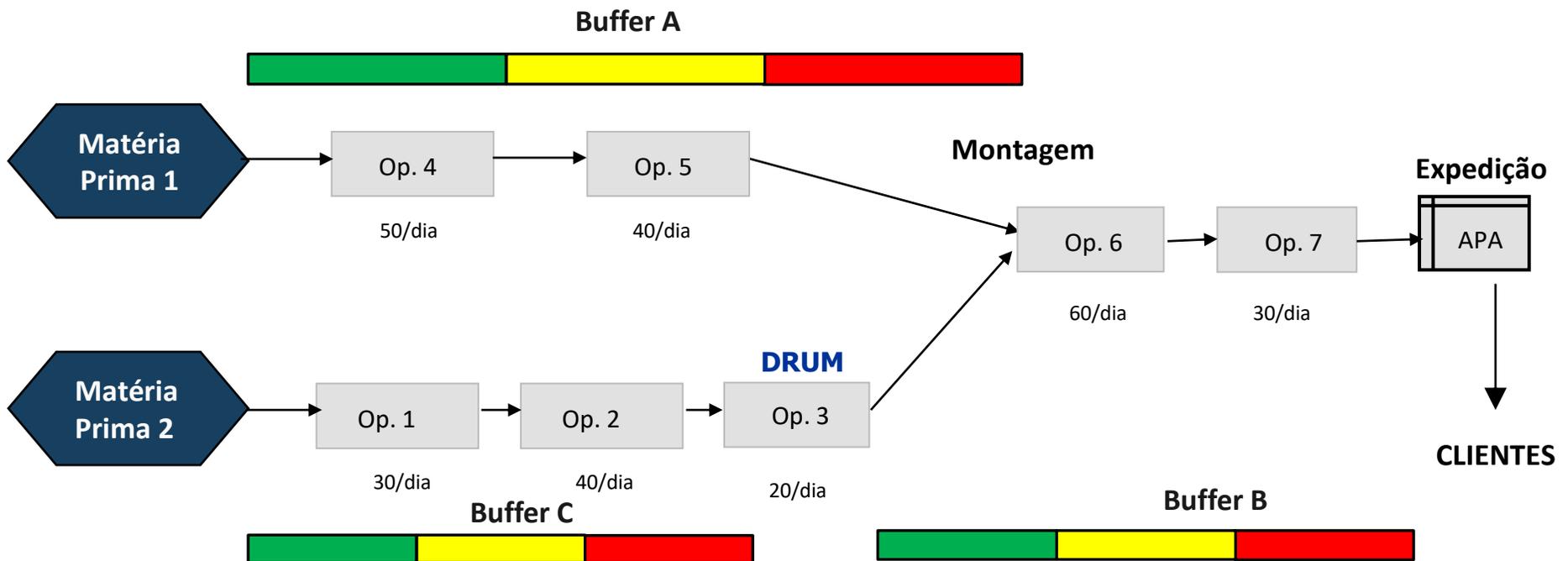
Identificação dos 3 elementos do DBR:

Drum – Tambor (com respetiva programação/schedule e programação Entrada Mat. Expedição e Expedição)

Buffer – Pulmão (a determinar tempos) do Drum, da Montagem e da Expedição

Rope – Corda (do Drum, Montagem e Expedição)

Questão ? Como se designam os Buffers A, B e C ?



Vamos agora incluir o dimensionamento dos Buffers...

Gestão de Buffers (Buffer Management) | Tamanho dos Buffers

Exemplo : Retomando o caso da Bатуque (ver atrás)

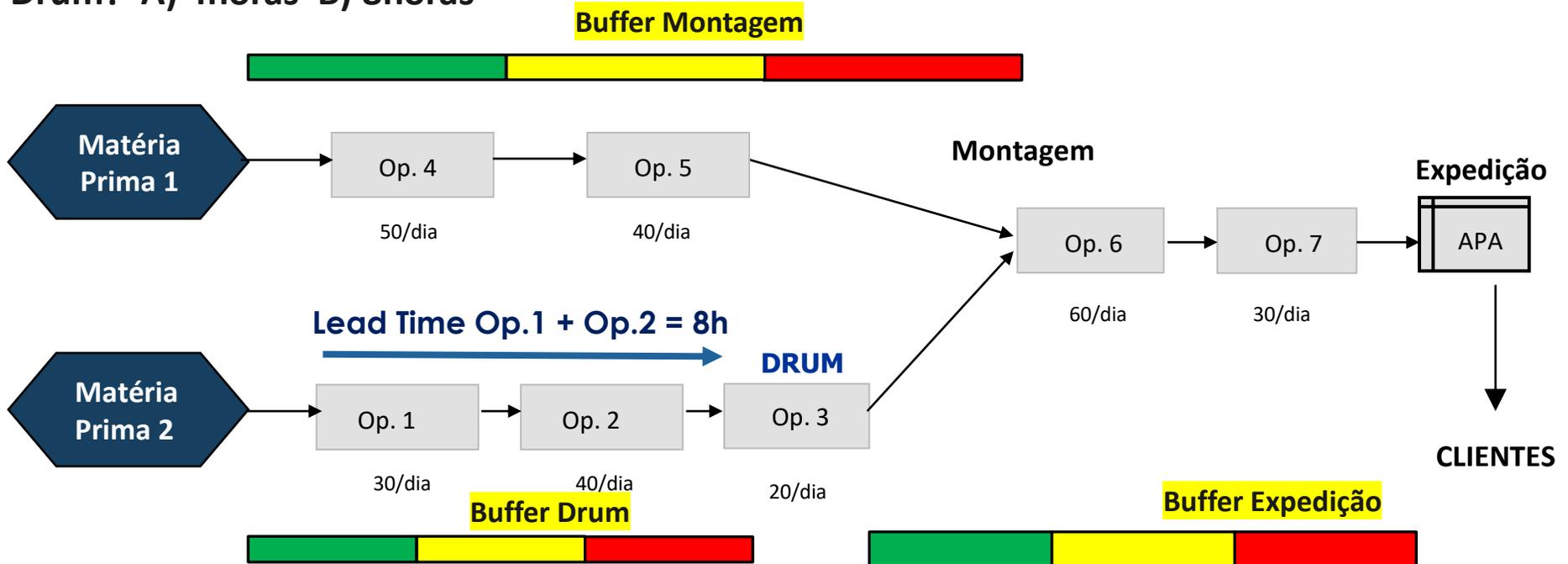
Identificação dos 3 elementos do DBR:

Drum – Tambor (com respetiva programação/schedule e programação Entrada Mat. Expedição e Expedição)

Buffer – Pulmão (a determinar tempos) do Drum, da Montagem e da Expedição

Rope – Corda (do Drum, Montagem e Expedição)

Questão ? Se o Lead Time do Processo nas Op. 1 + 2 fôr de 8h qual a dimensão do Buffer do Drum? A) 4horas B) 8horas



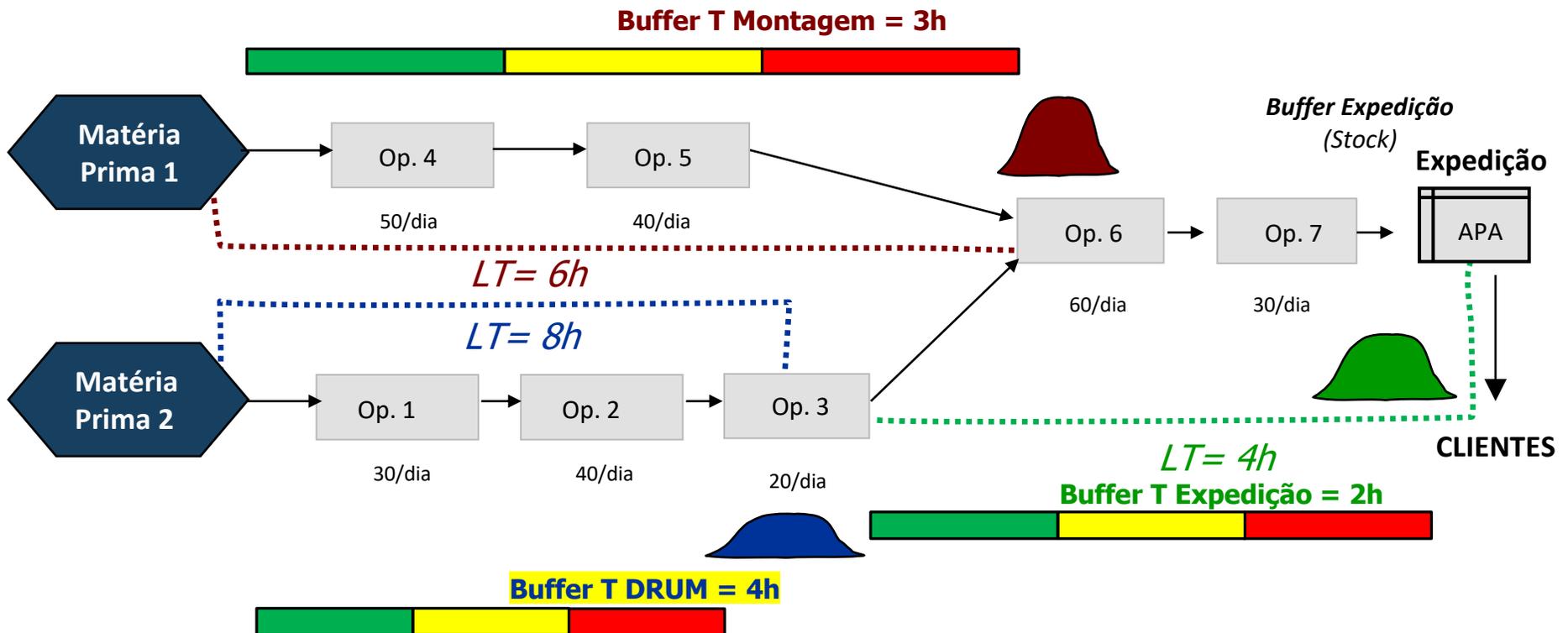
Vamos agora incluir o dimensionamento dos Buffers...

Gestão de Buffers (Buffer Management) | Tamanho dos Buffers

Diagrama completo, com os 3 elementos DBR, (Drum, Buffers, Ropes).

Analisando o significado dos Buffers, e tomando como exemplo o Buffer do Drum, se o Lead time do processo são 8h até terminarmos as Op. 1 e 2 e chegarmos ao Buffer então significa que para termos um Buffer de 4h

Os materiais têm de ser libertos às (Lt+4h) ou seja 12 horas antes.



Gestão de Buffers (Buffer Management) | Tamanho dos Buffers

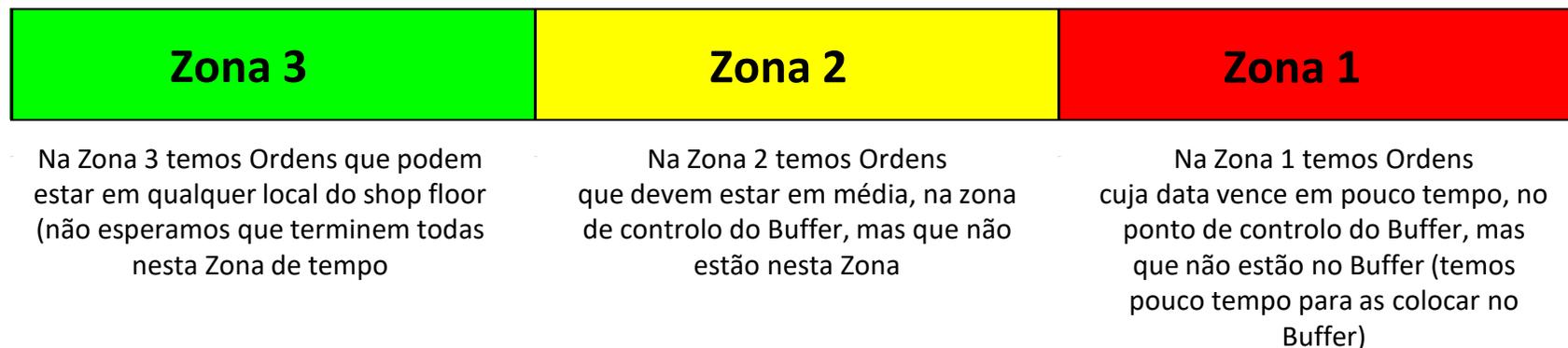
Os Buffers para além da protecção contra situações inesperadas (Murphy) podem servir para determinar as causas dessas situações

Se usarmos a informação que os Buffers proporcionam no processo de Buffer Management poderemos focalizar as acções de melhoria para obtermos um retorno máximo

A Gestão de Buffers (Buffer Management) define três zonas de atuação:

- Zona Verde (zona de conforto – não actuar)
- Zona Amarela (Zona Interm. – planear actuar)
- Zona Encarnada (Zona de Perigo – urgente actuar)

Gestão de Buffers (Buffer Management) | **Buracos no Buffers**



“Buracos” no Buffer:

Dizemos que há um buraco no Buffer quando uma ordem não está no local protegido (por um Buffer) ou seja no CCR, Montagem ou Expedição, no tempo definido para estar nesse ponto. Pode haver buracos em qualquer das zonas 1 a 3.

Um buraco na Zona 3 – a ordem pode estar em qualquer local, não é preocupação,

Um buraco na Zona 2 – resulta da variação normal de processo e é causa para atenção não ação,

Um buraco na Zona 1 – resulta no despoletar duma ação corretiva, geralmente expedir c/ urgência pois estas ordens podem ser consideradas quase como atrasadas

Cada zona tem 33% e a existência do buraco pode ser medida em termos de consumo do buffer. Se uma ordem p.ex. tem um consumo do buffer de 20% quer dizer que o status do buffer é 80

Gestão de Buffers (Buffer Management) | Exemplo aplicação BM

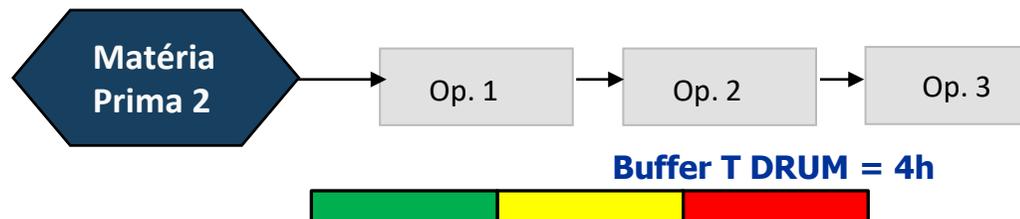
Exemplo aplicação – Empresa Batuque

Ramal inferior do Diagrama : MP + Op.1 + Op.2 + Op.3 (Drum)

Questão ? A Ordem OC#30 tem de iniciar às 19horas no Drum na Op.3

Sendo a dimensão do Buffer (Drum) de 4h diga a que horas deve ser libertada a MP2 ?

- A) Se o Buffer tem 4h (é metade do Lead Time) logo o LT são 8h, ou seja MP2 deve ser libertada para chegar 4h antes da produção ou seja 12h (8+4) antes de iniciar a Op.3 (Drum). Ou seja é libertada às 7h da manhã.
- B) Se o Buffer tem 4h (é o dobro do Lead Time) logo o LT são 2h, ou seja MP2 deve ser libertada 6h (2+4) antes de iniciar a Op.3 (Drum). Ou seja é libertada às 13h da tarde.



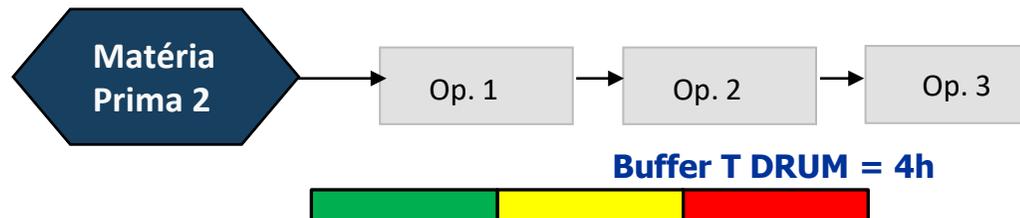
Gestão de Buffers (Buffer Management) | Exemplo aplicação BM

Questão ? A Ordem OC#30 tem de iniciar às 19horas no Drum na Op.3

Sendo a dimensão do Buffer (Drum) de 4h diga a que horas deve ser libertada a MP2 ?

RESPOSTA: é a A) pois o Buffer é metade do Lead Time. Logo a MP2 tem de se libertada considerando que demora 8h no processo (Lead Time) + 4h de folga (Buffer Drum) antes de iniciar a Op.3. Então sairá às 19h – 12 = 7h

- A) Se o Buffer tem 4h (é metade do Lead Time) logo o LT são 8h, ou seja MP2 deve ser libertada para chegar 4h antes da produção ou seja 12h (8+4) antes de iniciar a Op.3 (Drum). Ou seja é libertada às 7h da manhã.
- B) Se o Buffer tem 4h (é o dobro do Lead Time) logo o LT são 2h, ou seja MP2 deve ser libertada 6h (2+4) antes de iniciar a Op.3 (Drum). Ou seja é libertada às 13h da tarde.



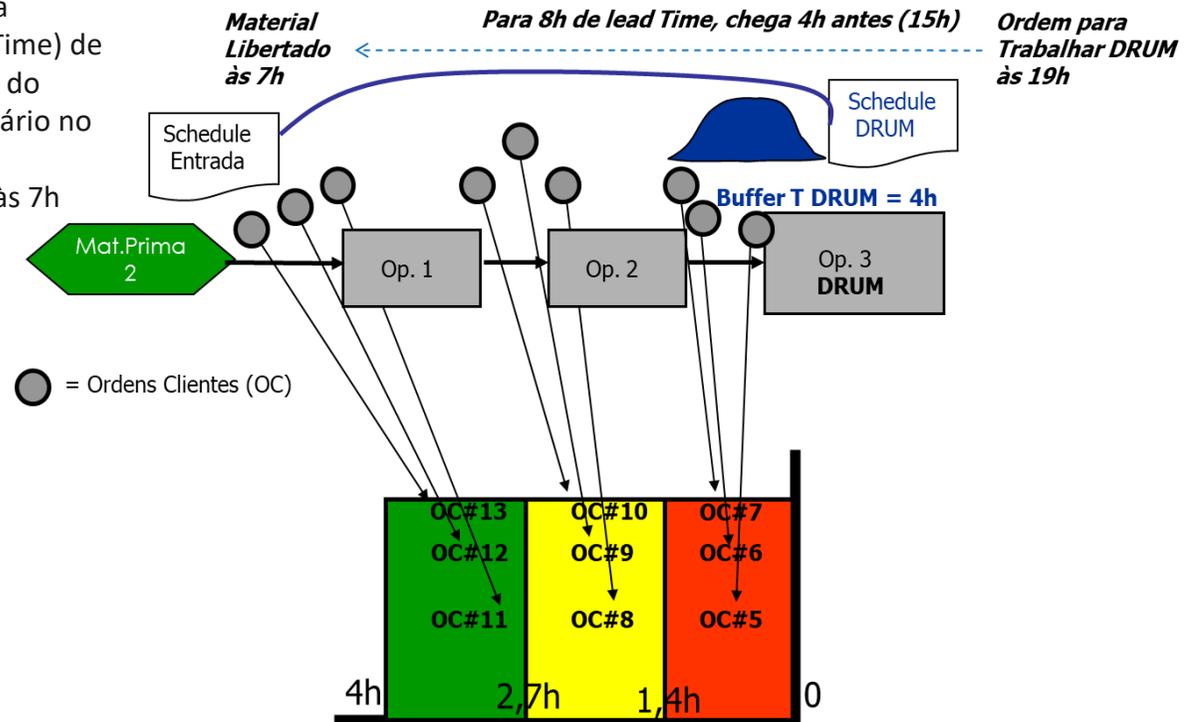
Gestão de Buffers (Buffer Management) | Exemplo aplicação BM

Exemplo aplicação – Empresa Batuque

Ramal inferior do Diagrama : MP + Op.1 + Op.2 + Op.3 (Drum)

Para cada ordem a Mat.Prima 2 será liberta considerando o tempo do processo (Lead Time) de 8h (o dobro do Buffer) acrescido do tempo do Buffer (4h) ou seja 12h antes de ser necessário no Drum (Op.3).

Se a ordem é às 19h A MP2 será libertada às 7h

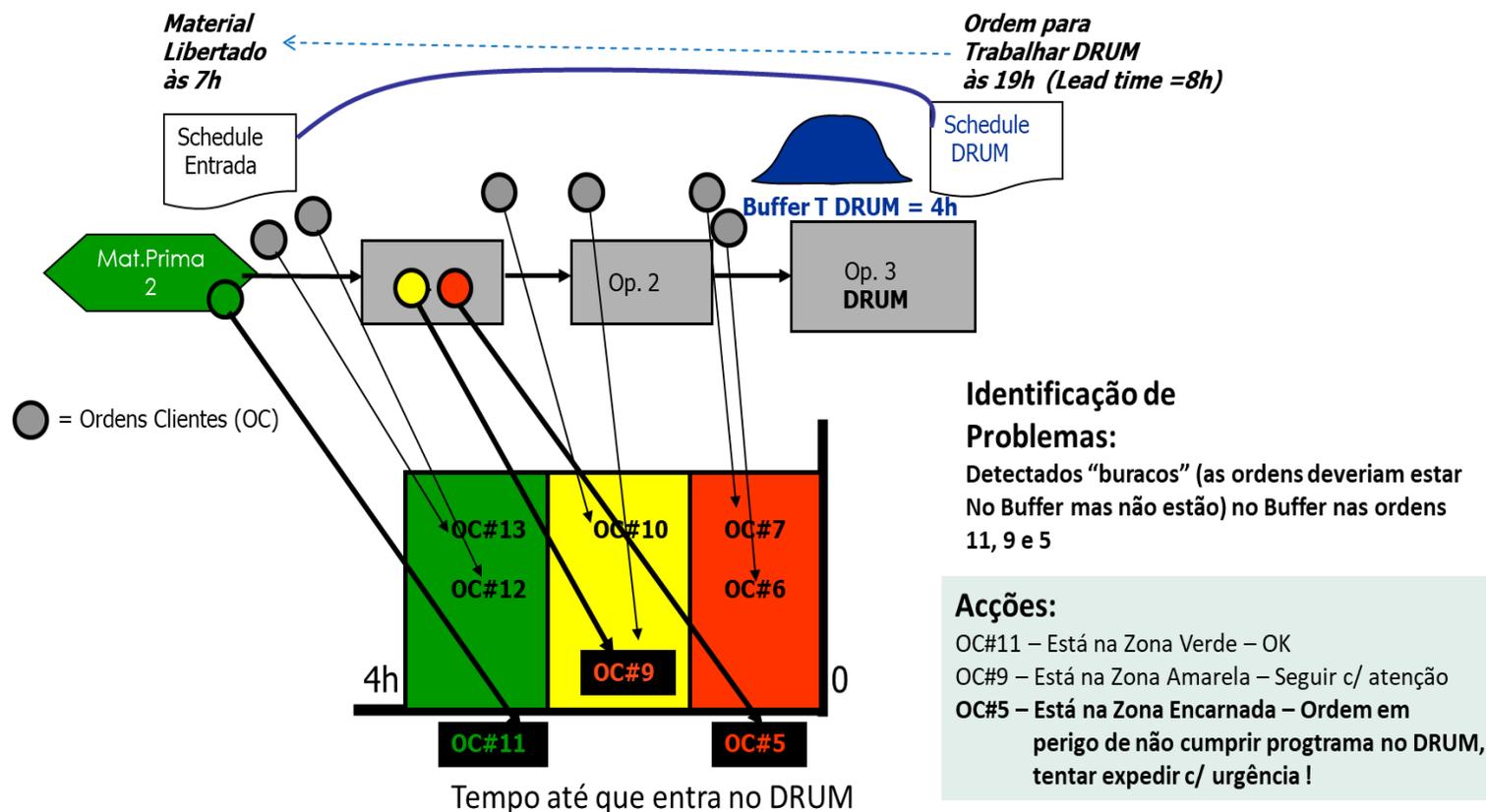


Tempo até que ordens entram no DRUM

Gestão de Buffers (Buffer Management) | Exemplo aplicação BM

Exemplo aplicação – Empresa Batuque

Ramal inferior do Diagrama (que inclui o DRUM)





“A Meta em 30 páginas”

2014, Joel-Henry Grossard e Luis Cristovao

Obra resumida do livro de Goldratt,

<https://leanpub.com/ametaem30paginas>

"Teoria das Restrições - Kit Faça Você Mesmo para Pequenas e Médias Empresas para Produção (Operações) "

2013, Rajeev Athavale e Luis Cristovao

Para aplicação em empresas de Operações (ver matriz MMP, Tópico #5) (eBook em português)

<https://leanpub.com/portugueseManufacturing>



Agenda

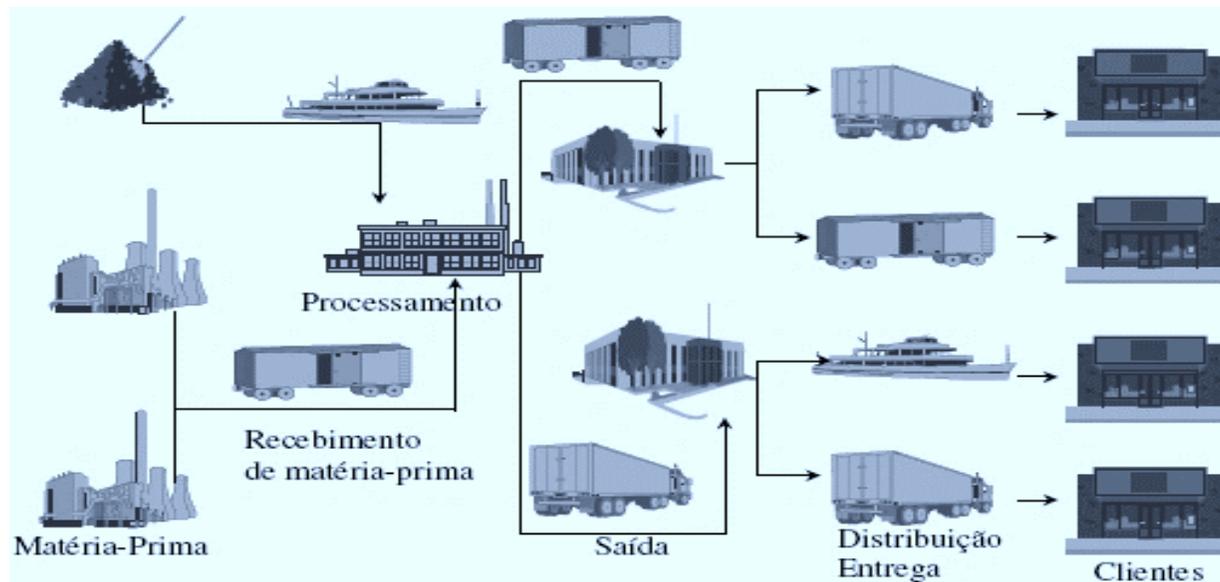
- 1 ToC na Gestão de Operações

- 2 Toc na Distribuição/Logística**

- 3 ToC na Gestão de Projectos

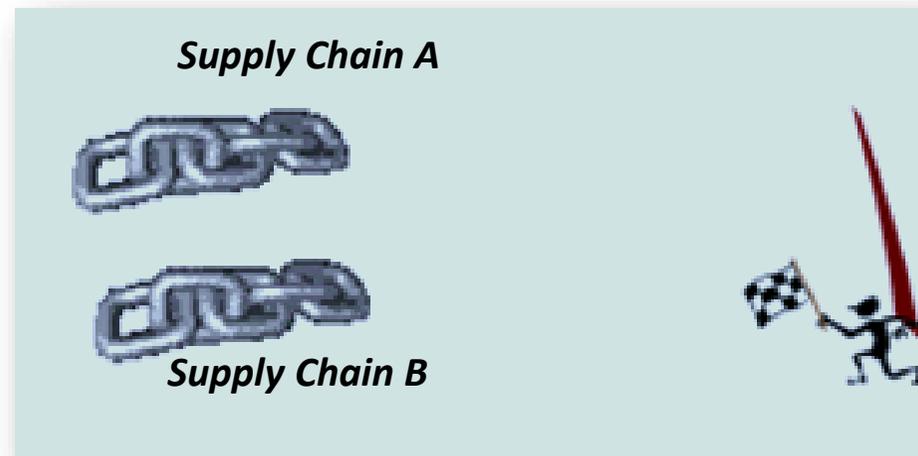
O que é uma Cadeia de Distribuição (Supply Chain) ?

Uma Cadeia de Distribuição ou Supply Chain (SC) corresponde a um conjunto de entidades numa rede logística relacionadas direta ou indiretamente com a execução dum pedido dum cliente. A SC inclui não apenas o fornecedor, o fabricante (produtor), mas também as empresas transportadoras, os armazenistas (grossistas), os retalhistas e os consumidores finais (consumidor ou cliente).



ToC na Distribuição/Logística | **Cadeia de Distribuição (Supply Chain)**

A importância das SC nos dias de hoje é tal que já não se fala em competição entre empresas, mas sim entre Supply Chains, onde as empresas estão integradas.



Mas quais as principais características duma Supply Chain ?

Quais as características duma Supply Chain ?

- Pontos de consumo afastados dos locais de produção,
- O tempo de tolerância do cliente é mais pequeno do que o tempo necessário ao fornecimento do produto no ponto de consume,
- Sendo o tempo tolerância do cliente mais pequeno do que o tempo de fornecimento, torna-se necessário o uso de stocks (inventário) junto aos locais de consumo para não desperdiçarmos uma oportunidade de negócio,
- O Inventário é expresso em termos financeiros (ex. 1 milhão €) ou em termos de tempo (ex. 3 meses de stock, representa stock para cobrir 3 meses de vendas).



Qual a estrutura típica duma duma Supply Chain ?

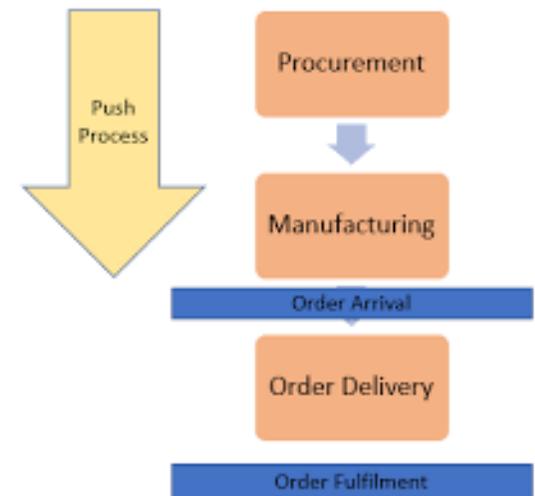
- Fábricas produtoras, que têm um conjunto de fornecedores a montante,
- Um ou mais Centros de Distribuição Regionais (CDR). Os CDRs são fornecidos numa base periódica a partir das fábricas produtoras,
- Existência de grossistas que vendem a retalhistas que por sua vez vendem a várias lojas que vendem os nossos produtos. As lojas compram aos CDRs ou aos intermediários (retalhistas) e vendem ao consumidor final ou cliente. Geralmente as ordens seguem quantidades mínimas e têm uma margem para se poderem manter no negócio,
- No entanto uma variedade de modelos de SC é possível, e nem todas têm estes intermediários, por vezes há apenas produtores e lojas duma forma direta, enquanto que outras vezes há estruturas muito complexas de distribuição e das respectivas SCs.

Práticas de push na SC

As práticas de empurrar quantidades elevadas de produtos (push) são o resultado dos produtores produzirem em lotes grandes (para melhorarem as suas eficiências e baixarem custos). A consequência é forçarem as lojas a encomendarem menos vezes e em maiores volumes, para baixarem também o custo de transporte e conseguirem descontos de quantidades (rappel).

Isto implica que funcionar em lotes maiores as encomendas têm de ser mais atempadas muitos meses antes das vendas reais, o que implica a definição de previsões que a uma distância temporal maior têm maiores erros.

A tendência de empurrar stock entre cada elo duma SC em vez de fazer subir as vendas como seria de prever tem o efeito oposto pois cria excesso de alguns produtos (geralmente os menos rotativos) enquanto que origina falhas nos itens mais rotativos levando a maiores perdas de vendas.



Escassez de produtos, perda de vendas.

Normalmente as estimativas mais conservadoras apontam para um nível de falhas ou escassez de produtos abaixo dos 5%. Mas na realidade o número correcto andar na casa dos 20 a 30%. Ora sabendo que são os items mais rotativos os que faltam mais, a perda de vendas pode aproximar-se dos 50% !

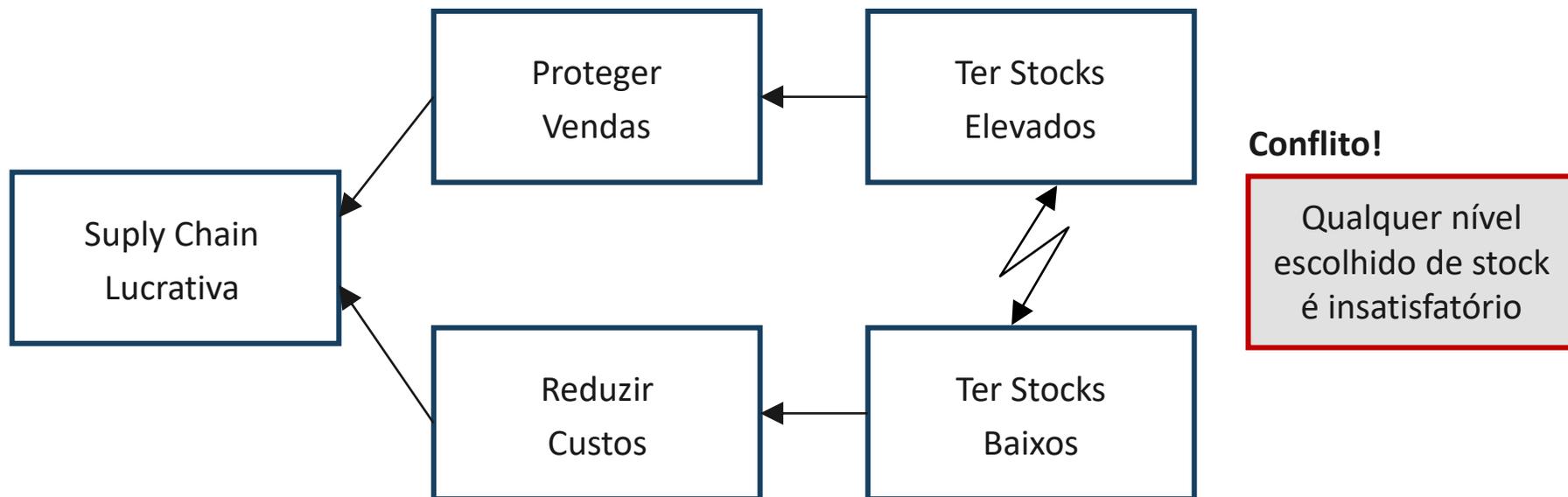
Os principais UDE's que encontramos numa SC podem ser resumidos como:

- Escassez de produtos de maior rotação,
- Stock altos de produtos pouco rotativos,
- Nível de stock elevado em todo o lado,
- Muito cash, preso nos stocks elevados,
- Clientes pouco satisfeitos com a disponibilidade dos produtos
- Muitas urgência nas ordens,
- Muitos custos com produtos obsoletos,
- Muitos produtos pouco rotativos, vendidos a preços reduzidos ou eliminados,
- Muito desperdício com datas de validade ultrapassadas e obsolescência,
- Muitos produtos vendidos a baixo custo quando novos modelos surgem.

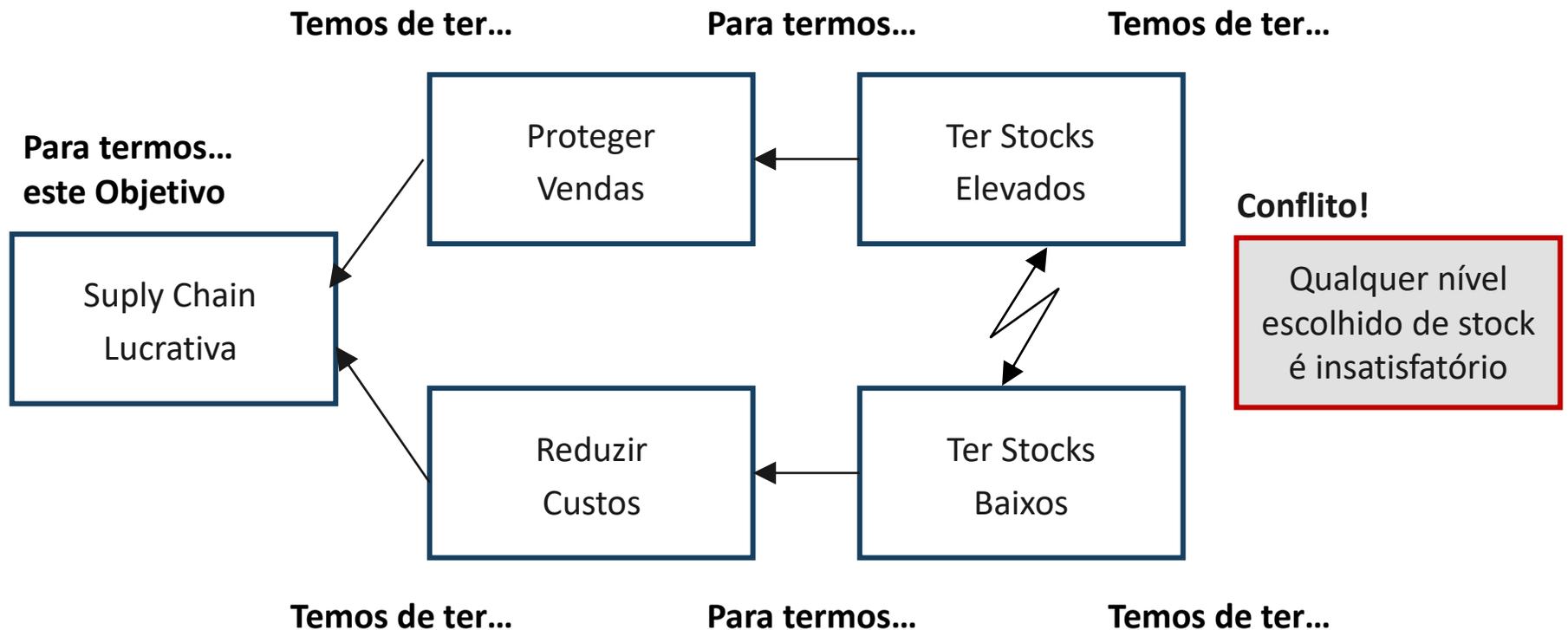


Supply Chains – Conflito Básico

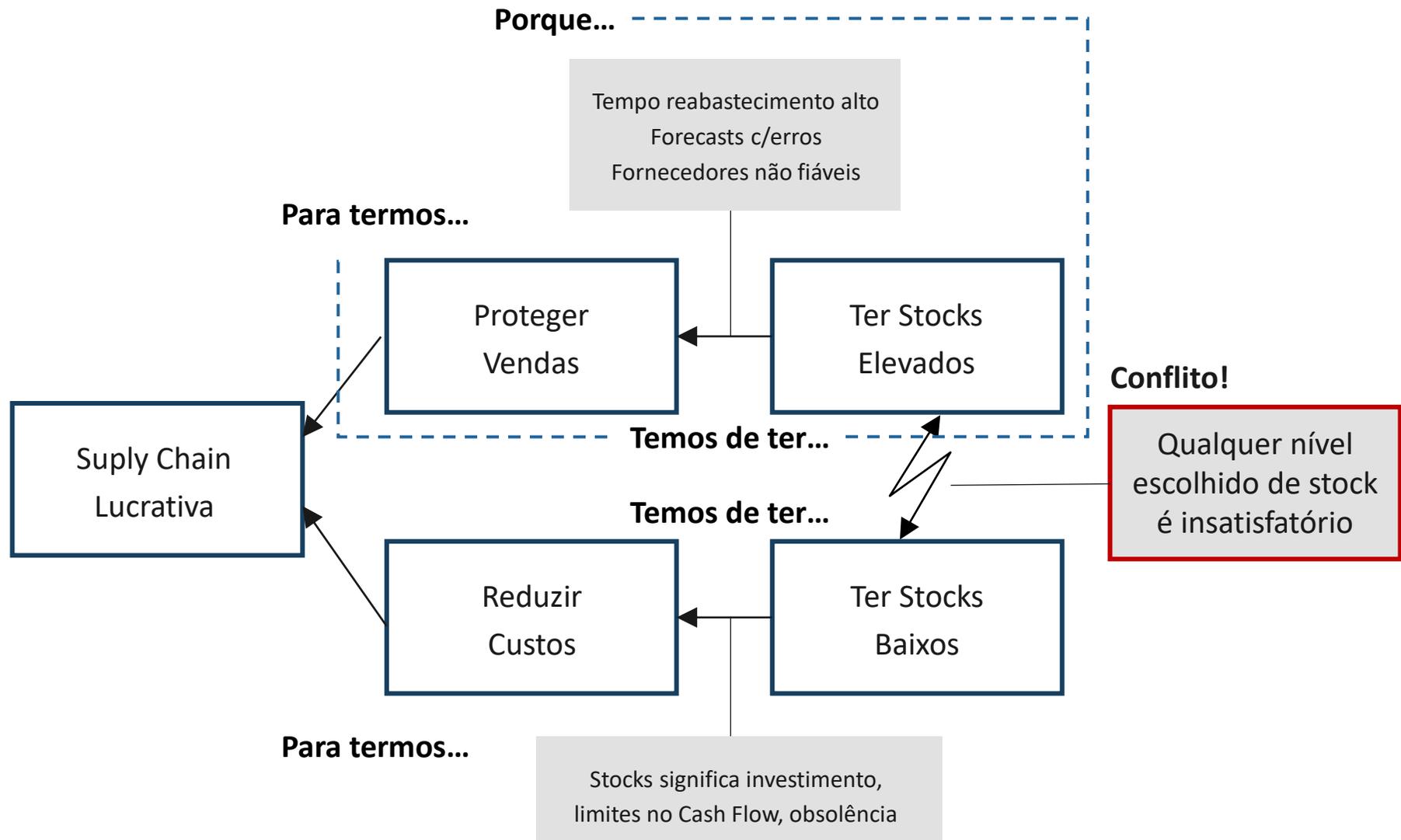
(Diagrama Resolução Conflitos ou Evaporating Cloud)



Supply Chains | Conflito Básico (Diagrama Resolução Conflitos)



Supply Chains | Conflito Básico (Diagrama Resolução Conflitos)



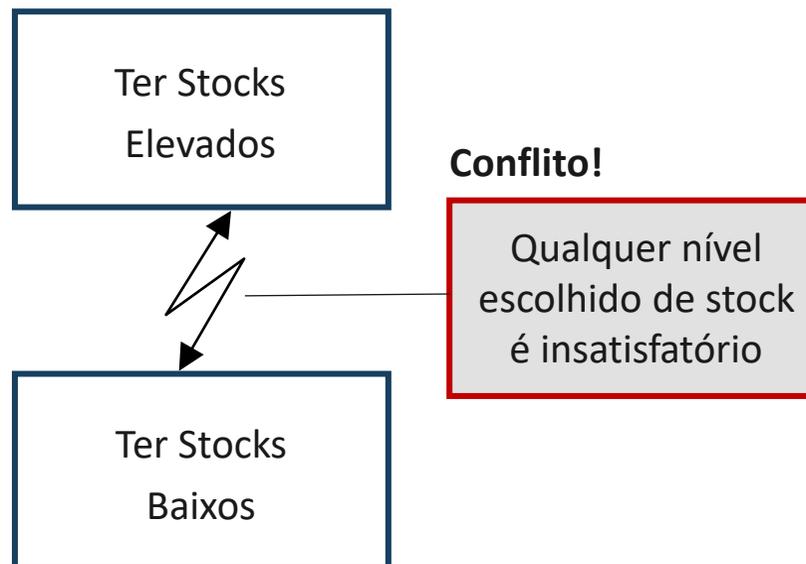
Supply Chains | **Conflito Básico (Diagrama Resolução Conflitos)**

A solução tradicional passa por um compromisso, onde se escolhe um período de tempo (ex. 1 mês), determina-se o target em stock de cada produto, independentemente do tempo de reabastecimento (replenishment).

O periodo pode depois ser ajustado de acordo com o Investimento em stock

Esta solução ignora o factor mais importante:

O tempo de reabastecimento



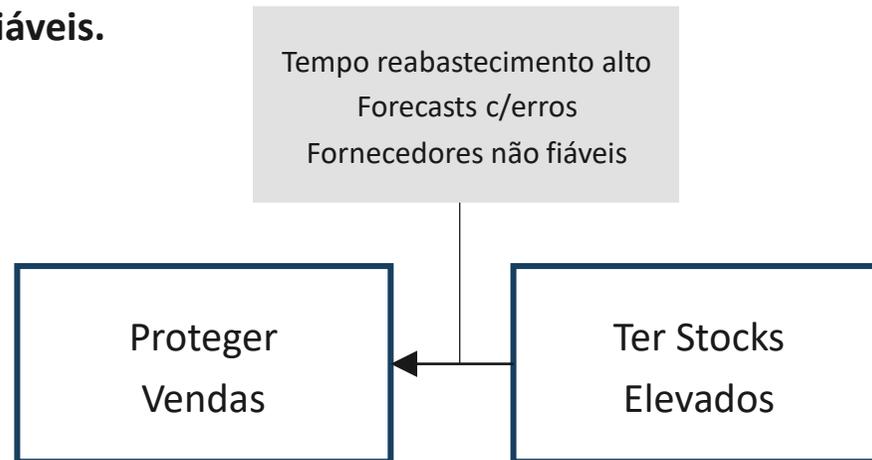
Supply Chains | Conflito Básico (Diagrama Resolução Conflitos)

Supply Chains – Conflito Básico - Pressupostos

Para resolver o conflito vamos tentar invalidar os pressupostos que estão “por baixo” da seta dum das ligações, sendo escolhida esta.

Ou seja para termos a entidade “Proteger Vendas” temos de “Ter Stocks Elevados” (em todo o lado), porque :

- O tempo de reabastecimento é elevado,
- Os forecasts têm erros e,
- Os fornecedores não são fiáveis.



Supply Chains – Acções a Implementar

Para resolver o conflito vamos tentar invalidar os pressupostos que estão “por baixo” da seta duma das ligações, sendo escolhida esta,

Reabastecimento – é o tempo que leva entre uma unidade consumida e a sua reposição a partir do link anterior no canal de distribuição

O período de reabastecimento é tão importante como o nível de consumo pois à medida que aumenta, o ponto de consumo tem de ter maior nível de stocks.

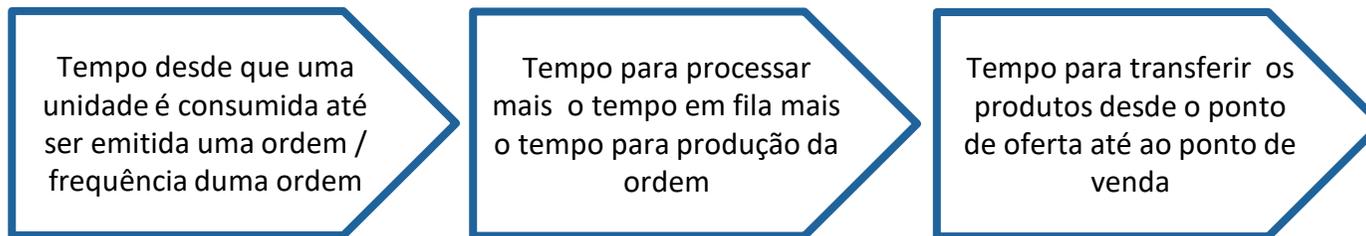
O tempo de reabastecimento é composto por ;

Lead time da
Ordem/Enc^a

Lead time
de Produção

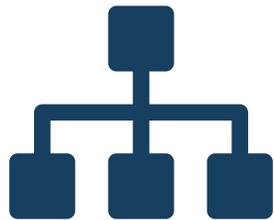
Lead time
de Transporte

Supply Chains | Conflito Básico (Diagrama Resolução Conflitos)



Para ter um nível de serviço excelente devemos ter um nível de stock,

Stock = Consumo máximo previsto dentro do tempo de reabastecimento, multiplicado por um factor de segurança do tempo reabastecimento



Exercício - Speedy

Exemplo – Speedy Lda

A Speedy Lda tem efetua as suas ordens a cada 3 semanas. É alimentada por uma unidade produção que junta ordens de vários clientes e tem um Lead time médio de 30 dias, e demora 1 semana a entregar. Ou seja;

- LTO = 3 semanas

- LTP = 30 dias,

- LTT = 1 semana

Questão ? Qual o Tempo de Reabastecimento da Speedy ?

Exemplo – Speedy Lda

A Speedy Lda tem efetua as suas ordens a cada 3 semanas. É alimentada por uma unidade produção que junta ordens de vários clientes e tem um Lead time médio de 30 dias, e demora 1 semana a entregar. Ou seja;

- LTO = 3 semanas

- LTP = 30 dias,

- LTT = 1 semana

Questão ? Qual o Tempo de Reabastecimento da Speedy ? **RESPOSTA**

Tempo Reabastecimento = LT Ordem + LT Produção + LT Transporte

Isto soma 2 meses, ou seja após efetuar uma ordem a Speedy recebe-a 2 meses depois.

Exemplo – Speedy Lda

A Speedy Lda tem efetua as suas ordens a cada 3 semanas. É alimentada por uma unidade produção que junta ordens de vários clientes e tem um Lead time médio de 30 dias, e demora 1 semana a entregar. Ou seja;

- LTO = 3 semanas

- LTP = 30 dias,

- LTT = 1 semana

Isto soma 2 meses, ou seja após efetuar uma ordem a Speedy recebe-a 2 meses depois.

Como as ordens da fábrica podem variar existe o problema dos transportes (só enviam camiões cheios, o que implica grupagens entre vários clientes), a Speedy considera um factor de incerteza de 50% . A procura quinzenal tem vários picos de vendas de 100 un. Tendo um valor méd. de 65 un.

Questão ? Qual o nível de stock (alvo) a considerar-se ?

Stock (alvo) = consumo máximo previsto dentro do prazo de reabastecimento, multiplicado pelo factor de segurança do tempo de reabastecimento

Tempo reabastecimento = 60 dias

Procura = $100 \times 4 = 400$ “4 = $60/15$ ”

Factor segurança = ?



Logo Stock Alvo = $100 \times 4 \times$

Exemplo – Speedy Lda

A Speedy Lda tem efetua as suas ordens a cada 3 semanas. É alimentada por uma unidade produção que junta ordens de vários clientes e tem um Lead time médio de 30 dias, e demora 1 semana a entregar. Ou seja;

- LTO = 3 semanas

- LTP = 30 dias,

- LTT = 1 semana

Isto soma 2 meses, ou seja após efetuar uma ordem a Speedy recebe-a 2 meses depois.

Como as ordens da fábrica podem variar existe o problema dos transportes (só enviam camiões cheios, o que implica grupagens entre vários clientes), a Speedy considera um factor de incerteza de 50% . A procura quinzenal tem vários picos de vendas de 100 un. Tendo um valor méd. de 65 un.

Questão ? Qual o nível de stock (alvo) a considerar-se ? RESPOSTA

Stock (alvo) = consumo máximo previsto dentro do prazo de reabastecimento, multiplicado pelo factor de segurança do tempo de reabastecimento

Tempo reabastecimento = 60 dias

Procura = $100 \times 4 = 400$

Factor segurança = **1,5 (50%)**



Logo Stock Alvo = $100 \times 4 \times 1,5 = 600 \text{ un.}$

Supply Chains – Acções a Implementar...

Reabastecimento - o período de reabastecimento deve ser curto (ou seja a frequência elevada) o que permite melhorar o forecast diminuindo o seu erro,

Qual então o mecanismo que vai guiar a distribuição?

Este vai procurar responder ao objectivo duma SC lucrativa, ou seja:

Stock correcto - na altura correcta - no local correcto.



Supply Chains | **Acções a Implementar**

Para protegermos as vendas o stock deverá ser então estimado por (nem em excesso nem em falta):

**Stock = Consumo máximo previsto dentro do tempo de reabastecimento,
multiplicado por um factor de segurança do tempo reabastecimento**

Forecast – Como melhorarmos ?

Verifica-se que normalmente o stock é colocado junto aos pontos de consumo, junto aos clientes.

Isto é CORRETO ? O Que acham de colocar o stock junto aos Clientes ?

Afinal temos de servir o cliente bem e logo temos de colocar aí o stock...

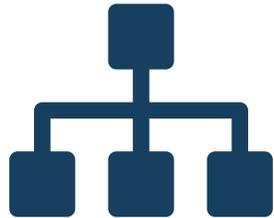


... NÃO, está ERRADO !

Demonstra-se na prática que **o ponto da SC onde o Forecast é mais correcto é o ponto mais a montante ou seja junto à Produção**, devido ao efeito de averaging ou alisamento da procura – isto significa que neste ponto o desvio padrão ou a variabilidade da procura é menor e logo a previsão mais correcta.

Devemos colocar o stock no ponto de fornecimento (supply), ou seja na produção!

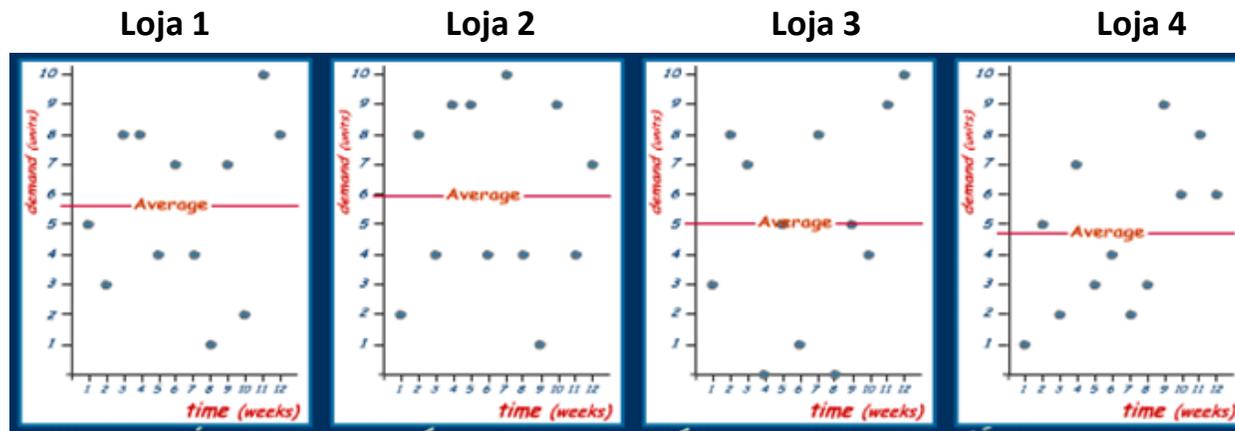




Exercício – A Cadeia de Lojas “A-Lisa”

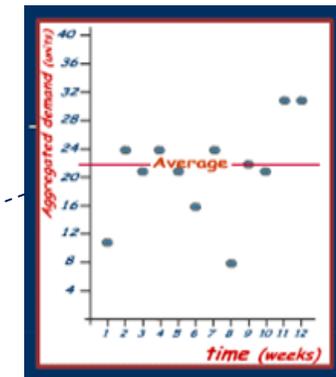
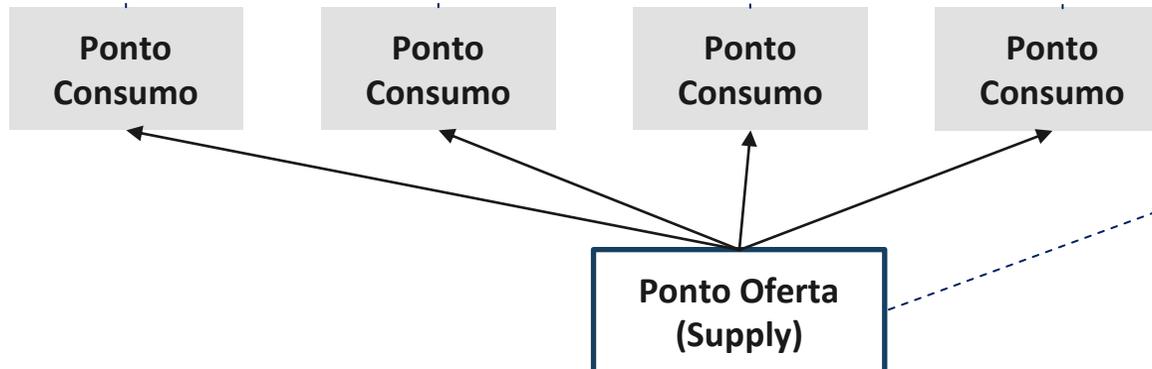
Demonstração do efeito de alisamento da procura – c/ 4 Lojas (A-Lisa)

A Cadeia A-Lisa tem 100 Lojas e quer melhorar as suas previsões

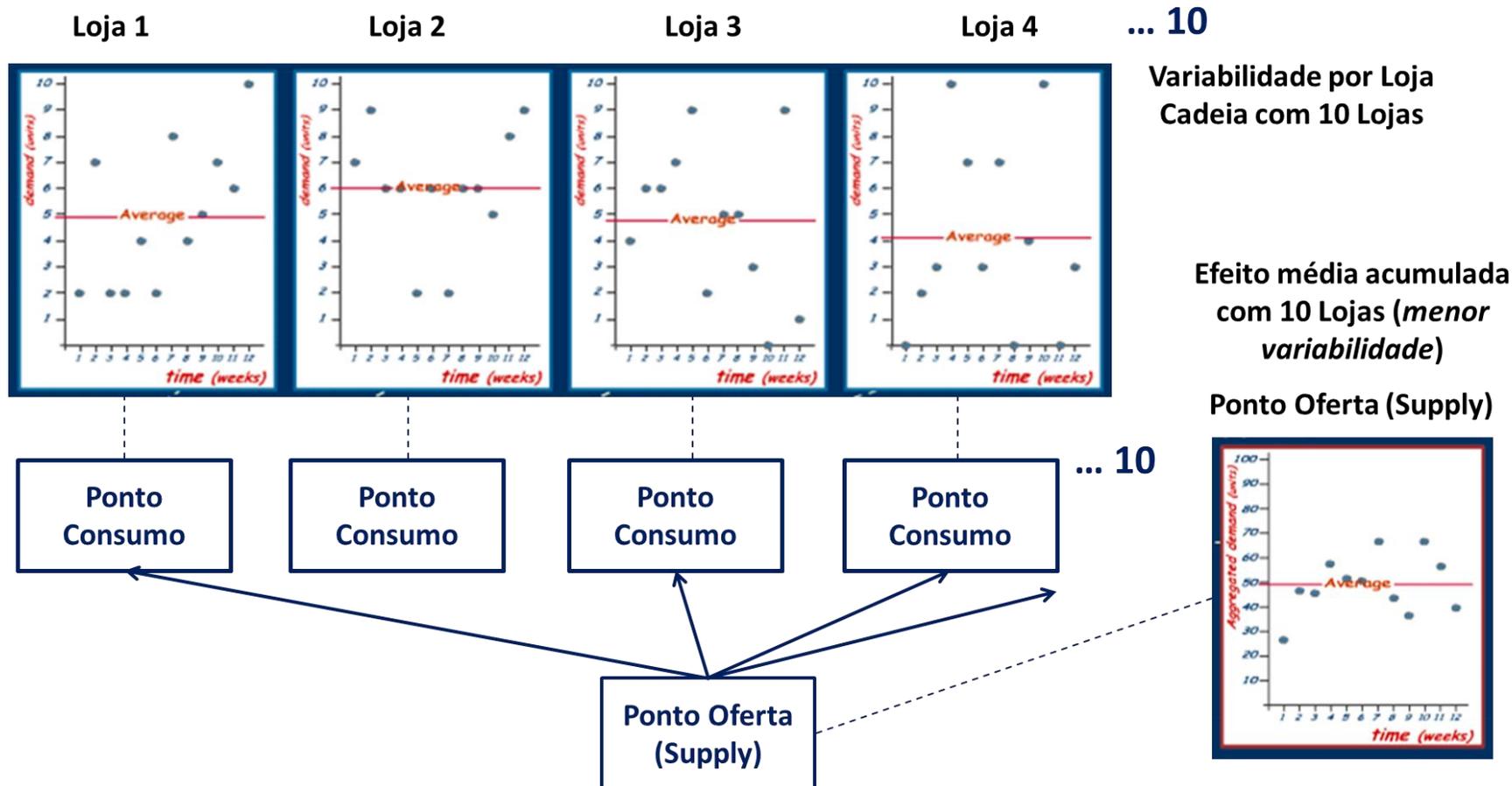


Variabilidade por Loja,
Cadeia A-Lisa 4 Lojas

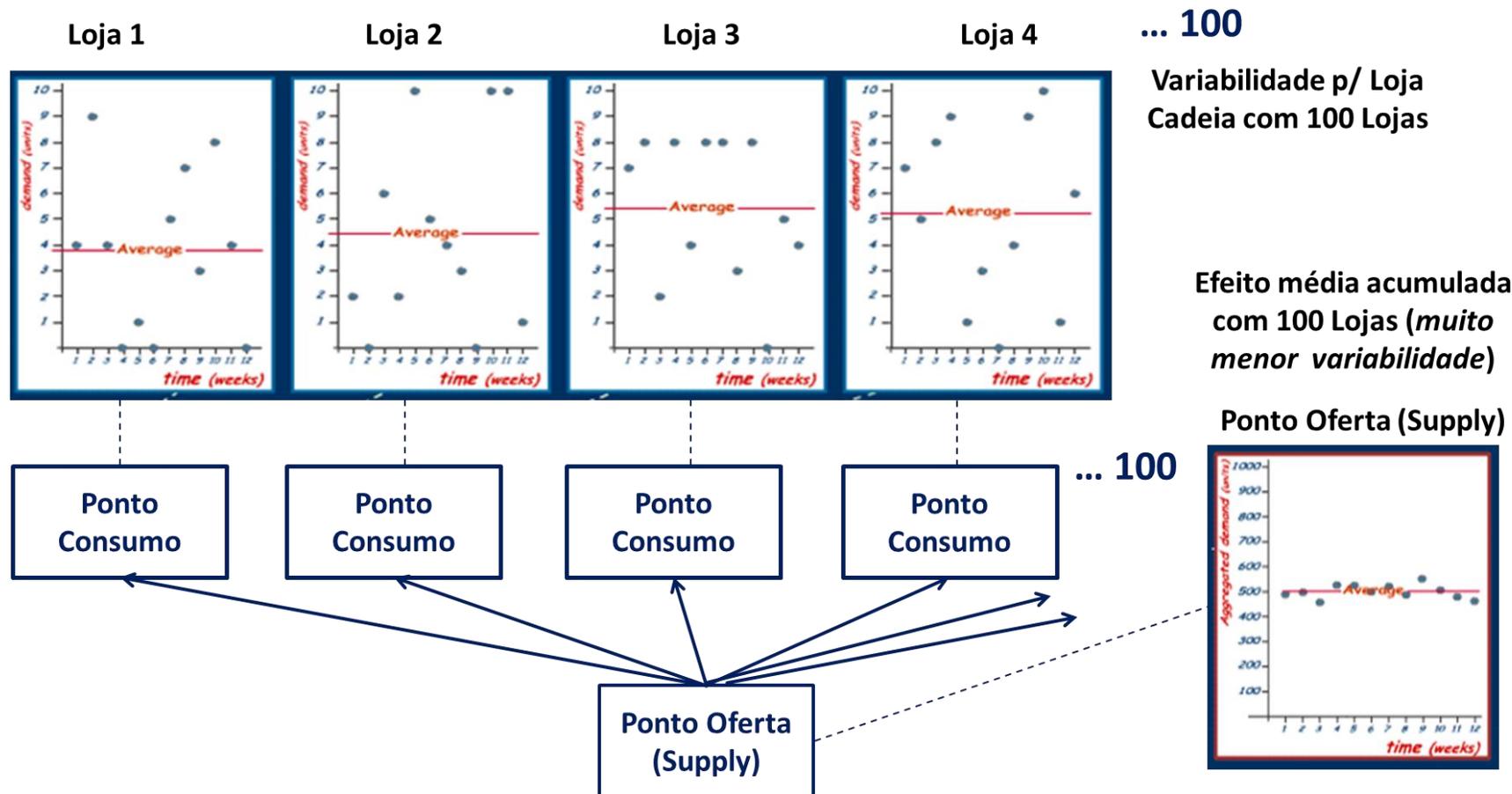
Efeito média acumulada
com 4 Lojas
Ponto Oferta (Supply)



Demonstração do efeito de alisamento da procura – c/ 10 Lojas (A-Lisa)



Demonstração do efeito de alisamento da procura – c/ 100 Lojas (A-Lisa)



... 100

Variabilidade p/ Loja
Cadeia com 100 Lojas

Efeito média acumulada
com 100 Lojas (*muito
menor variabilidade*)

... 100

Demonstração do efeito de alisamento (averaging) da procura na Cadeia de Lojas A-Lisa

Ao aumentarmos o nº de pontos de consumo (Lojas) de 4, para 10, para 100,... verificamos que o efeito na variabilidade ...

Questão ? O que acontece à Variabilidade com o aumento do nº Lojas ?

- A) Aumenta por aumentar o nº de Lojas**
- B) Reduz-se por efeito do alisamento**

Demonstração do efeito de alisamento (averaging) da procura na Cadeia de Lojas A-Lisa

Ao aumentarmos o nº de pontos de consumo (Lojas) de 4, para 10, para 100,... verificamos que o efeito na variabilidade é o inverso ou seja esta reduz-se de 4, para 10, para 100.

Questão ? O que acontece à Variabilidade com o aumento do nº Lojas ? **RESPOSTA**

B) Reduz-se por efeito do alisamento,

À medida que aumenta o nº de pontos a variabilidade reduz-se !

A redução é no ponto da oferta, equivalente à produção e daí que,

O Armazém de Produção devido a este efeito de averaging da procura que acumula e cuja variabilidade se reduz, é o ponto de maior previsibilidade da Supply Chain

Demonstração do efeito de averaging da procura

Uma das conclusões mais interessantes que a análise anterior nos dá, porque vai contra o senso comum é a de que para ter um bom serviço ao cliente eu não tenho de concentrar o stock no local de consumo !

Ou seja,

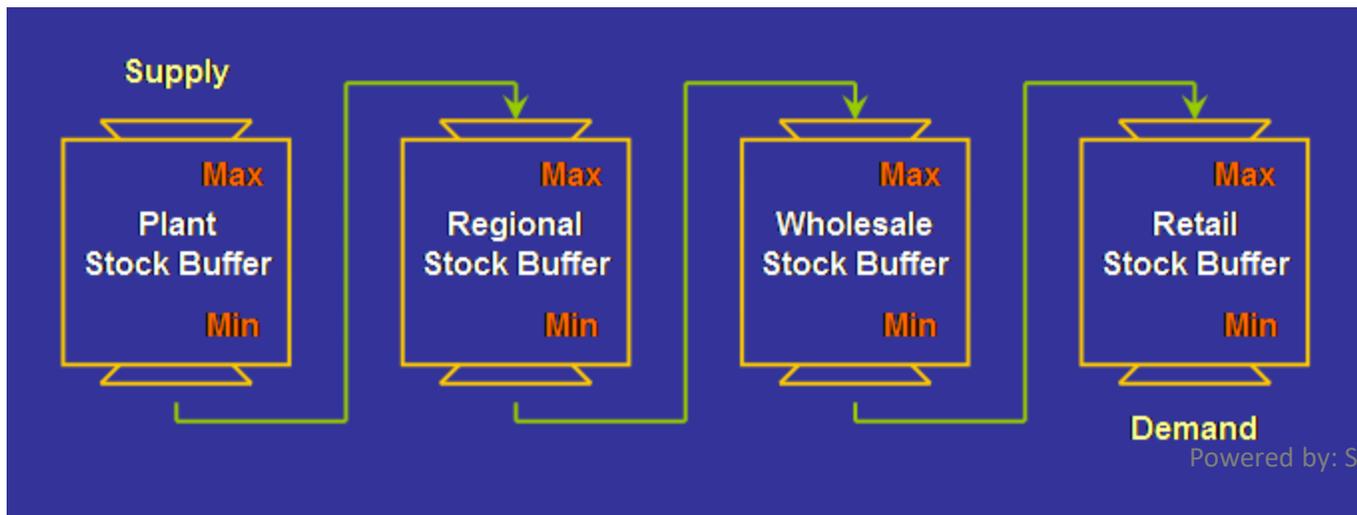
“Para termos um melhor serviço ao cliente temos de afastar o stock desse cliente”



Supply Chains – Solução ToC RR

Passos a dar - Solução ToC Rapid Replenishment

- Estabelecer o Armazém de Produção,
- Em cada local da SC calcular os stock alvo de acordo com a fórmula anterior,
- Implementar um mecanismo Pull com monitorização diária se possível e reabastecimentos frequentes, reportar diariamente, reabastecer com maior frequência (a maior possível),
- Controlar o stock através das **3 Zonas do Buffer Management**,



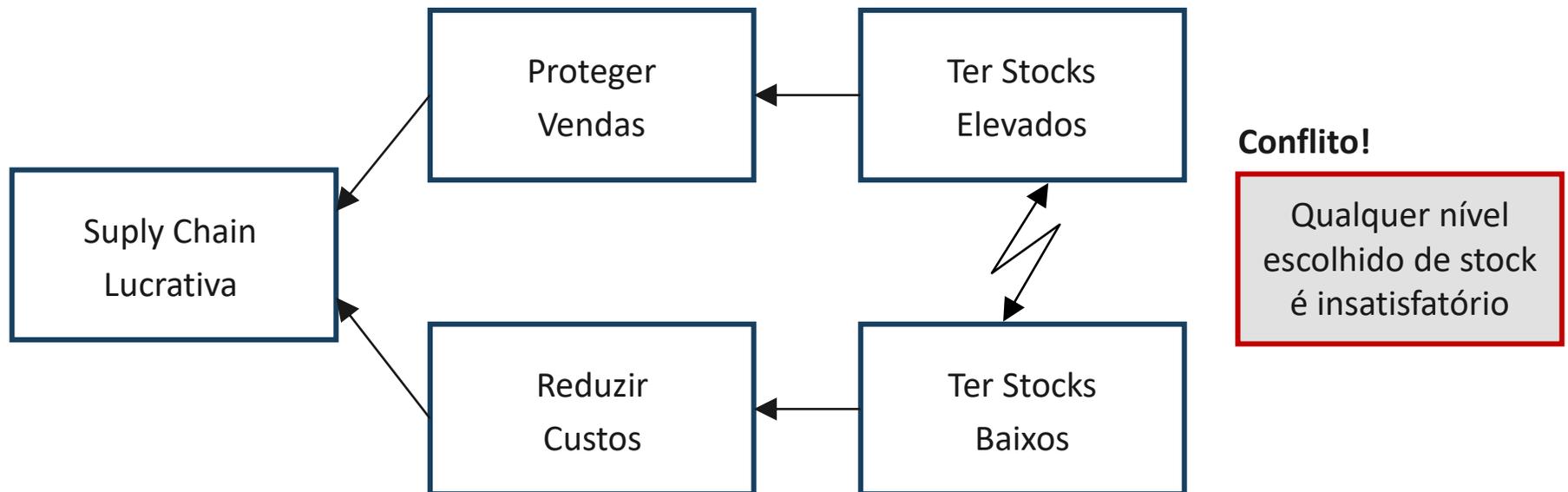
Supply Chains | **Solução ToC RR**

- Redefinir políticas em relação a produzir à ordem (MTO) e produzir para stock (MTS),
- Medir o nível de rupturas ou seja as falhas de produtos (stock outs)
- Utilizar métricas globais para a SC ou seja, e TDD(*) para as encomendas atrasadas (mais importante) e IDD(*) para o stock à espera ;
 - Throughput em € x Nº dias atraso (TDD) → Objetivo = 0
Este valor é calculado pela soma de todas as encomendas atrasadas (também chamado “Dolares (ou Euros ou Kwanzas) Late”)
 - Inventário em € x Nº dias à espera (IDD) → Objetivo = valor baixo
Este valor é calculado somando o valor do stock de encomendas atrasadas (também chamado “Dolares (ou Euros ou Kwanzas) Wait”)

(*) – TDD = Throughput Dolars Day ou “Dolars Late” / IDD = Investment Dolars Day ou “Dolars Wait”

Supply Chains | Solução ToC RR

Vimos atrás que o Conflito básico existente nas Supply Chains se pode representar pela seguinte Nuvem Evaporante (Evaporating Cloud), segundo a ToC,



Supply Chains | **Solução ToC RR**

Vamos tentar invalidar os pressupostos que estão “por baixo” da seta nesta ligação!

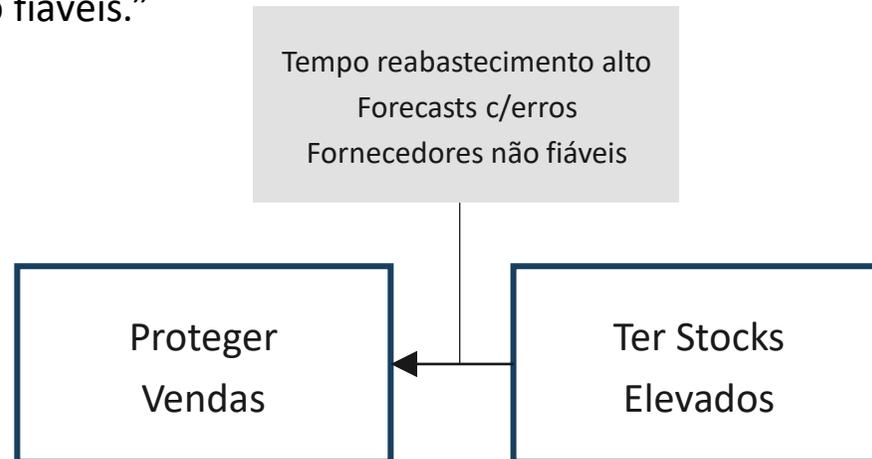
Ou seja para termos a entidade “Proteger Vendas” temos de

“Ter Stocks Elevados” (em todo o lado), porque :

“O tempo de reabastecimento é elevado.

Os forecasts têm erros e...

Os fornecedores não são fiáveis.”



Supply Chains | **Acções a Implementar**

Em termos das acções (ou injeções) para pôr em causa e invalidar os pressupostos anteriores teremos então:

Stock

Consumo máximo previsto dentro do tempo de reabastecimento, Multiplicado por um factor de segurança do tempo reabastecimento

Armazém Produção

Este armazém criado junto à produção é o ponto da SC Com maior previsibilidade em termos de forecast, devendo concentrar o maior Volume de stock da SC.

Reabastecimento

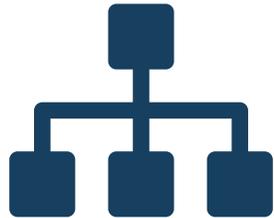
O período de reabastecimento deve ser curto (ou seja a Frequência elevada) o que permite melhorar o forecast diminuindo o seu erro.

Theory of Constraints (TOC) in auto spare parts distribution. (VCG)

chapter 03

An Afterthought on Aftermarket
How can tier 1 auto companies
exploit the opportunity of the
aftermarket?

© 2014 Vector Consulting Group. All Rights Reserved.



Exercício – A Rapid Drinking

Exemplo da solução ToC – Rapid Drinking S.A.

A Rapid Drinking é uma empresa que aluga máquinas de vender bebidas Só vende águas e refrigerantes sem açúcar (soft drinks).

- **Qual o período de reabastecimento?**

Na maioria dos casos (as máquinas estão em hospitais e centros comerciais) Duas vezes por dia – às 07:30h e às 14:30h

- **Qual a quantidade reabastecida ?**

Exatamente igual à consumida – o stock da máquina é repostado a 100%

- **Há mais stock no sistema ?**

Sim no link a montante que é a carrinha (Rapid 1 a 5) de cada vendedor que tem o stock para 10 a 20 máquinas/dia. No final de cada dia cada carrinha abastece no Armazém da Rapid Drinking na quantidade que vendeu no dia anterior – há stock para toda a frota de 5 carrinhas.

- **O Armazém da Rapid é abastecido por um grossista do Norte que pode fornecer a empresa 2 vezes/semana, embora já tenham havido problemas de entregas e por isso trabalha com um fator de segurança de 50%.**

Pretende-se para esta rede, tendo como base o consumo de 1 dia apresentado, saber qual o stock alvo que deverá ser definido pela Rapid Drinking no seu Armazém na implementação duma solução ToC RR. O consumo máx. a considerar é o da Carrinha Rapid 5.

Supply Chains | Solução ToC RR

Solução ToC exemplificativa para 1 dia de trabalho...

Fluxo Azul = informação dos consumos

Fluxo Vermelho = abastecimento de gfas



Supply Chains | Solução ToC RR

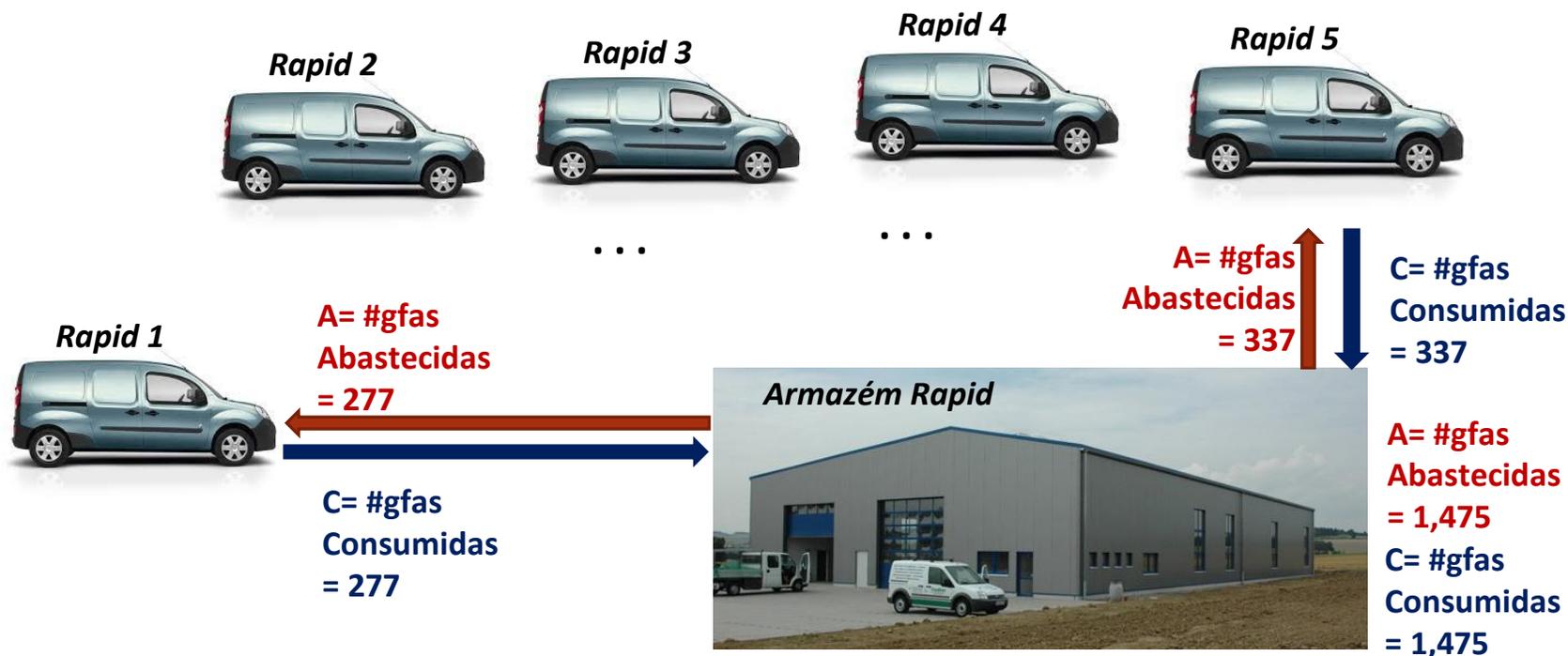
Qual o Stock Alvo no Armazém Rapid?

*Stock Alvo = Consumo máximo estimado dentro do período de reabastecimento,
Multiplicado pelo fator de incerteza no fator de reabastecimento*

Consumo máximo/dia = 337 gfs (Rapid 5) x 5(# Rapids) = 1,685 gfas

Período reabastecimento = 2x/semana ca. 3dias → Consumo máximo dentro per. Reab. = 5,055 gfs

Logo Stock Alvo = 5,055 x 1,5 = 7,583 gfas



Qual o Stock Alvo no Armazém Rapid?

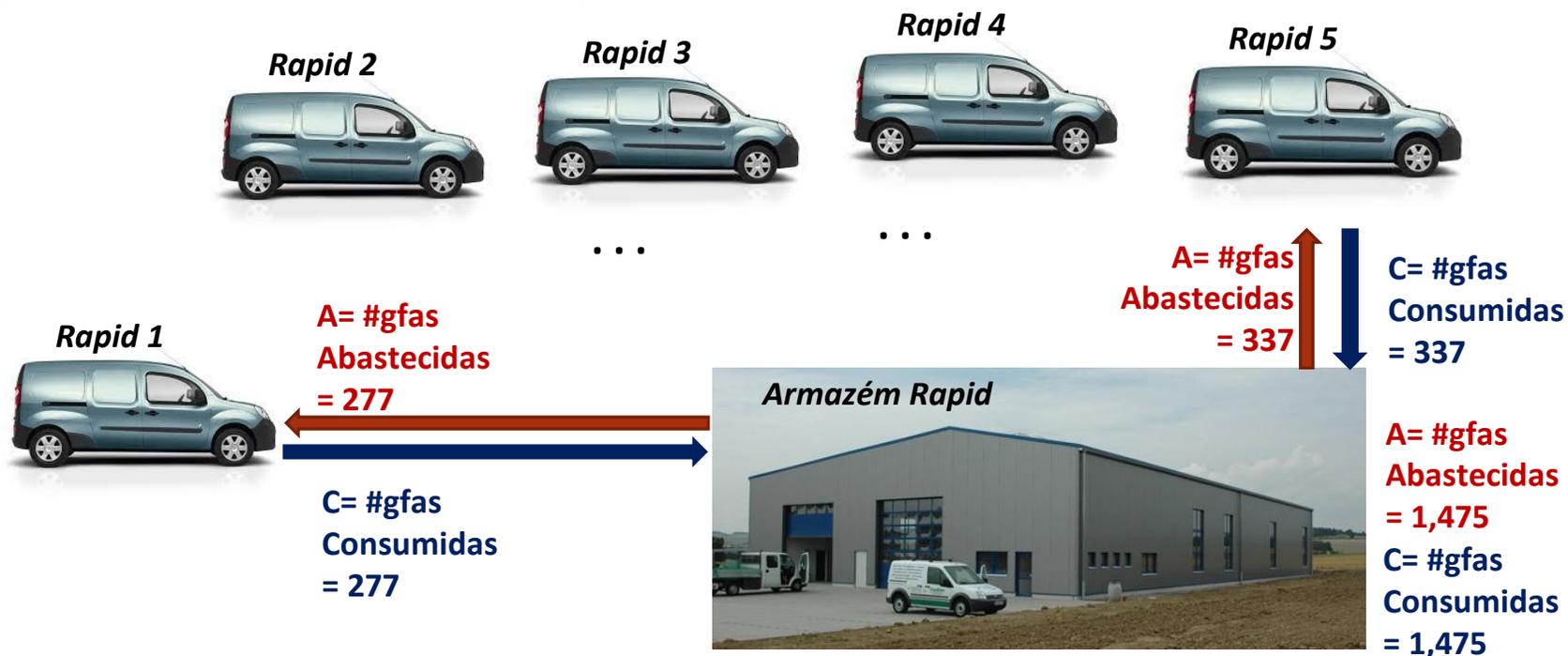
Questão ? Porque é que se escolheu 337 gfs para consumo ?

- a) – Porque é o maior consumo (máximo) entre as 5 carrinhas Rapid
- b) - Porque é o stock mínimo entre as carrinhas

Consumo máximo/dia = 337 gfs (Rapid 5) x 5(# Rapids) = 1,685 gfas

Período reabastecimento = 2x/semana ca. 3dias → Consumo máximo dentro per. Reab. = 5,055 gfs

Logo Stock Alvo = 5,055 x 1,5 = 7,583 gfas



Qual o Stock Alvo no Armazém Rapid?

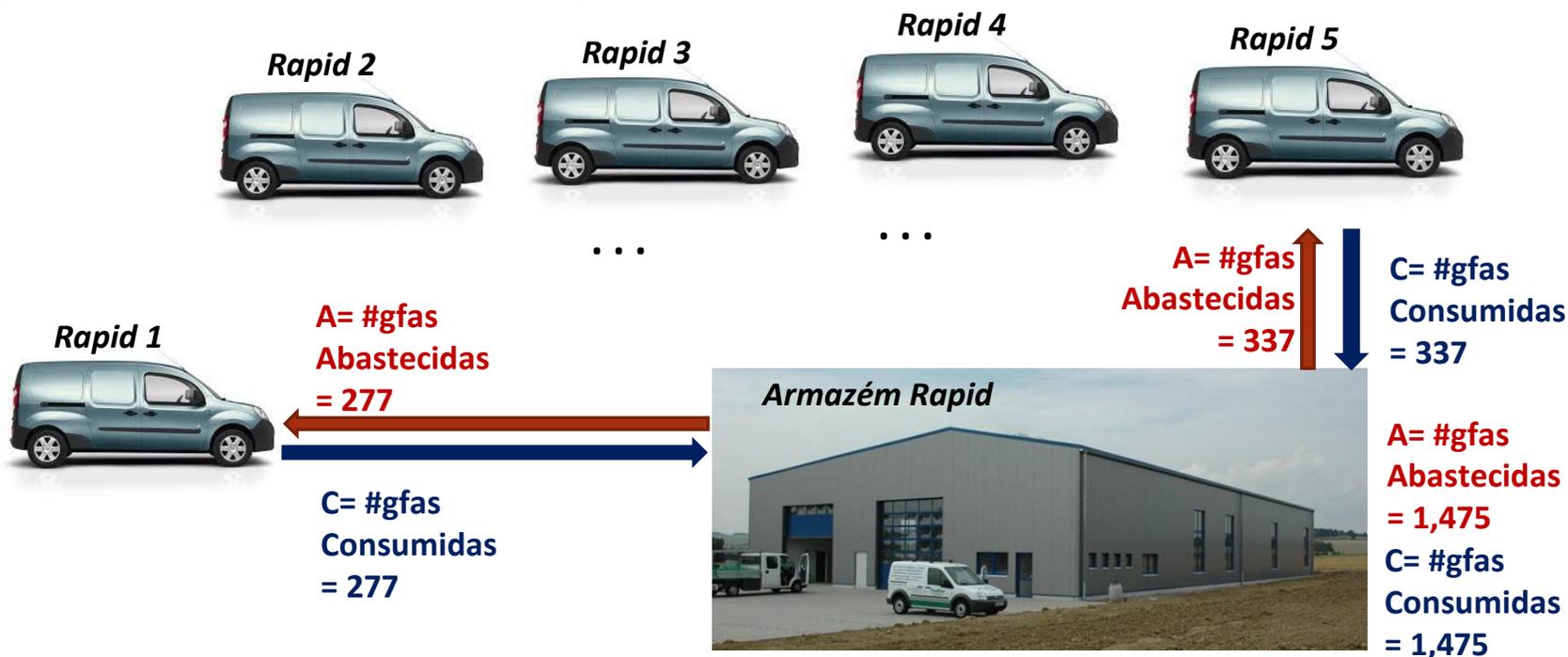
Questão ? Porque é que se escolheu 337 gfs para consumo ? **RESPOSTA – a)**

- a) - Porque é o maior consumo (máximo) entre as 5 carrinhas Rapid
- b) - Porque é o stock mínimo entre as carrinhas

Consumo máximo/dia = 337 gfs (Rapid 5) x 5(# Rapids) = 1,685 gfas

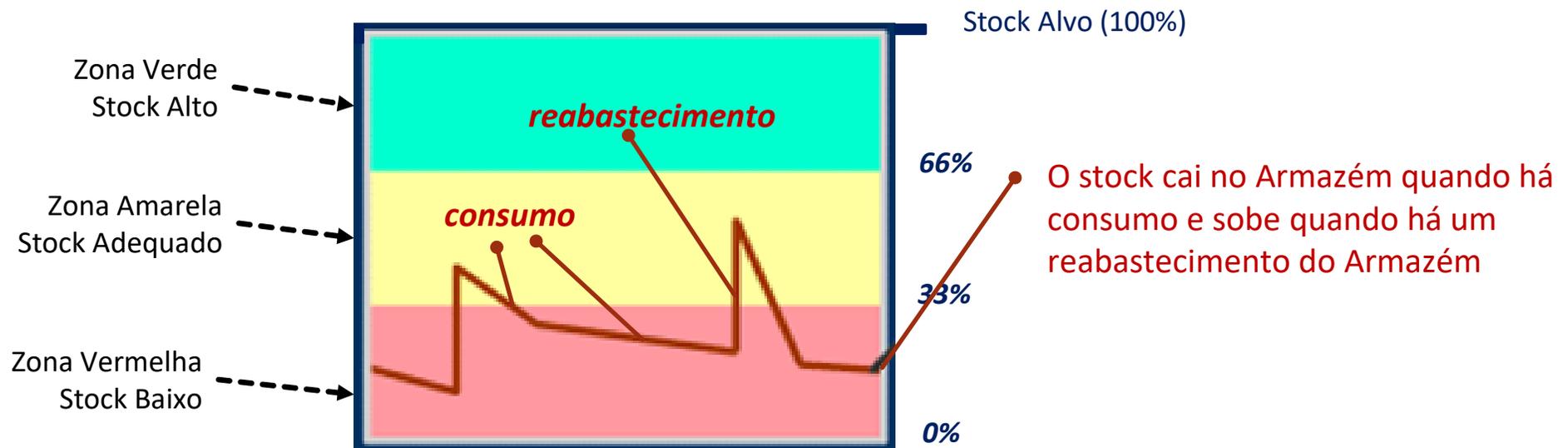
Período reabastecimento = 2x/semana ca. 3dias → Consumo máximo dentro per. Reab. = 5,055 gfs

Logo Stock Alvo = 5,055 x 1,5 = 7,583 gfas



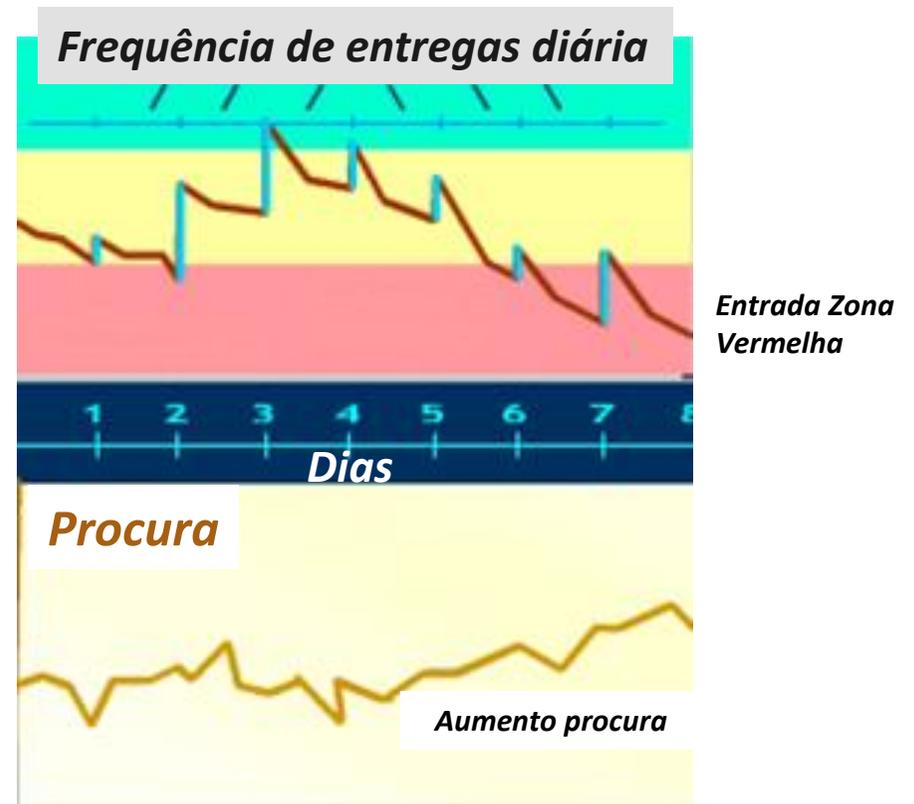
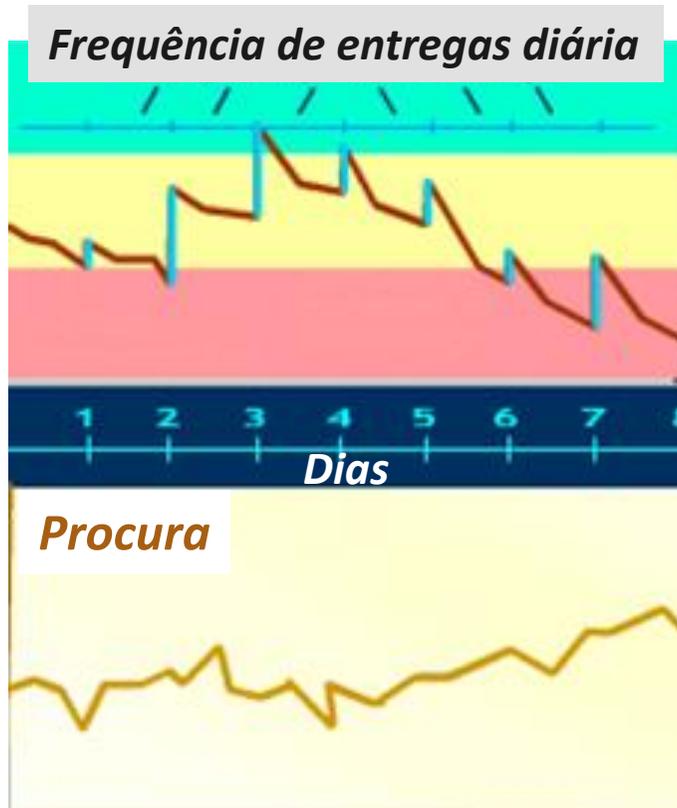
Gestão de Buffers (Buffer Management)

Tal como nos modelos de Operações DBR e S-DBR o controlo da evolução do stock nos pontos críticos da SC (ex. Armazém Produção) é efetuado recorrendo ao Buffer Management considerando as três zonas de trabalho que falámos.



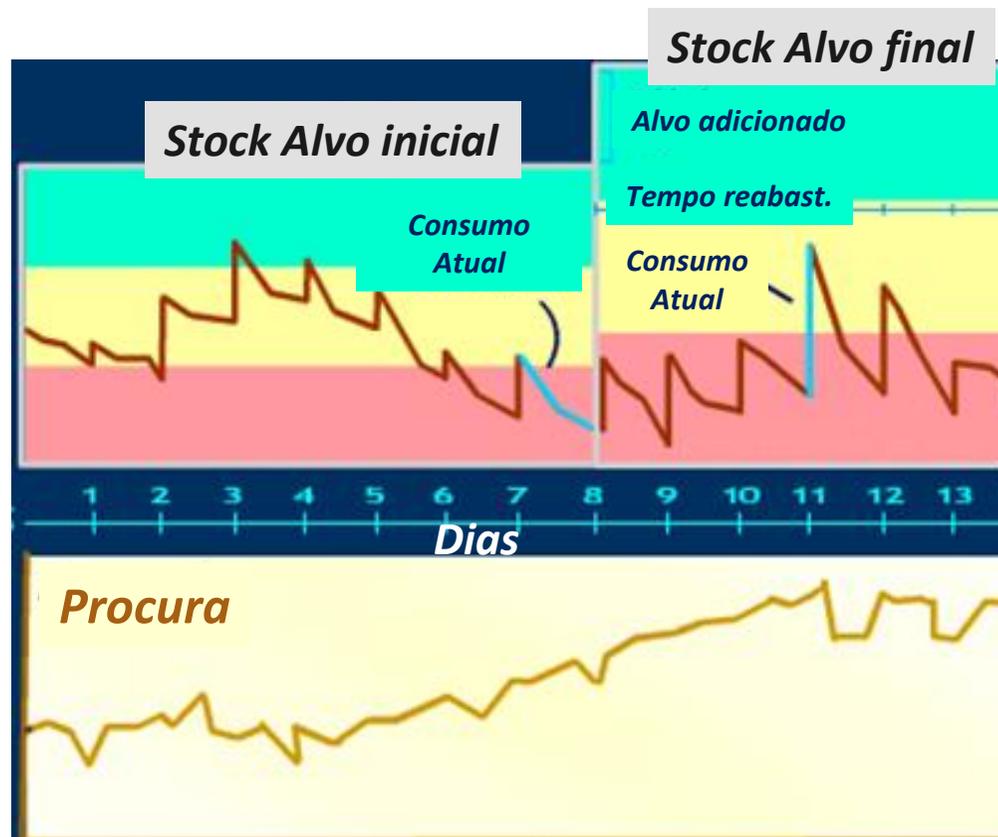
Supply Chains | **Gestão de Buffers**

Havendo alteração da procura, por exemplo um aumento da procura, a evolução é a seguinte



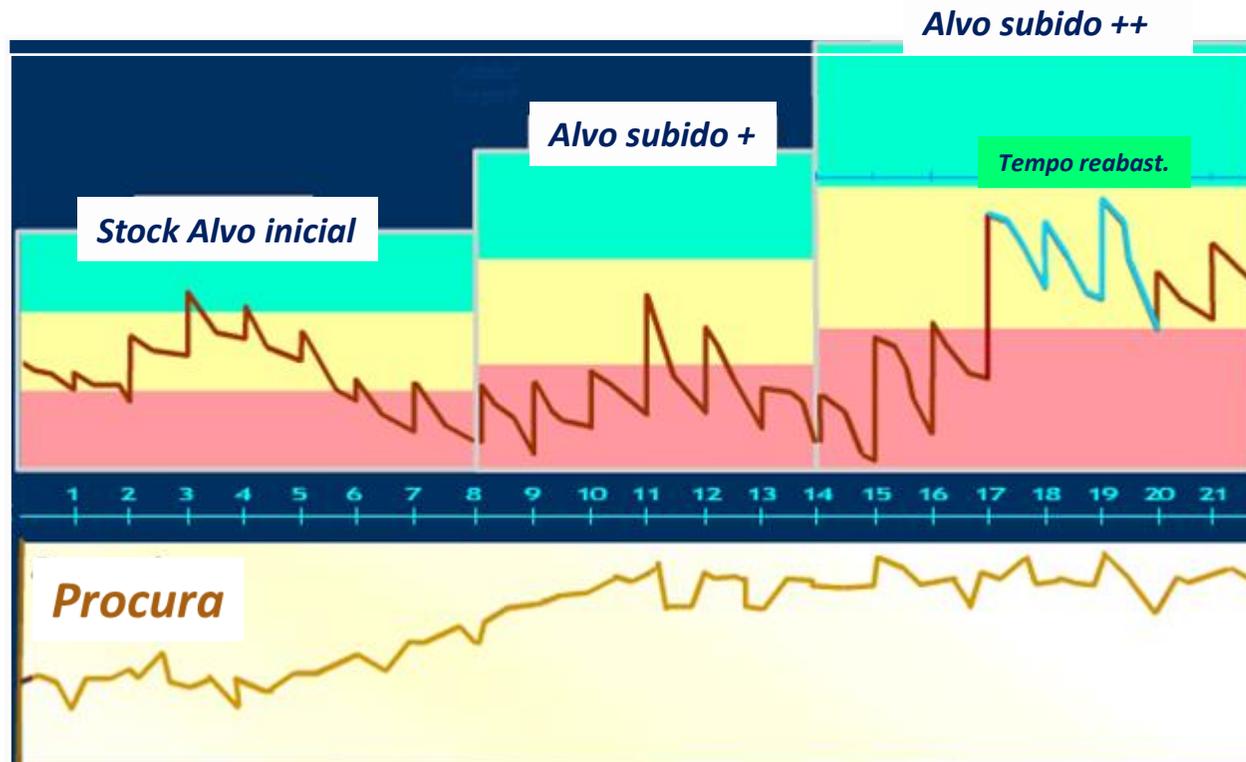
Supply Chains | Gestão de Buffers

O aumento da procura tem como consequência a entrada do stock na Zona Vermelha e por isso aumenta-se o stock alvo (neste exemplo o aumento só é refletido 3 dias depois – tempo reabastecimento, no stock).



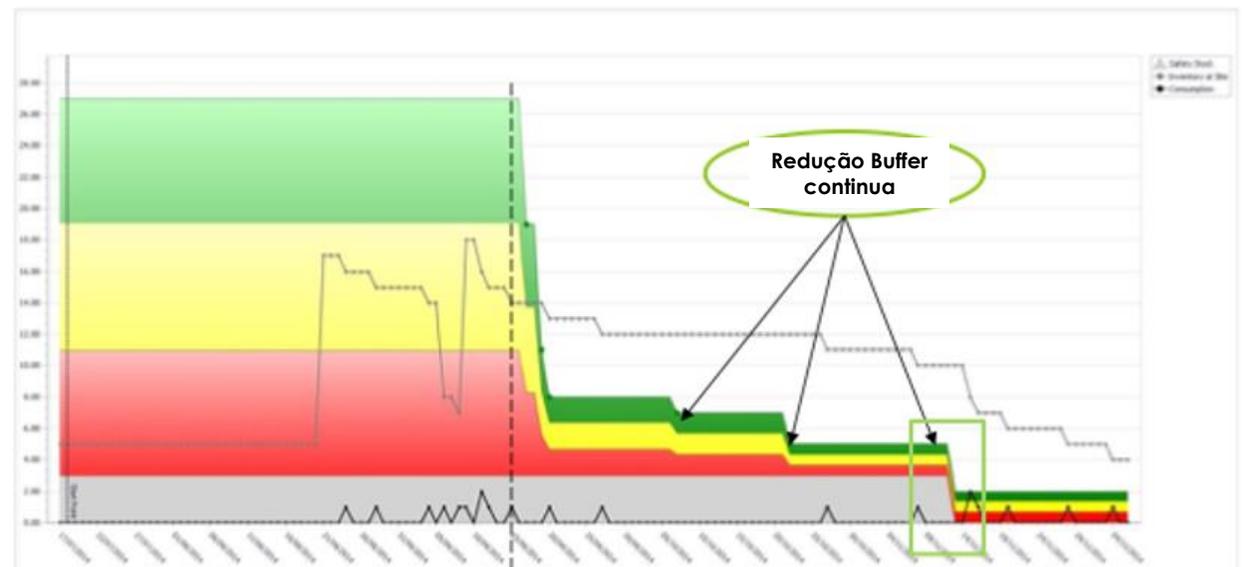
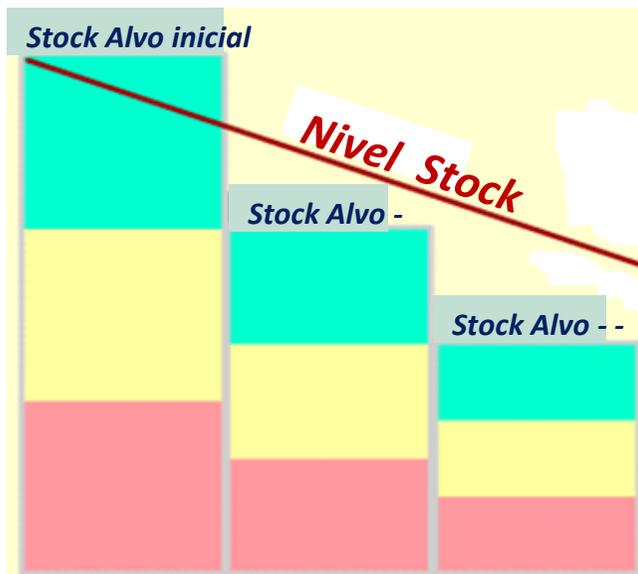
Supply Chains | Gestão de Buffers

Os sucessivos incrementos da procura (que implicam entradas de stock no nível vermelho sucessivas) vão ser refletidos em aumentos do nível do stock alvo – estes aumentos em geral são de 25% no mínimo, pois valores baixos são pouco eficazes !

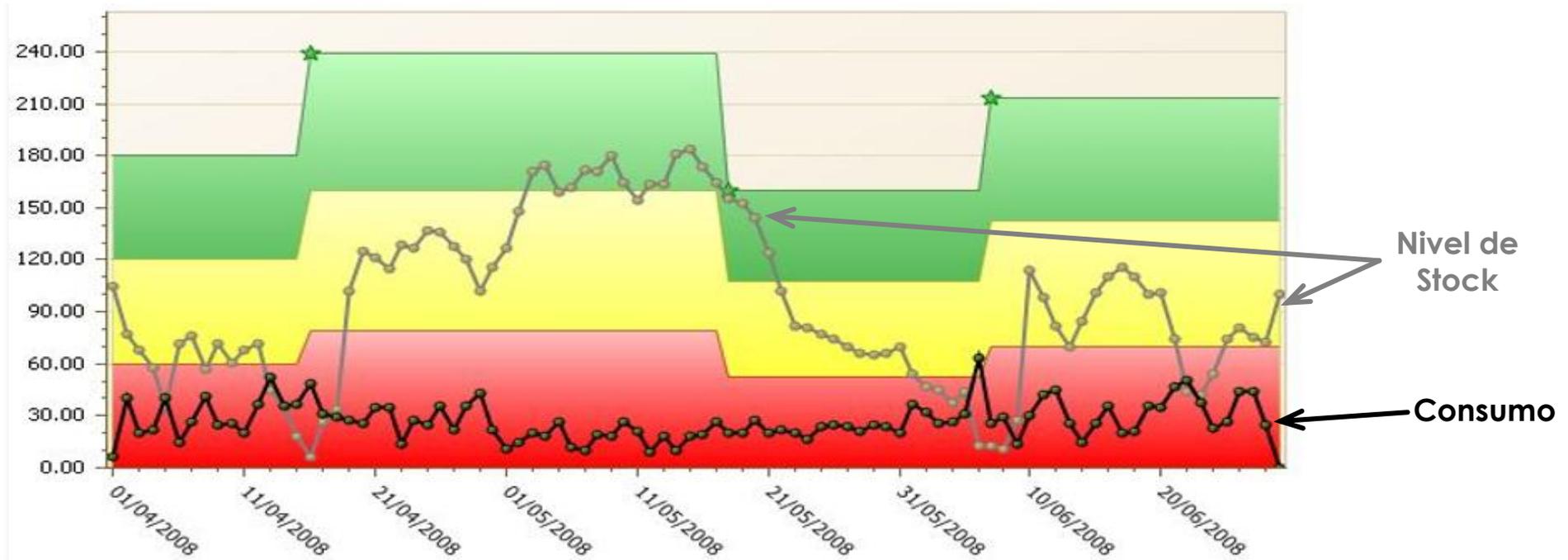


Supply Chains | Gestão de Buffers

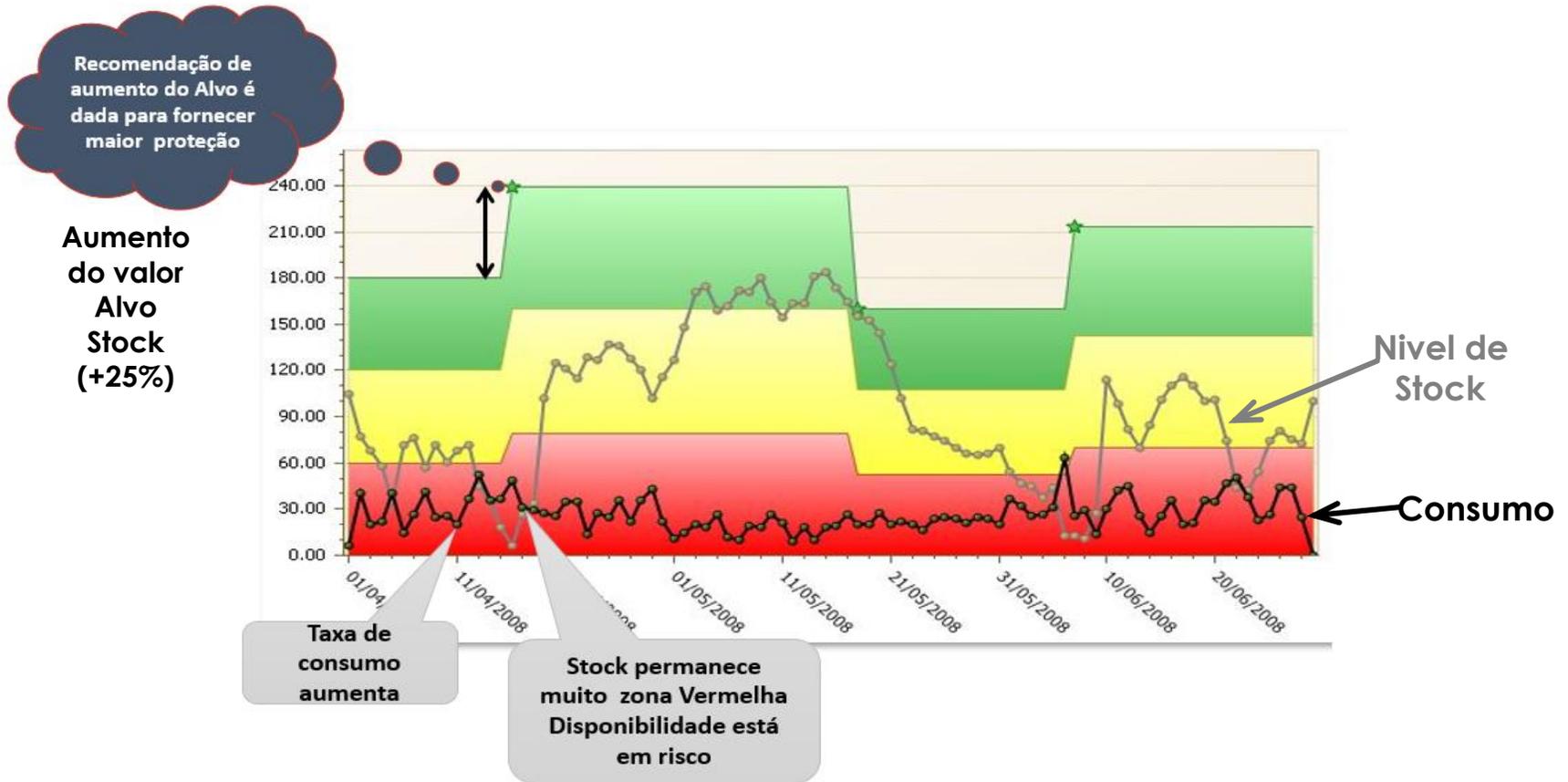
Se pelo contrário o stock persiste na zona verde, podemos fazer reduções de stock que vão ser refletidas em diminuições do nível do stock alvo – essas reduções em geral são de 25% no mínimo !



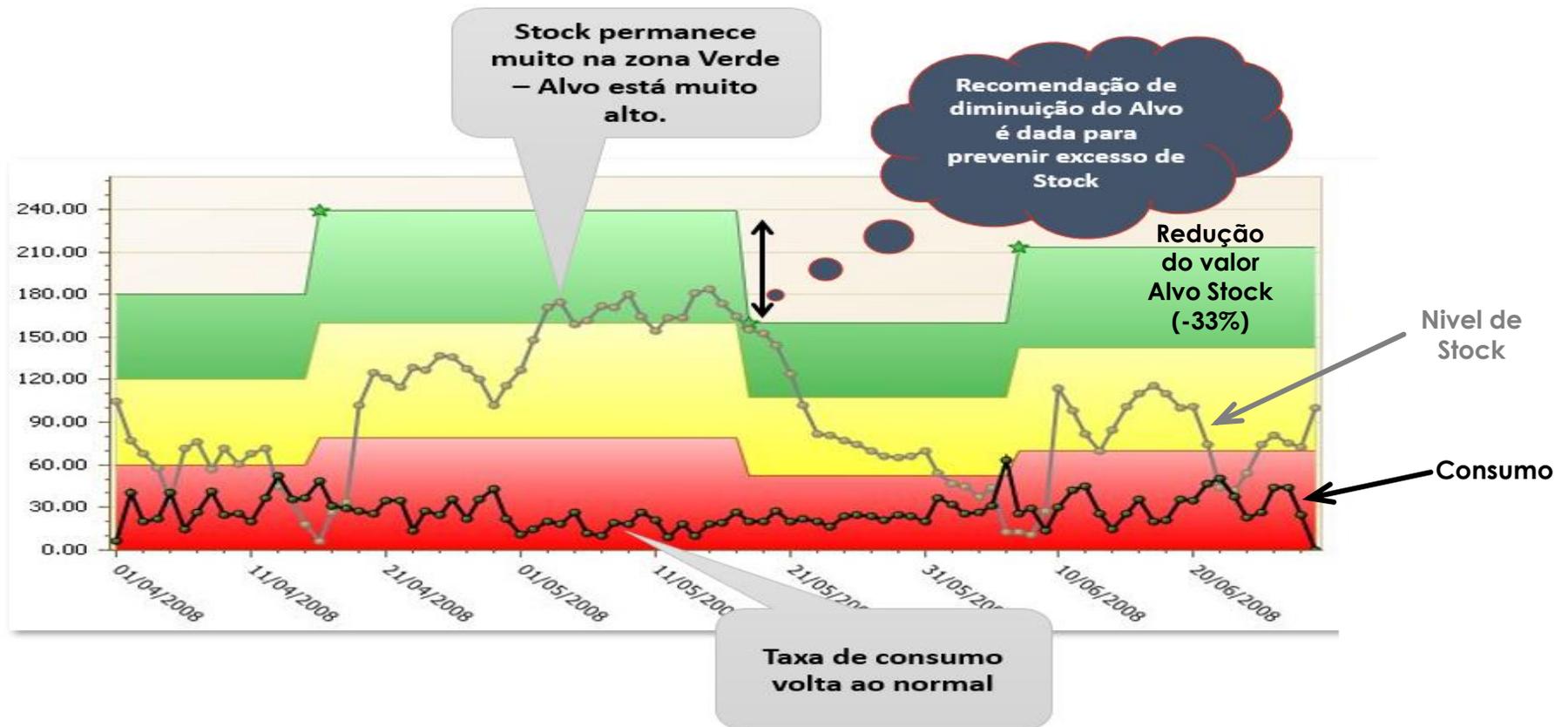
Exemplo: funcionamento do BM numa cadeia de retalho



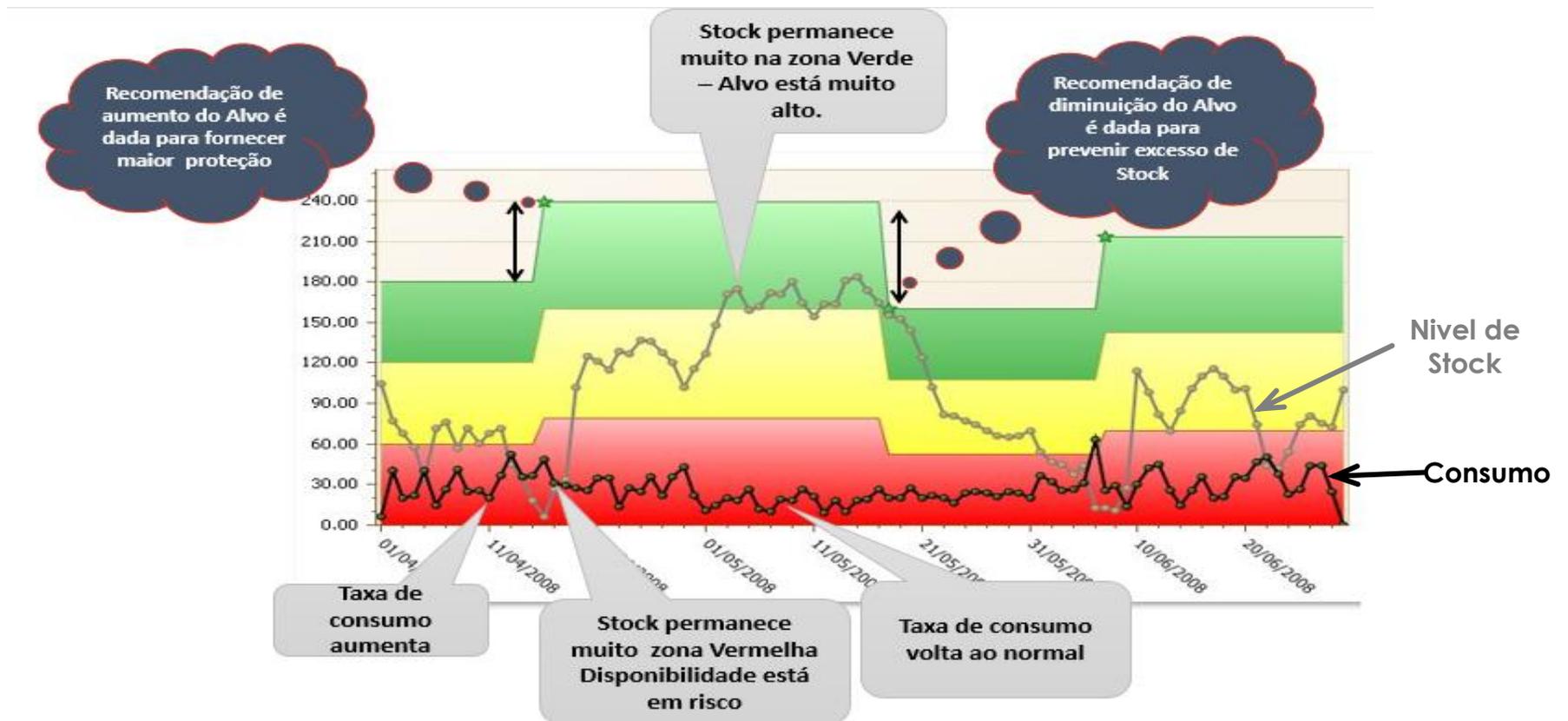
Exemplo do funcionamento do BM numa cadeia de retalho

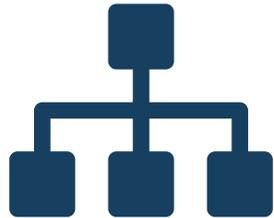


Exemplo do funcionamento do BM numa cadeia de retalho



Exemplo do funcionamento do BM numa cadeia de retalho





Exemplo – Solução ToC RR NManga

Solução ToC RR Empresa NManga, Lda

Neste exemplo (adaptado dum caso real), temos um produtor de concentrado de frutas, com uma rede de Distribuição constituída por um conjunto de 6 Agentes, um nos EUA e 5 em Portugal

A solução foi implementada, partindo-se dos problemas detetados na rede (UDE's ou UnDesairable Effects) e que se relacionaram através duma rede lógica (arvore CRT, ver Tema 4 - Sistemas Lógicos);

- Stocks elevados
- Falta de stocks
- Baixo controlo preços venda
- Perda de Vendas,
- ...

Esta arvore apresenta-se de seguida e na sua base está o problema raiz ou “core problem” desta

Supply Chain (SC). O problema raiz é por definição o responsável pelos principais efeitos negativos (UDEs) sentidos na SC da NManga.

A partir do problema raiz, determinou-se o porquê deste problema, ou seja as Restrições do Sistema, o que permitiu desenhar uma nova rede baseada no modelo ToC RR com melhorias operacionais significativas (redução stock > 50%, aumento vendas, melhoria nível serviço...).

O Problema Raiz ou Core Problem existe...

Problema Raiz

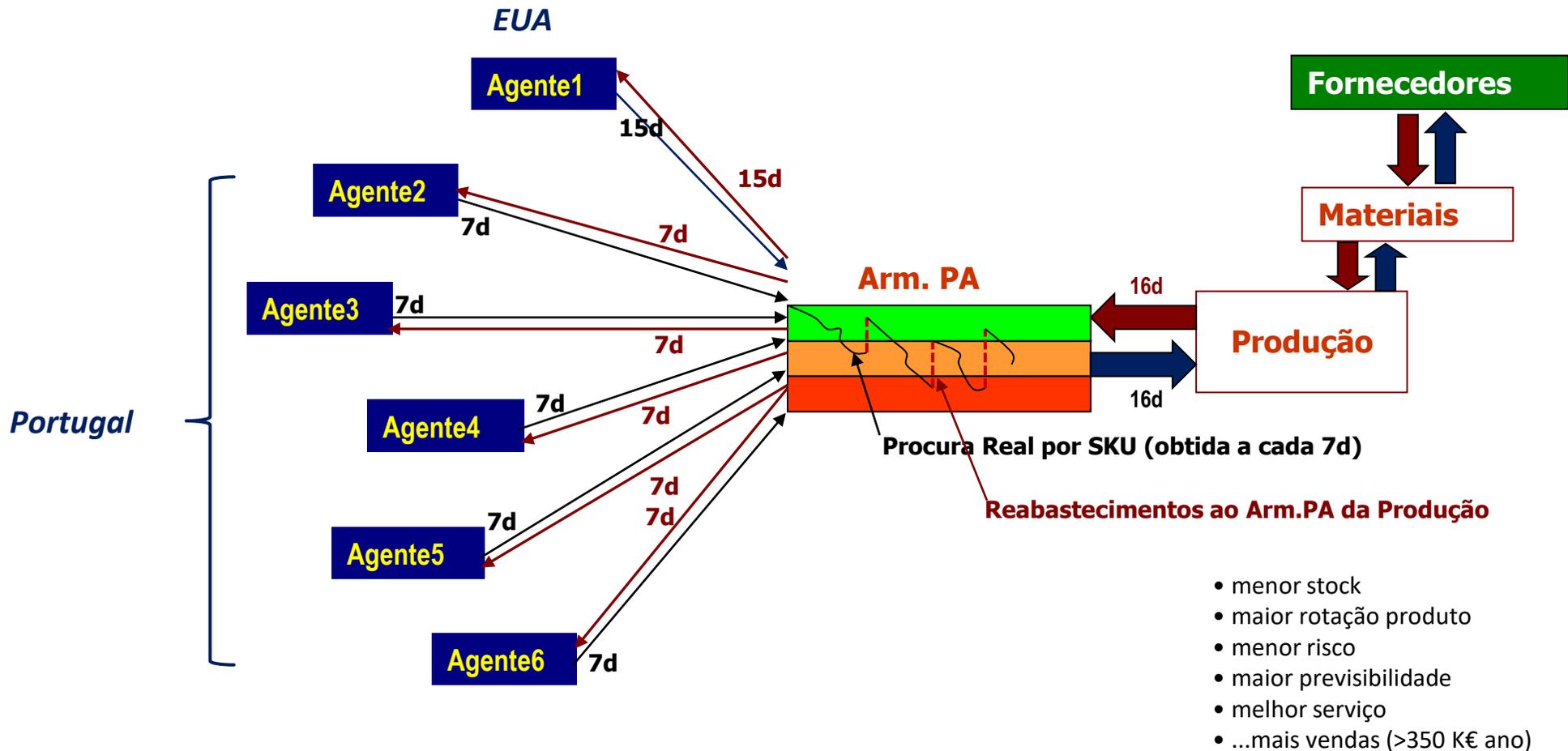
Cada Link da SC da NM procura otimizar a sua performance independentemente da performance Global da SC

Porque existem as ... RESTRIÇÕES DO SISTEMA

- A NM entrega aos Agentes toda a responsabilidade de funcionamento da SC desde que estes continuem a vender os seus produtos, empurrando e por vezes forçando a competição entre os diferentes links da SC em vez de se garantir a cooperação e o sincronismo da SC.
- A NM deixa a sua SC competir (entre cada link) em vez de procurar a cooperação de todos para o benefício global da SC
- A SC da NM não tem regras definidas (excepto a regra geral de “continuar a vender”, sendo que cada link define as suas próprias regras e procedimentos de acordo com o seu próprio benefício independentemente do benefício global da SC

Supply Chains | Exemplo solução ToC RR

Layout da solução implementada



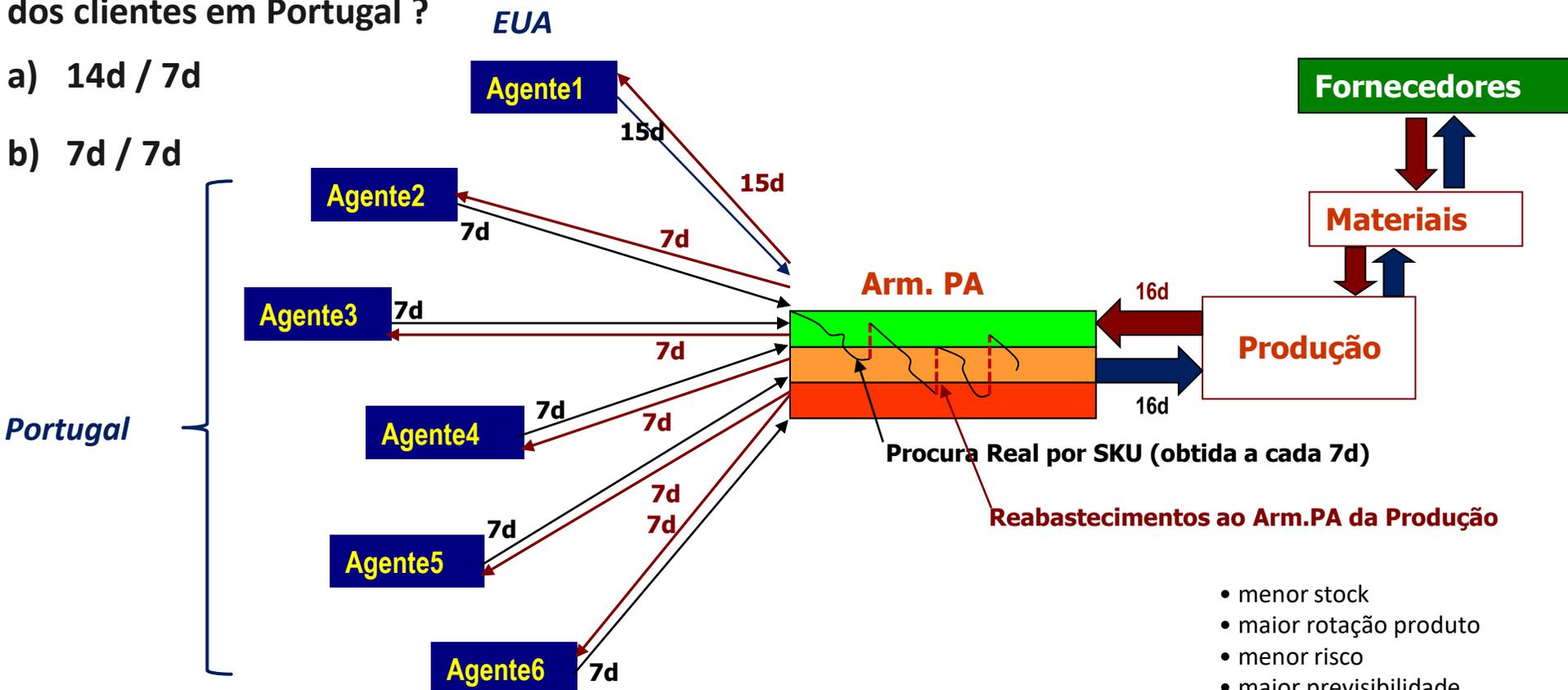
Supply Chains | Exemplo solução ToC RR

Layout da solução implementada

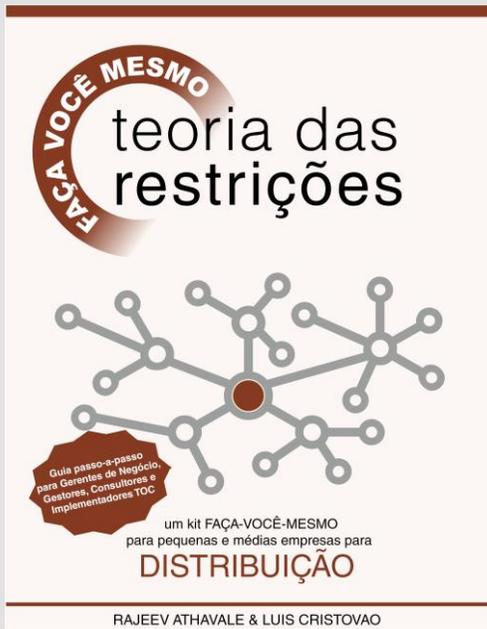
Questão ? Qual o tempo reabastecimento ao Armazém de Produção? /Qual o tempo reabastecimento dos clientes em Portugal ?

a) 14d / 7d

b) 7d / 7d



- menor stock
- maior rotação produto
- menor risco
- maior previsibilidade
- melhor serviço
- ...mais vendas (>350 K€ ano)



"Teoria das Restrições - Kit Faça Você Mesmo para Pequenas e Médias Empresas para Distribuição "

2013, Rajeev Athavale & Luis Cristovao

Leitura recomendada, para aplicação em empresas de Distribuição (eBook em português)

<https://leanpub.com/portuguesedistribution>

Obrigado!

Smart TLS

Formação TLS

Impacto das TI e da Robótica

12 de Outubro de 2020

POWERED BY:

Smart**TLS** AT **LBC** INNOVATIVE
TRANSFORMATION
DELIVERED



inapem



Mais informações:

www.smart-tls.com

smart-tls@lbc-global.com

Declaração de Confidencialidade

O conteúdo apresentado neste documento pode conter informação confidencial e/ou segredos técnicos, sendo o seu carácter confidencial, não sendo autorizada a sua reprodução, disseminação e utilização para outros fins, sem o consentimento prévio da LBC, MEP e INAPEM.