



Quem não quer fazer certo da primeira vez? Cada vez mais as empresas têm investido tempo em atividades relacionadas ao planejamento de suas operações em centros de distribuição. Hoje, é cada vez mais frequente vermos anúncios de novos CDs que estão sendo construídos, ampliados, modificados e modernizados. Para todos esses casos, sabe-se que planejar é importante, porém agora a questão é: será que o planejamento está sendo embasado em fundamentos quantitativos corretos para gerar resultados precisos e certos? Este artigo irá abordar as diferenças entre as formas de planejamento das operações em centros de distribuição e por que a tecnologia de simulação tem sido o grande diferencial em várias empresas a alcançarem resultados cada vez mais rápidos e certos.

Tipicamente, seja em projetos de novos CDs, ampliações, modernizações ou melhorias em CDs, surgem questões como:

- O volume de expedição será atendido?
- Qual a quantidade de recursos humanos e equipamentos são necessários?
- A quantidade de docas será suficiente?
- Haverá algum gargalo nessa operação?
- É possível racionalizar recursos e equipamentos?
- O layout proposto é o melhor? Qual o melhor layout?
- A área de armazenagem está bem dimensionada? Qual a melhor estrutura?
- O que fazer para aumentar a produtividade?
- Que sistemática de picking devo adotar?
- Como otimizar os fluxos?

Mudanças desse tipo envolvem grandes riscos e, para minimizá-los, é essencial fazer-se um estudo criterioso e fundamentado em tecnologia apropriada para tal. Entre-

tanto, a maioria das empresas acaba utilizando estimativas simplistas feitas em planilhas estáticas, baseadas em médias e aproximações grosseiras. Isso acaba implicando em retrabalhos, desperdícios e prejuízos relacionados ao não-atendimento das metas de expedição, atrasos de pedidos etc. Tal decorrência é natural do fato de não se utilizar a ferramenta adequada para esse tipo de análise na fase de planejamento: a tecnologia de simulação.

Análise Estática x Análise Dinâmica

O dimensionamento impreciso é muito crítico, já que a instalação ou uma mudança num CD sempre implica em grandes investimentos e custos. Capacidade em excesso acarreta em custos de operação não-competitivos e investimentos desnecessários, enquanto a falta de capacidade implica em longos tempos de espera dos veículos para carregamento, gerando atrasos e prejuízos para a empresa.

Para que possamos responder às diversas dúvidas



acerca de diferentes cenários num ambiente de mudanças frequentes, é fundamental analisarmos cuidadosamente os diversos fatores que podem prejudicar o resultado do projeto, antever problemas e termos certeza que o plano da operação planejada irá funcionar na prática.

Conforme pode ser visto na figura 1, quando se tem situações com alta interdependência (variáveis que dependem uma da outra) e aleatoriedade, configura-se um cenário de alta complexidade que, por sua vez, são situações típicas encontradas nos projetos de CDs. Para isso, a simulação é a ferramenta mais completa que integra todos esses fatores em suas análises.

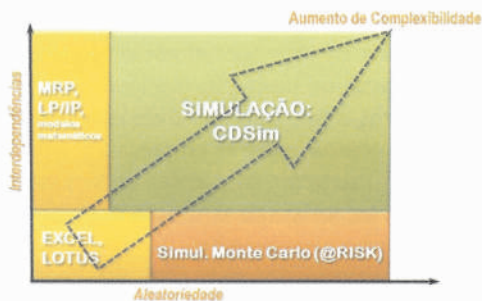


Figura 1. Quando simular.

O problema é que a maioria das empresas normalmente utiliza planilhas estáticas (exemplo: MS-Excel) baseadas em produtividades médias para dimensionar seus recursos, equipamentos, quantidade de docas necessárias para o inbound e para o outbound, capacidade do estoque etc. e isso pode gerar erros graves. Como a operação de um CD apresenta grande complexidade e interdependência entre os eventos, acaba sendo muito difícil analisar todas as possibilidades em uma planilha estática. Além disso, por utilizar médias, acaba não considerando o efeito da variabilidade.

Na análise dinâmica com simulação é possível analisar os efeitos das diversas interações de recursos e locais ao longo do tempo (figura 2) considerando também o efeito probabilístico da ocorrência de eventos, frequência e duração. Assim, pode-se visualizar, por exemplo, o efeito de uma quebra de equipamento ou a ocorrência de estarmos no horário de refeição de um operador, quando chegam diversos veículos para carregamento. Também se podem visualizar situações onde o veículo chega para descarregar em um momento que todos os recursos estão disponíveis, onde esses eventos podem ter duração variável de acordo com uma curva probabilística.

COMO PODERIA UMA PLANILHA ESTÁTICA (MS-EXCEL) RESOLVER O FATO DE QUE UMA EMPILHADEIRA NÃO PODE FAZER VÁRIAS COISAS AO MESMO TEMPO SE ELA NÃO SIMULA A OPERAÇÃO AO LONGO DO TEMPO?

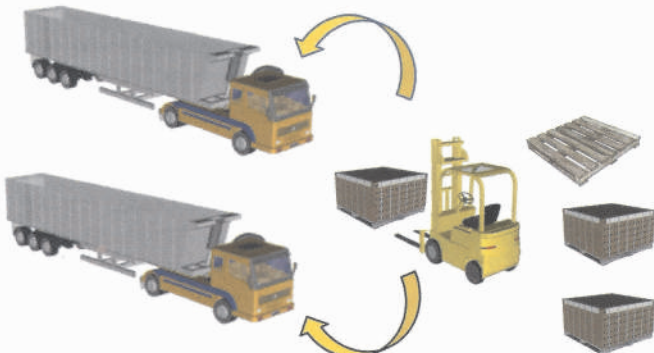


Figura 2. A simulação considera o efeito das operações ao longo do tempo.

QUAL O TEMPO PARA COLOCAR UM PALLET EM UM PORTA-PALLET? UMA PLANILHA CONSIDERA A MÉDIA. A SIMULAÇÃO PERMITE CONSIDERAR A VARIABILIDADE DO TEMPO CAUSADA, POR EXEMPLO, DEVIDO À DIFERENÇA DE ALTURAS (QUANTIDADE DE NÍVEIS POR TRACK).

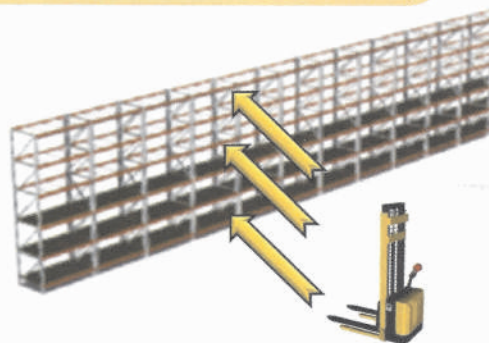


Figura 3. Simulação considera curva que representa a variabilidade dos tempos.

A produtividade

Na análise estática a produtividade é um dado de entrada usado para dimensionamento de recursos, como: quantidade de operadores, empilhadeiras, transpaletadeiras, área de armazenagem, docas etc. Se uma condição de entrada for alterada (ex: o layout) e com essa mudança surgir um gargalo na operação do CD, a produtividade será afetada. Como a produtividade é um dado de entrada nesse modelo matemático, a mesma acaba não sendo alterada e assim irá gerar um erro de dimensionamento.

Por outro lado, na análise dinâmica com simulação, a produtividade é uma saída do modelo de análise, ou seja, se a quantidade de recursos ou equipamentos for alterada, o layout etc., isso irá afetar a produtividade que será um output da simulação. Dessa forma, dependendo das condições de entrada da análise, o modelo irá responder qual é a produtividade resultante conforme é ilustrado na figura 4.

Centros de distribuição são sistemas dinâmicos e complexos, envolvendo diversos elementos interagindo entre si e influenciados por efeitos de natureza aleatória. Situações como estas impõem sérias dificuldades para um estudo analítico do problema, fazendo da simulação um forte aliado, senão o único, para o planejamento e análise de sistemas logísticos.

Evolução histórica da simulação: de linguagens genéricas a simuladores específicos para CDs

Uma série de fatores permitiu que as técnicas de simulação e de otimização fossem se aproximando da indústria, em particular, barateamento dos recursos de

informática, aparecimento de CPUs mais rápidas e interfaces gráficas amigáveis.

Esse impulso proporcionou a chegada ao usuário final de softwares robustos e de custo relativamente baixo, em comparação aos projetos então desenvolvidos por instituições de pesquisa com computadores de grande porte. Além disso, o desenvolvimento de interfaces de dados permitiu uma grande agilização no desenvolvimento de projetos utilizando essas técnicas: de meses passa-se a semanas, mesmo aumentando-se a complexidade dos projetos.

Nos anos 60, simulação se restringia a um seleto grupo de gurus trabalhando em universidades, centros de pesquisa e no meio militar. Basicamente desenvolviam programas em FORTRAN, específicos para cada aplicação. As execuções eram sofríveis, pois, naquela época, os computadores eram menos poderosos que os atuais computadores embarcados em automóveis.

Nos anos 70, simulação foi difundida nos setores de engenharia e negócios, graças ao surgimento de linguagens próprias de simulação. O aprendizado e 'debugging', porém, ainda eram longos.

Nos anos 80 os PCs permitiram o surgimento de várias ferramentas de simulação manipuláveis por qualquer profissional, o que vem tomando este ferramenta cada vez mais popular entre as empresas.

Nos anos 90 surgiram os pacotes de simulação que consagraram a tecnologia de simulação como ferramenta essencial para o planejamento.

Hoje, as mudanças ocorrem com alta frequência e o mercado exige agilidade e rapidez para as empresas se adequarem. Assim, iniciou-se uma tendência para o desenvolvimento de simuladores específicos por tipos de aplicações.

Usando a simulação no planejamento de CDs

Suponha um exemplo simples de dimensionamento de um sistema logístico de expedição de carga. O objetivo seria dimensionar o número necessário de empilhadeiras e operadores por turno para atendimento de um determinado volume de expedição. Geralmente teremos diversos SKUs, com tempos de carregamento diferentes e algumas vezes recursos compartilhados (trabalhadores e empilhadeiras sendo alocadas em outras atividades além do carregamento). Através da simulação, podem ser feitos testes com diferentes números de empilhadeiras e trabalhadores, mostrando ao analista o quadro de recursos necessário para a operação.

Em diversos projetos realizados para o dimensionamento de recursos, equipamentos, docas, área de es-

EXEMPLO: NOVA SISTEMÁTICA DE PICKING

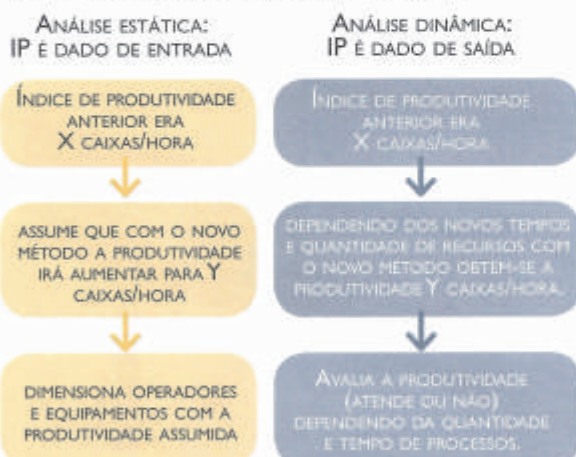


Figura 4. A produtividade na análise estática x análise dinâmica.

UTILIZAÇÃO DE RECURSOS (%)

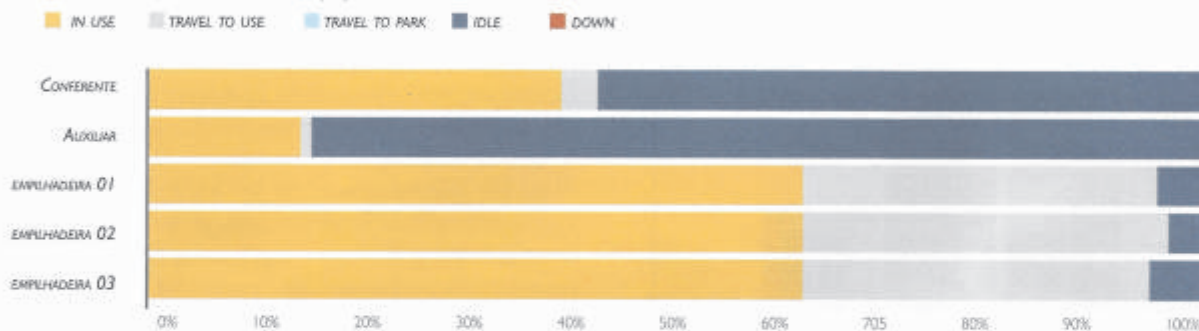


Figura 5. O gráfico ajuda a identificar o gargalo (recursos superutilizados) e oportunidades de racionalização (recursos subutilizados).

toque etc. em centros de distribuição no Brasil, foram feitas comparações entre a análise estática utilizando planilhas e a análise dinâmica usando simulação. Nesses diversos estudos, percebeu-se que o dimensionamento com simulação é significativamente mais preciso do que a análise com planilhas.

Ao iniciar as novas operações em um CD percebeu-se que as estimativas feitas com simulação foram bem próximas da real necessidade para o atendimento das metas de expedição e recebimento. Por outro lado, constataram-se erros de até 63% nos dimensionamentos feitos com planilhas estáticas.

Como a aleatoriedade e a interdependência são intrínsecas aos CDs e é muito grande a complexidade das operações logísticas neste setor, a tecnologia de simulação é a mais indicada para este tipo de análise.

O Caso Ryder/Unilver (fonte: palestra proferida no Fórum de Logística do Coppead e Innovation)

A Belge desenvolveu um estudo para a Ryder/Unilver em um processo de fusão de três CDs em dois CDs de produtos alimentícios. Foi construído um modelo de

DIFERENÇA ENTRE O DIMENSIONAMENTO APONTADO PELA SIMULAÇÃO E PLANILHA

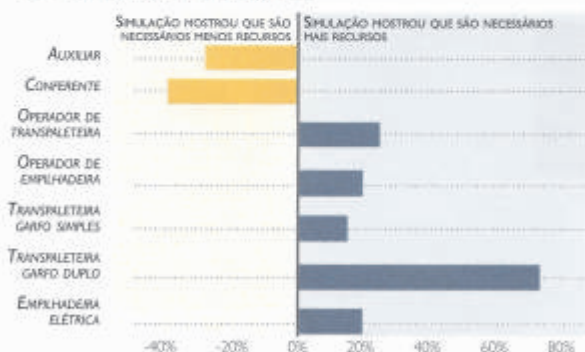


Figura 6. Erros em dimensionamentos feitos com planilhas estáticas.

simulação para avaliar o impacto dessa mudança e auxiliar a Ryder a dimensionar o número de equipamentos e recursos humanos necessários para tal operação, além de avaliar a sistemática de armazenagem, layout etc.

Resultados e ganhos

O dimensionamento feito em Excel gerou os parâmetros iniciais do modelo em ProModel. Constataram-se gargalos em uma série de operações, como picking, expedição, transferência de estoque entre locais de armazenagem etc.

Estes foram devidamente corrigidos na simulação, prevendo e evitando problemas na operação real. Além dos gargalos, foi constatado superdimensionamento de alguns recursos, que puderam então ser corretamente dimensionados. A simulação também foi fundamental para determinar o número de docas a serem construídas para atender aos volumes de movimentação desejados, dando à Unilver confiança e segurança no investimento necessário.

Conforme constatado, o dimensionamento feito em ProModel / CDSim (vide figura 8) foi muito mais preciso e correto, o que demonstra o poder e a adequação da simulação em situações com complexidade e dinamismo extremos que acontecem em Centros de Distribuição.



Figura 7. Simulação da Ryder/Unilver.



Figura 8. Menu principal do CDSim.

Benefícios do uso da simulação

A Belge Engenharia já desenvolveu dezenas de projetos de simulação em CDs. Nessa gama de projetos de planejamento logístico com a tecnologia de simulação em várias empresas, constatou-se ganhos como:

- Aumento de até 40% da capacidade de expedição por visualizar e atacar os verdadeiros gargalos do processo.
- Retrabalho tendendo a zero: quando se põe a operar um CD novo ou modificado.

- Racionalizações de 10 a 30%, a mão-de-obra extra necessária em dias de pico.
- Custos até 35% menores na operação do CD pela otimização do layout, melhoria dos fluxos e racionalização de recursos.
- Posta em marcha deixou de ser traumática: antigamente as empresas faziam estudos grosseiros e, após a implantação prática do novo (ou modificado) CD, resolviam os problemas que surgiam na "raça", mudando contratações feitas anteriormente (locação de equipamentos, alocação de RH etc.). Evidentemente isso causava prejuízos, assim como problemas com recebimento e distribuição de produtos (atrasos com fornecedores e clientes).

Bibliografia de apoio:

HARRELL, C. *Simulation Using Promodel*. McGraw-Hill, 2000
 SHANNON, R. E. *Systems Simulation: The Art and Science*. Prentice-Hall, 1975
 GORDON, G. *System Simulation*, 2nd ed. Prentice-Hall, 1978
 BATEMAN, R. E. *System Improvement Using Simulation*. PROMODEL CORPORATION, 1997
 LAW, A. M.; KELTON, W. D. *Simulation Modeling and Analysis*, 3rd ed. MacGraw-Hill, 2000
 BALLOU, R. H. *Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/Logística Empresarial*, Bookman, 2006
 BELGE: www.belge.com.br

*