

A capacidade estática e as remoções: o problema do adensamento

por Dennis Caceta

Introdução

As áreas de armazenagem são ativos caros e restritos a qualquer empresa. As formas como são utilizadas, os equipamentos envolvidos, como estão adequadas (ou não) aos perfis das cargas/clientes e o nível de ocupação, representam ao final, um diferencial importante no custo da companhia.

O adensamento do espaço (inclusão de uma quantidade maior de carga em um mesmo perímetro) é por muitas vezes solução para a necessidade do aumento da capacidade. Isto é notado (por exemplo) com a verticalização, quando possível, ou ainda com o maior aproveitamento da área interna anteriormente não utilizada, contudo, antes de qualquer ação, é importante avaliar qual é a característica do negócio.

Para ilustrar o caso, considere um pátio para armazenagem de contêineres (CNTRs), operado por Reach-Stackers (RS), que armazenam cargas até a 5ª altura (TIER). Apesar deste tipo de equipamento atuar com boa velocidade na operação (~20 movimentos/hora), sempre que houver a necessidade de coletar algum CNTR mais interno ou, ao fundo da pilha, àqueles outros que estão a sua frente precisarão ser removidos para outras posições lateralmente vazias (gerando movimentos de remoção) para ser possível o alcance.

Quanto a quadra de armazenagem, ela é disposta em formato matricial (linhas x colunas). Para adensá-la/aumentar a capacidade estática, reduz-se a quantidade de arruamentos ao aumentar o número de colunas (ROWS). No exemplo, vamos utilizar “n” linhas (BAYS) e 10 colunas (ROWS). As figuras abaixo representam o layout sugerido (tipo I)

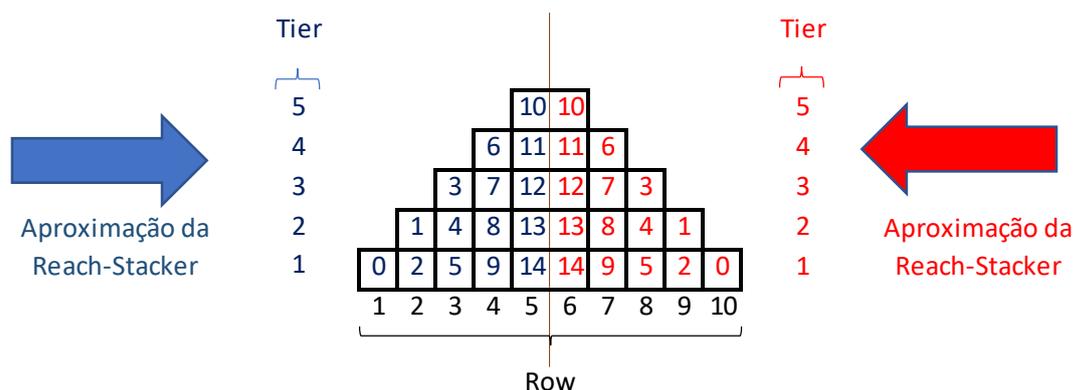


Figura I. Exemplo de vista lateral da quadra inicial (tipo I) – meramente ilustrativo e sem escala

A capacidade estática e as remoções: o problema do adensamento

por Dennis Caceta

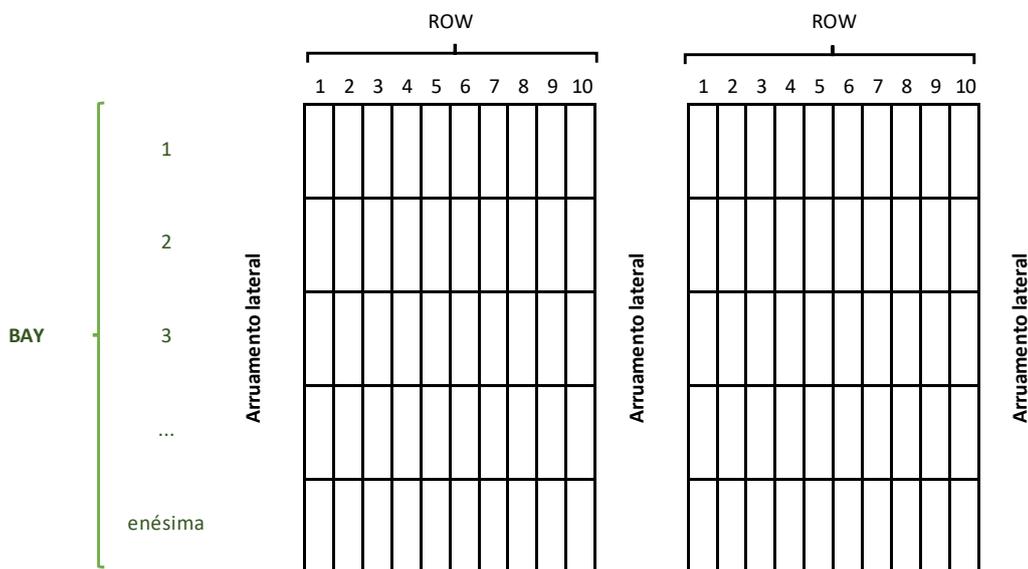


Figura II. Exemplo de vista de topo da quadra inicial (tipo I) – meramente ilustrativo e sem escala

A BAY representada pelo exemplo da figura I encontra-se 50% ocupada (com 30 CNTRs alocados em uma capacidade total de 60 unidades). Em um cada deles, internamente, há um número que representa a quantidade de remoções que serão necessárias para que ele possa ser alcançado pelo equipamento. Note que, a aproximação da RS pode acontecer bilateralmente.

Tenha-se então, uma outra quadra (tipo II) com um número menor de ROWs, no total, como demonstra a figura III.

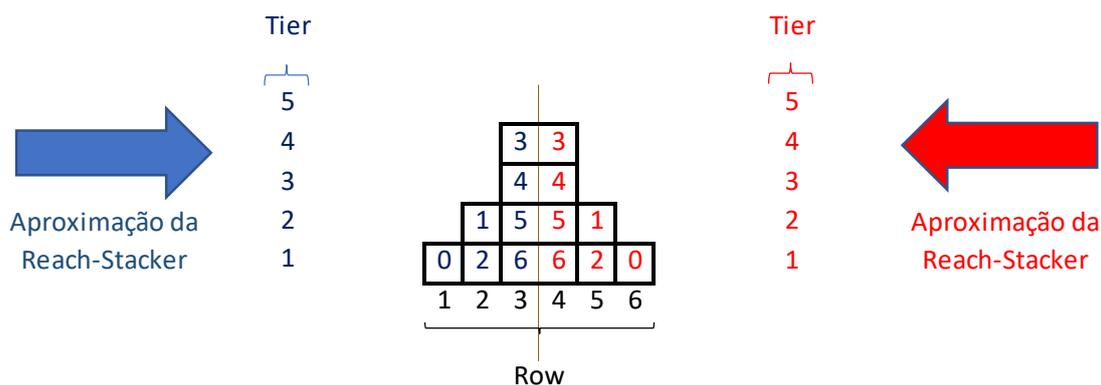


Figura III. Exemplo de vista lateral da quadra tipo II – meramente ilustrativo e sem escala

A capacidade estática e as remoções: o problema do adensamento

por Dennis Caceta

O presente estudo compara (para uma única BAY) 2 condições de quadras/lastros (ROWs), com 10 CNTRs (tipo I) e 6 CNTRs (tipo II) respectivamente, utilizados para a armazenagem de cargas com tempo de permanência (dwell-time) variando normalmente entre 4 e 10 dias, objetivando-se, portanto, o estudo para uma média em torno de 7 dias.

Premissas:

Serão adotadas algumas premissas, para facilitar a criação do modelo, entendimento do conceito e, dos resultados obtidos:

- Em ambos os tipos, se partirá de uma ocupação inicial percentual de pátio em torno de 71% para um segundo valor, de forma aleatória, podendo ele estar/ser entre 56% à 86%;
- A quantidade máxima de empilhamento, em ambos os casos, foi fixada em 5 unidades;
- As cargas (inicialmente) serão armazenadas ocupando totalmente uma mesma altura antes de serem alocadas em qualquer outra posição, uma e mais alturas acima;
- Independentemente da quantidade de lastros é considerado um eixo central que divide a pilha em 2 partes por onde as Reach-Stackers terão maior facilidade de acesso às cargas podendo realizar a aproximação bilateralmente;
- Com base na quantidade total de espaços destinados à armazenagem em cada cenário bem como no tempo médio de permanência, se consegue estimar uma certa quantidade movimentada (entrada e saída) de CNTRs na transição entre um nível de ocupação e o outro, da seguinte maneira:

$$Q_s = \frac{[(30/dt) \times C_p]}{30},$$

Aonde:

Q_s = quantidade de CNTRs retirados da pilha no período;

dt = dwell-time médio dos CNTRs armazenados;

C_p = capacidade de armazenagem em uma mesma BAY;

- Como se conhece os níveis de ocupação (1 e 2) também se conhece a quantidade de CNTRs que entraram na BAY, pois:

$$D = Q_{c1} - Q_{c2},$$

A capacidade estática e as remoções: o problema do adensamento

por Dennis Caceta

Aonde:

Q_{c1} = quantidade de CNTRs em quadra no nível 1 de ocupação

Q_{c2} = quantidade de CNTRs em quadra no nível 2 de ocupação

e, assim, se pode conhecer a quantidade de CNTRs (Q_e) entregues para armazenagem em quadra, ainda que, para simplificação, será considerada que toda a quantidade adicional armazenada ocupará posições em outra (ou na mesma) BAY da mesma quadra mas, não interferirá nas posições primordiais consideradas no cenário inicial;

- Da mesma forma, a retirada/entrega de um dado contêiner não reduz (neste trabalho) a quantidade de remoções do próximo a ser entregue e, assim não há, portanto, necessidade em se ensaiar a ordem em que isto acontece;

$$Q_e = D + Q_s$$

Conceito:

- Aos CNTRs efetivamente armazenados, conforme quantidade e método descritos anteriormente, é atribuído aleatoriamente e sem repetição um número entre 1 e a quantidade máxima;
- São considerados como CNTRs a serem entregues (Q_s) aqueles “n” primeiros sorteados de forma aleatória como descrito acima;
- Atribui-se, então, a quantidade de remoções (Q_r) necessárias à entrega de cada um deles, sendo que, os contêineres mais externos e próximos as ruas laterais por onde há a aproximação das Reach-Stackers possuem $Q_r=0$, os CNTRs imediatamente anteriores possuem $Q_r=1$ e assim sucessivamente até um $Q_{r\text{máx}}$ (em 1-1-1 / Bay – Row – Tier). O total de remoções (Q_{rt}) se dá por:

$$Q_{rt} = \sum_{i=1}^n Q_{r_i}, \text{ com } n = \text{quantidade de CNTRs entregues}$$

- Por fim, como resultado, tem-se que, para uma dada quantidade Q_s de CNTRs entregues há a necessidade em se remover Q_{rt} CNTRs.

A capacidade estática e as remoções: o problema do adensamento

por Dennis Caceta

Resultados:

Em condições idênticas de ocupação inicial, parâmetros de variabilidade de dwell-time individual e, ocupação final, os **ensaios foram replicados 100 (cem vezes)** em cada cenário, obtendo-se, portanto, duas centenas de pares de resultados (contêineres entregues e consequentes contêineres que foram removidos para tal).

Em cada cenário, não houve variação significativa na quantidade de contêineres entregues (~8 para 10 CNTRs de lastro & ~5 para 6 CNTRs de lastro) e, assim, distribui-se em 10 faixas as quantidades de remoções obtidas, calculando-se o valor médio de cada faixa para obter um resultado único pela consequente ponderação destes pelas respectivas quantidades, conforme demonstra o quadro I.

	Cenário II (ROW = 6)		Cenário I (ROW = 10)	
	Entregues	Removidos	Entregues	Removidos
Médias ponderadas	4,81	24,93	7,63	68,10

Quadro I. Valores médios e médios ponderados dos CNTRs entregues e removidos

Assim, percebe-se que no cenário tipo I (10 CNTRs de lastro), para entregar um único contêiner teve-se, em média, 9,93 remoções e que, no cenário tipo II, teve-se apenas 5,18 remoções.

Isto representa um acréscimo na capacidade de armazenagem, para um mesmo número de BAYs, em torno de ~67% enquanto que, **a quantidade do número de remoções necessárias (em média) para a entrega de um único CNTR cresce cerca de 92%.**

Imagine agora uma quadra, com número de ROWs igual a 6 e, que armazena contêineres de forma eficiente, isto é, consegue entregar tudo aquilo que foi solicitado, dentro do tempo/daquilo acordado com o cliente (**“SLA – Service Level Agreement”**). Para tal, a taxa de ocupação desta quadra é (em torno) de 75% pois, o que parece ociosidade (25%) é, de fato, os espaços vazios destinados a alocação de CNTRs em remoção e que, possibilitam, a entrega daqueles que foram solicitados. Se, para esta quadra hipotética a ocupação possibilita remoções a fim atender o SLA, o quão menor deverá ser a ocupação de uma quadra com uma maior quantidade de ROWs (10, no caso) para que se tenha a mesma qualidade/nível de atendimento?

Conclusão:

A capacidade estática e as remoções: o problema do adensamento

por Dennis Caceta

Muitas são as alternativas para aumentar a capacidade estática daquelas empresas que necessitam armazenar cargas e, inclusive, daquelas que vendem isto como um serviço.

Para CNTRs, na maioria dos casos, as cargas pertencem à diversos importadores que possuem características próprias quanto a necessidade de retirada e, conseqüentemente, ao tempo de permanência. Esta situação deve ser tratada de forma particular àquelas em que, lotes de cargas simultaneamente ocupam os espaços de armazenagem, mas, (também) são entregues numa mesma programação/data e, desta forma, armazenam-se contiguamente e não geram remoções entre si.

Na situação em que o espaço físico é muito limitado, o adensamento parece ser a forma correta para aumentar a capacidade estática/dinâmica do pátio, mas, esta ação, não considera a quantidade de espaço que deve manter-se livre para ser destinado a movimentação intrínseca à atividade (remoções), quando se utilizam Reach-Stackers como equipamento típico.

Portanto, na tentativa de crescer o número de locais destinados à armazenagem, há sim, um acréscimo muito maior daquilo que deve ser mantido como espaço livre.

A percepção disto não é imediata e assim tenta-se operar, com quadras maiores, no mesmo nível de ocupação das quadras menores, chegando-se rapidamente a uma situação de colapso.

Logo, por este ensaio estima-se que, quadras menores (6 ROWs) à 75% de ocupação operam da mesma maneira do que quadras maiores (10 ROWs) à 45% de ocupação.

Se este limite de ocupação for respeitado para que não haja perdas significativas de SLA, será percebido que num mesmo espaço físico será mais benéfico ter-se um número maior de quadras menores do que o contrário. Isto promoverá também uma maior regularidade nas pilhas de armazenagem evitando BAYS vazias e com alturas muito irregulares o que, trará também, maior segurança durante a operação.

Assim, alargar uma pilha de armazenagem afasta as extremidades (por onde há a aproximação das RS) do eixo central e desta forma aumenta a quantidade necessária de remoções para alcançar àqueles CNTRs mais internos. Vale citar que isto não acontece quando se opta por utilizar RTGs (*Rubber Tire Gantry*) que removerão apenas àqueles CNTRS que estiverem acima do desejado, contudo, este guindaste demanda um maior investimento além de possuir menor flexibilidade de utilização, quando comparado às RS. Por conta destes, dentre outros motivos, as RS ainda tem grande utilização em operadores portuários.

Sugere-se então que haja revisão nas políticas internas de armazenagem sempre que necessário e possível, tais como: utilizar quadras adensadas para cargas que não geram remoção (p.ex.: eventualmente CNTRs vazios) ou para lotes de um mesmo cliente com perfil de entrada/saída conjunta e/ou

A capacidade estática e as remoções: o problema do adensamento

por Dennis Caceta

semelhante; adotar nível de ocupação diferenciado em virtude do tipo de equipamento utilizado e lastro (quantidade de ROWs) das quadras; avaliação e revisão geral de layout, etc.

O Autor: Dennis Caceta é Consultor Empresarial, atuante há 25 em logística, sobretudo nos maiores portos brasileiros, realizando simulações e estudos que suportam decisões de investimentos em infra e em superestrutura. Na GBM TECH & CONTROL, é líder da área de melhoria contínua junto aos clientes da empresa.