

METODOLOGIA PARA ANÁLISE OPERACIONAL DE PÁTIOS FERROVIÁRIOS DE CLASSIFICAÇÃO

Rafael Agostinho Rocha Langoni

José Renato Girão Pellon

MRS Logística S/A

Vânia Barcellos Gouvêa campos

Instituto Militar de Engenharia

RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo a proposição de uma metodologia que permita a análise operacional de pátios ferroviários de classificação. Esta consiste em um conjunto de quatro indicadores e de um fluxograma de avaliação pelo qual, através da análise cruzada dos indicadores propostos é definida a causa principal do problema existente e identificadas algumas medidas a serem tomadas para eliminação ou redução do problema. Desta forma, a metodologia proposta poderá subsidiar decisões de priorização de investimentos para eliminação de gargalos operacionais causados por pátios de classificação, em uma rede de transportes ferroviária, orientando a alocação eficiente de recursos para a solução dos problemas.

ABSTRACT

The present work has for objective the proposition of a methodology that allows the operational analysis of rail yard of classification. This methodology consists of a group of four indicators and of an evaluation flowchart, through that, the crossed analysis of the proposed indicators define the main cause of the problem and identified some measures to be taken for elimination or reduction of the problem. Thus, the methodology proposal can subsidize decisions of investments priority for eliminating operational bottlenecks caused by classification rail yards, in a rail network, guiding to the efficient allocation of resources for the solution of the problems.

1. INTRODUÇÃO

Segundo a Associação Nacional dos Transportadores Ferroviários (www.antf.org.br), um pátio ferroviário pode ser classificado como sendo uma área de esplanada em que um conjunto de vias é preparado para formação de trens, manobras e estacionamento de veículos ferroviários, cruzamento entre trens e outros fins.

A necessidade da utilização de pátios é uma característica inerente ao transporte ferroviário, que é a de utilizar uma combinação de veículos individuais, provindos de diversas origens e com diversos destinos, em trens comuns, com o objetivo principal de economizar força motriz, combustível e pessoal envolvido na operação de transporte. A desvantagem dessa utilização, por outro lado, é a necessidade de manuseios adicionais, incorrendo inclusive em um conseqüente aumento da periculosidade.

A operação deficiente dos pátios ocasionada em grande parte pelo seu congestionamento causa atrasos consideráveis na circulação dos trens e conseqüentes prejuízos para a empresa na medida em que os atrasos incorrem para a perda de faturamento pela imobilização desnecessária de ativos tais como locos e vagões, conforme pode ser medido pelo indicador THP – Trem Hora Parado, utilizado pela MRS.

O desenvolvimento deste trabalho teve como objetivo definir uma metodologia que permita a avaliação da operação de pátios ferroviários de classificação, quanto ao seu nível de atividade. A metodologia se baseia na caracterização de alguns indicadores de desempenho para subsidiar decisões de priorização de investimentos (ampliação da capacidade e/ ou

readequação da infra-estrutura visando garantir o atendimento da demanda) e planejamento operacional (mudança da grade de trens e alterações nas programações de atividade de trens).

Inicialmente é apresentada uma revisão bibliográfica sobre pátios ferroviários e posteriormente são definidos os indicadores de análise. Para melhor entendimento da metodologia, esta é apresentada na forma de fluxogramas.

2- CARACTERÍSTICAS DOS PÁTIOS FERROVIÁRIOS

Segundo Wright e Ashford (1989), a principal função de um pátio de classificação é a de permitir a classificação dos vagões recebidos, a sua separação em blocos e a formação de trens, através de reagrupamento, para a distribuição da carga para os seus vários destinos.

Um pátio é, usualmente, composto por três áreas:

- **Área de recebimento de trens** - aquela onde os trens que adentram o pátio são desviados da linha principal e temporariamente armazenados antes de serem desmembrados e classificados. Nesse intervalo de tempo ocorre também a inspeção da composição, sendo que conforme a necessidade os vagões avariados são marcados para serem separados e então destinados ao conserto;
- **Área de classificação** - onde os vagões são separados e reagrupados em blocos segundo um destino comum, que pode ser o destino final da carga ou outro pátio subsequente;
- **Área de formação de trens** - aquela onde os trens são formados e armazenados enquanto aguardam outras operações que irão permitir a sua partida, ou seja, o retorno para a linha principal. Entre essas operações estão a inspeção da composição para a partida, a preparação da documentação fiscal do transporte das cargas e o próprio licenciamento da movimentação pela linha principal.

Um pátio mais completo pode conter ainda linhas específicas para reparo da composição, principalmente vagões com pequenas avarias, linhas para reabastecimento de combustível e areia para locomotivas e linhas “locais”, sendo estas destinadas à formação de trens destinados a entregas à terminais próximos ao pátio.

Pátios mais simples são compostos apenas de algumas linhas utilizadas para todas as diversas atividades mencionadas anteriormente, sem separação clara entre as diferentes áreas utilizadas para as diversas operações.

Samuel (1961) adiciona que outra função dos pátios pode ser a de facilitar a quebra dos trens em pátios subsequentes. Pondera que podem existir linhas de classificação especificamente designadas para determinada carga apenas para determinada faixa horária do dia e que essa alocação ajuda a reduzir erros de classificação.

Segundo Edwards (1992), a tendência atual no meio ferroviário é a de reduzir o número de pátios para um pequeno número de pátios maiores e muito bem equipados e com processos mais automatizados.

2.1.Considerações de Projeto

Os pátios ferroviários são dimensionados seguindo determinados parâmetros de projeto, segundo o tráfego previsto, função do volume de transporte para o horizonte de projeto. Porém, dada a dinâmica da atividade, algumas vezes os volumes verificados superam em muito os volumes previstos, o que torna necessária a reavaliação da sua infra-estrutura a fim de garantir o atendimento da demanda de transporte, na medida em que os pátios, na maioria das vezes, constituem-se nos maiores gargalos operacionais.

Wright e Ashford (1989) afirmam que o layout dos pátios depende primordialmente das dimensões dos vagões e locomotivas que o utilizarão, do comprimento dos trens, do volume de tráfego previsto para o horizonte de projeto e da taxa pela qual os trens serão processados, função dos procedimentos operacionais a serem implementados. No mínimo 16 metros de comprimento por vagão devem ser garantidos em cada linha, exceto para linhas de reparo, que devem garantir 17 metros por vagão desacoplado.

Linhas de classificação paralelas devem ser espaçadas (centro a centro) não menos do que 5 metros entre si e a mais interna com pelo menos 6 metros da linha principal.

Também recomendam que um número suficiente de linhas de recebimento de composições sejam providenciadas a fim de que exista pelo menos uma linha disponível sempre que um trem chegando precise entrar no pátio, a fim de evitar obstrução na linha principal. Pátios planos (ou em nível) são usados onde o número de manobras de cortes por trem é pequeno. Nesse tipo de pátio a separação dos vagões é feita a uma taxa típica de 30 a 60 vagões por hora, enquanto que em pátios do tipo “hump yard” as taxas de classificação usualmente variam de 100 a 300 vagões por hora.

O comprimento das linhas de despacho depende do comprimento dos trens de partida a serem formados. Cuidados devem ser tomados quanto ao perfil das linhas a fim de evitar uma resistência inicial ao movimento excessiva, com consumo desnecessário de combustível.

Edwards (1992) complementa que devem ser providenciadas nas linhas de recebimento e despacho de trens de 60 a 90 metros adicionais como fator de segurança para a frenagem dos trens, pois do contrário haverá a necessidade de reduzir a velocidade de operação no pátio.

Samuel (1961) afirma que o problema de número insuficiente de linhas de classificação pode ser contornado através de reclassificações em pátios posteriores, porém com conseqüente perda de produtividade e de tempo em trânsito pela necessidade de manuseios adicionais. Ainda pondera que um fator limitante para o número de linhas de classificação paralelas é o ângulo formado entre a saída da linha principal e estas, pois um número excessivo de linhas de classificação leva à distâncias muito grandes a partir da linha principal e provoca a redução da velocidade de classificação.

Ainda segundo este autor, um fator limitante da produtividade da atividade de classificação é a linha conectora, razão pela qual não adiantaria se ter diversas máquinas de pátio para a classificação, pois a interferência entre elas quando da ocupação da linha conectora anularia o ganho esperado.

De forma ideal, caso se deseje construir mais de uma linha de recepção de trens, estas devem ser distribuídas em ambos os lados da linha principal, para que a locomotiva de movimento, após a entrada no pátio e a liberação dos vagões, seja disponibilizada mais rapidamente.

2.2. A Operação de Pátios Ferroviários de Classificação

Um fator de extrema importância para se avaliar a eficiência da operação de um pátio ferroviário é o tempo de permanência dos vagões no mesmo, respeitadas as políticas de formação e programação de trens.

Segundo Gomes (1982), os tempos de permanência dos vagões em pátio podem ser classificados em permanência ativa e permanência passiva.

O tempo de permanência ativa é entendido como sendo o intervalo de tempo sobre o qual os vagões encontram-se submetidos a alguma operação e permanência passiva o intervalo de tempo em que os vagões estão aguardando a execução de alguma operação ou evento. Tanto o período de permanência ativa quanto o de permanência passiva podem se apresentar excessivos, dependendo das características físicas e operacionais do pátio em estudo.

Porém atenção especial deve ser dada a tempos de permanência passiva excessivos, na medida em que denotam, na maioria das vezes, ineficiência operacional de simples solução. Ainda, segundo Gomes (1982), as principais causas de permanência passiva de vagões em pátios ferroviários podem ser:

Acidentais:

- ocorrência de acidente em uma ou mais linha que têm acesso ao pátio ou no próprio pátio;
- necessidade de remanejamento, para oficinas adequadas, de vagões e/ou locomotivas avariadas;
- ocorrência de vagões avariados em posição de difícil retirada.

Não acidentais:

- número insuficiente de servidores no pátio;
- inadequabilidade ou insuficiência de equipamentos e/ou de linhas para execução de determinadas operações;
- deficiência operacional dos Centros de Controle Operacional, em especial com relação às estações situadas nos limites territoriais desses centros, dada a desinformação sobre a operação do território vizinho.

Com relação ao despacho de trens em pátios, duas políticas distintas podem ser mencionadas: a primeira baseada em um “cut off time” para os vagões e a segunda baseada em regras de acumulação.

Com a definição de um “cut off time” busca-se o menor tempo programado para a conexão. Se um vagão com destino a “K” chega ao pátio no instante “t” e “C” é o “cutoff time” estabelecido, então, o vagão deve fazer conexão ao primeiro trem de saída disponível com destino a “K” que parta até “t + C” (Martland, 1982).

Outras formas de “cutoff time” mais sofisticadas podem ser utilizadas, por exemplo, estabelecendo tempos diferentes para cada tipo de carga, prioridades para conexão, etc.

Porém o autor discute a validade do caráter determinístico dessa política, pois uma conexão pode deixar de ser feita por estar apenas 5 minutos atrasada em relação ao “cutoff time” estabelecido sendo que a próxima viagem para o referido destino só se dará após 24 horas.

Já a política de despacho de vagões baseada em regras de acumulação (Assad, 1980) determina que, por exemplo, um determinado trem “m” deverá partir às 10h00min se 100 vagões estiverem prontos, às 11h00min se 80 vagões estão prontos, e assim sucessivamente, até um limite horário pré-estabelecido.

Através da revisão bibliográfica buscou-se inicialmente estabelecer conceitos básicos sobre a definição de pátio ferroviário de classificação, dos tipos de pátios existentes, de recomendações básicas de projeto e finalmente o conhecimento sobre as diversas abordagens de metodologias para a avaliação operacional de pátios ferroviários encontrados na literatura.

Contudo, a partir da constatação de que, conforme observado, existe no meio técnico, controvérsia quanto à efetividade da avaliação através da teoria de filas e mesmo da metodologia baseada em técnicas de simulação, optou-se, para o desenvolvimento do presente trabalho. Propondo, assim, uma metodologia, a ser utilizada como ferramenta de monitoramento, diagnóstico e de suporte a decisão ao gestor de pátios, conforme detalhado a seguir.

3.METODOLOGIA PROPOSTA

A metodologia proposta consiste no monitoramento de um grupo de indicadores e da utilização de um fluxograma de análise operacional, pelo qual se efetua o diagnóstico simplificado do problema operacional do pátio avaliado e se propõe a adoção de macro medidas para a solução do principal problema verificado.

A principal vantagem da aplicação dessa metodologia é a sua generalidade, uma vez que ela pode ser aplicada a qualquer pátio ferroviário de classificação, permitindo ainda que se façam classificações dos diversos pátios operados por uma empresa ferroviária segundo seus próprios critérios de interesse, auxiliando os gestores de pátios na tomada de decisão quanto aos pontos de intervenção mais efetivos para a melhoria da qualidade do transporte.

A utilização de indicadores permite ao gestor da área de pátios ferroviários inferirem sobre as causas do mau comportamento a partir da simples observação de valores superiores aos desejados. O foco generalista da metodologia, no entanto, deve suscitar o gestor ao aprofundamento da análise através da condução de investigação detalhada, atentando para as particularidades de cada pátio.

3.1. Indicadores propostos

Foram propostos 4 indicadores de análise: taxa de ocupação do pátio, quantidade de manobras realizadas por blocos de vagões movimentados, tempo médio de permanência de vagões em pátio e desvio de tempo entre atividade de pátio em trem previsto e realizado.

Os indicadores propostos são apurados em campo e apresentados de forma vetorizada, conforme descrito abaixo:

$$(I.X) = [\mu / \sigma / \max / \min]$$

Onde:

X: número do indicador (X=1, 2, 3, 4).

μ : média aritmética da distribuição observada

σ : desvio padrão da distribuição observada

max: valor máximo da distribuição observada

min: valor mínimo da distribuição observada

Acredita-se que essa forma de apuração seja capaz de fornecer subsídios para análise, uma vez que a média é a medida de representatividade de distribuição de valores mais comumente utilizada, assim como é consagrada a utilização do desvio padrão como medida de dispersão. Também são importantes os valores máximos e mínimos observados em virtude da constatação de picos e que, principalmente no caso do valor máximo, são de fundamental importância como parâmetro de entrada para o dimensionamento de recursos.

A seguir são apresentadas as formas de apuração de cada um dos indicadores propostos:

• Taxa de ocupação do pátio (I.1)

Este indicador tem como objetivo mensurar e monitorar o percentual de utilização da capacidade física instalada do pátio. Sob o ponto de vista de produtividade, a operação de um pátio ferroviário deve ser a mais eficiente possível e para isso o pátio necessita operar sob uma margem de utilização que lhe confira flexibilidade para as manobras decorrentes das suas várias atividades de demanda. Por outro lado, de maneira conflitante, sob o ponto de vista econômico da empresa ferroviária, deve-se buscar a plena utilização dos recursos instalados. É obrigação do gestor de pátios conciliar os dois pontos de vista e para isso a mensuração e o monitoramento do percentual de sua utilização é de extrema importância.

Para caracterização deste indicador é necessário apurar periodicamente a quantidade média de vagões que ocupa o pátio ao longo de todo o dia (faixas horárias unitárias) e o resultado é dividido pela capacidade estática do pátio, em número de vagões tipo equivalente. Da distribuição extraem-se a média diária da taxa de ocupação no período observado, seu desvio padrão e os valores máximo e mínimo observados.

A Capacidade estática é o somatório dos comprimentos de todas as linhas ativas de um pátio ferroviário, excluindo-se apenas as linhas de movimento, ou seja, aquelas destinadas à circulação e ao cruzamento de trens na malha ferroviária. A denominação usual de tais linhas é a de linha principal, utilizada para a circulação (passagem de trens pelo pátio) e linha secundária, utilizada para o cruzamento de trens na malha. O vagão tipo é igual ao comprimento médio dos vagões que solicitam o pátio, ponderados pela quantidade observada destes vagões no período observado.

• Quantidade de manobras realizadas por bloco de vagões movimentados (I.2)

O objetivo deste indicador é mensurar e monitorar a eficiência da operação do pátio frente a sua solicitação (grade de trens e programa de atividades de pátio em trens).

A operação eficiente do pátio pode ser definida como sendo aquela com o menor número possível de manobras capaz de atender a sua solicitação. Para tal, o gestor do pátio deve, conhecendo a grade de trens e o programa de atividades de pátio em trens, programar o atendimento do pátio de forma racionalizada e tão otimizada quanto possível, antecipando a ordem sequencial de operações de corte e a alocação dos grupos de vagões às linhas mais apropriadas. Assim, a mensuração e o monitoramento da quantidade de manobras executadas por vagão movimentado são de extrema importância. Essa ferramenta se constitui de elemento de retroanálise da operação, permitindo inferir sobre a qualidade da programação de atendimento do pátio, a eficiência do seu “layout” frente à demanda e sobre a ocorrência de trens cuja formação é inadequada sob o ponto de vista de produtividade do pátio.

A **manobra** é a atividade pela qual um vagão ou grupo (bloco) de vagões é manuseado no pátio, envolvendo as operações de desanexação de vagão em trem, classificação e anexação de vagão a trem de saída do pátio. O número de manobras por vagão é igual à quantidade de vezes em que ele, estando estacionado, é retirado da sua linha de ocupação original para outra linha no pátio.

Para quantificação deste indicador (I2) apura-se periodicamente a quantidade média diária de manobras executadas pelo pátio e a quantidade média diária de blocos de vagões movimentados pelo pátio, sendo-se calculada a divisão dos dois termos e extraindo-se a média diária no período observado.

• **Tempo médio de permanência de vagões em pátio (I.3)**

O objetivo deste indicador é mensurar e monitorar a quantidade de horas que os vagões de classificação permanecem no pátio.

Sob o ponto de vista da eficiência operacional do pátio de classificação, o mesmo deve programar e realizar suas atividades de classificação de maneira a minimizar a quantidade de horas envolvidas nessas operações. Porém, considerando uma dada grade de trens sobre a qual os vagões são desanexados e anexados a trens no pátio, existe um horário pré-estabelecido para a partida desses vagões, sendo assim que não importa o quão rápido pode ser um pátio nas suas operações uma vez que o horário limitante para a saída dos vagões é aquela especificada pela grade. A situação ideal é aquela aonde a programação e a realização de atividades do pátio (desanexação, classificação e conexão com trens de saída) é perfeitamente casada com a grade de trens e ainda, que a circulação dos trens de chegada ao pátio seja tão regular quanto prevista. A mensuração e o monitoramento do tempo de permanência de vagões no pátio é ferramenta fundamental para a gestão do sistema pátio/ grade/ circulação de trens.

Para definição deste indicador deve ser apurado mensalmente o tempo médio de permanência no pátio dos vagões não originados/ destinados ao pátio, excluindo-se os vagões com avarias mecânicas.

• **Desvio de tempo entre atividade de pátio em trem previsto e realizado (I.4)**

O objetivo deste indicador é mensurar e monitorar a eficiência do pátio em cumprir a programação de atividades de pátio em trens (PAT) conforme o estabelecido.

A mensuração e o monitoramento do indicador permitem ao gestor de pátio a identificação da necessidade de ganho de produtividade na realização das atividades programadas ou, caso se verifique a coerência do tempo médio realizado de acordo com a realidade particular do pátio, a revisão do tempo previsto na grade de trens.

Para definição deste indicador são apuradas mensalmente todas as atividades de pátio em trens programadas e executadas (tempos de execução realizados), os tempos de execução previstos e o resultado da divisão entre tais tempos. O indicador é composto da média mensal e desvio padrão do quociente.

3.2. Fluxograma de avaliação operacional

Para o diagnóstico operacional do pátio desejado são utilizados os fluxogramas das figuras 1, 2 e 3 acompanhados dos valores médios (μ) de cada indicador que são comparados com os valores propostos de referência (V.R) conforme Tabela 1 .

Tabela 1: Valores de referência para os indicadores propostos

| Indicador | Valor de Referência (V.R) |
|---|---------------------------|
| I.1 – Taxa de ocupação do pátio | 80% |
| I.2 – Quantidade de manobras por bloco de vagões movimentados | 2,0 |
| I.3 – Tempo médio de permanência de vagão em pátio | 04h00min |
| I.4 – Desvio de tempo entre atividade de pátio em trem previsto e realizado | 30% |

Os fluxogramas das figuras 2 e 3 apresentam a continuidade do Fluxograma da figura 1. A metodologia de análise representada por estes fluxogramas está dividida em 5 fases de análise (destacadas nas figuras). Observe-se que no fluxograma, ao final de cada uma das análises, há uma proposta de medida a ser tomada em função do resultado da mesma. Para melhor entendimento desta metodologia apresenta-se uma descrição de cada fase:

Fase I - Com base no indicador “Taxa de ocupação do pátio” (**I.1**) exclui-se a possibilidade de ocorrência de demanda incompatível com a capacidade do pátio, principalmente, em termos da taxa de chegada de vagões. Porém, a operação do pátio pode ser melhorada (**I.2** maior do que V.R), quer seja através da readequação da infra-estrutura existente (comprimento de linhas e interligações entre as linhas do pátio) ou através de melhoria no nível de programação de atendimento do pátio. Ou seja, uma vez que a taxa de ocupação do pátio é adequada, não se caracteriza de forma crônica a ocorrência de congestionamento do pátio. Porém, é possível alcançar a melhoria do nível de serviço do pátio em termos de redução do tempo médio de manobra, o que diminui o *transit-time* dos vagões e permite ainda a economia de combustível, que é comumente a maior parcela do custo operacional associado ao transporte ferroviário.

Fase II - A carga de trabalho do pátio não é alta e também não existe problema crônico de congestionamento do pátio decorrente do seu arranjo físico ou de ineficiência no

planejamento/ programação de atendimento de manobra, porém podem estar ocorrendo deficiências na execução das manobras no pátio (**I.4** maior do que V.R) ou, ainda, uma situação em que os tempos padrão previstos para as manobras estejam subestimados e precisam ser ajustados à realidade da operação estudada. Exige menor nível de intervenção, porém associado a um menor potencial de ganho operacional.

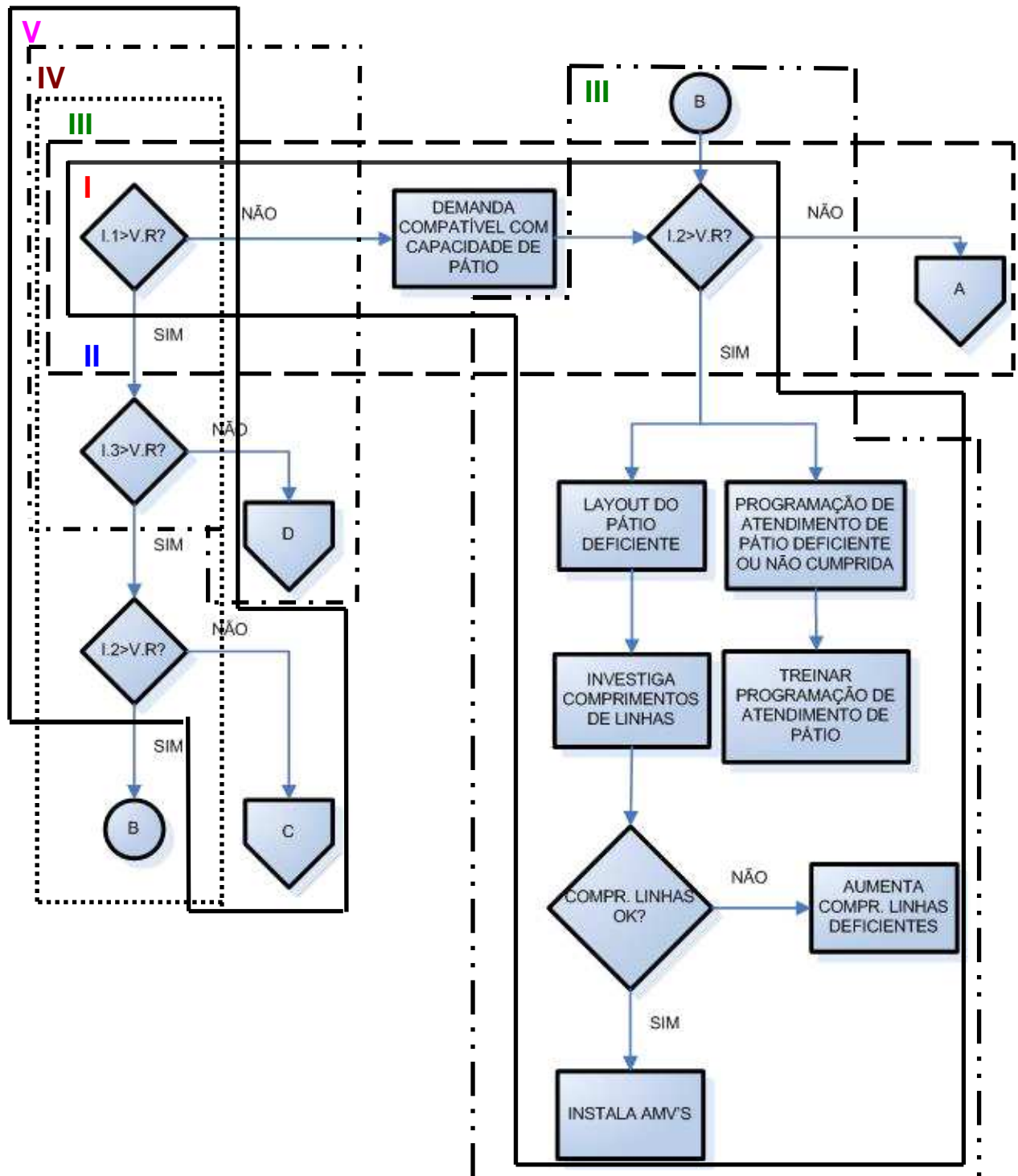


Figura 1: Fluxograma de avaliação operacional, parte 1

Fase III - Existe alto grau de impacto da inadequação do layout do pátio em sua operação (I.1, I.2 e I.3 maiores do que V.R), o que gera congestionamento do pátio e quebra do nível de serviço de forma crônica. Não é possível aferir com precisão se a causa raiz da operação deficiente é a taxa de chegada de vagões, a taxa de processamento do pátio, ou a taxa de saída de vagões em trens a partir do pátio. Há a necessidade de significativas alterações no layout do pátio, principalmente no sentido de aumentar a flexibilidade da operação através da instalação de novos travessões interligando as linhas do pátio, além de ser recomendável que se estabeleça um melhor planejamento do pátio frente à sua demanda, problema esse que em princípio poderia ser imperceptível caso o volume de demanda fosse menor, mas cuja solução é relativamente simples e barata.

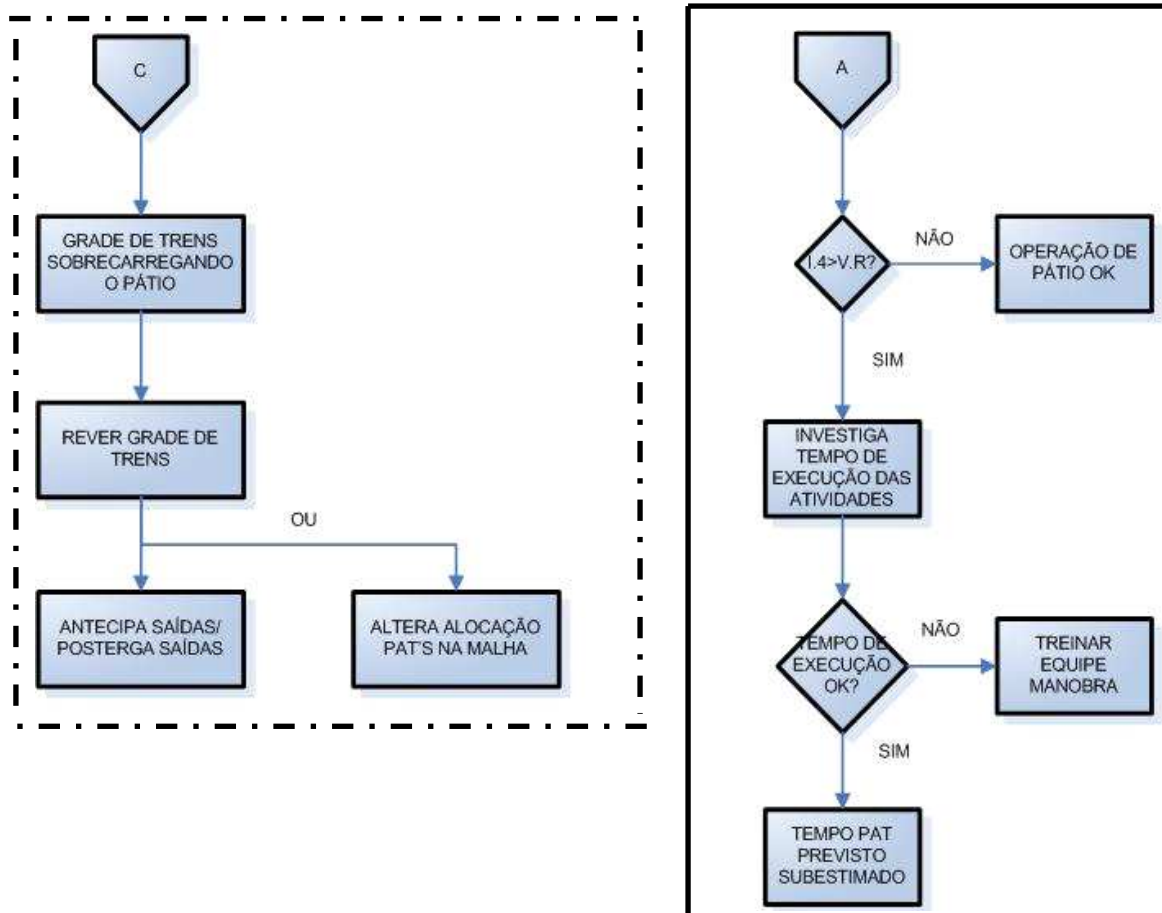


Figura 2: Fluxograma de avaliação operacional, parte2.

Fase IV - O pátio apresenta valores de taxa de ocupação elevados, o que demonstra a ocorrência freqüente de congestionamento do pátio, porém não se caracterizam tempos de permanência de vagões em pátio muito excessivos (I.3 menor do que V.R), o que sugere que a causa do problema seja a alta taxa de chegada de vagões no pátio ou deficiência operacional relativas às atividades iniciais de recebimento dos trens no pátio, como número insuficiente de linhas de recebimento, que são geralmente mais longas do que as linhas de classificação e/ ou um número insuficiente de servidores (máquinas e manobreadores) para início da atividade de classificação e para solucionar o problema, considerando fixa a demanda de trabalho em

termos de volume de carga, ou se aumenta a capacidade do pátio (física e dinâmica) relativa à atividade de recebimento e classificação, ou é revista a grade de trens de forma a redistribuir os horários de chegada de trens, minimizando os picos.

Fase V - Situação semelhante à anterior, porém aqui se caracteriza alta taxa de permanência de vagões em pátio (**I.3** maior do que V.R) indicando que o foco do trabalho de solução do problema deva ser o de alteração da grade de trens, que deve ser feita de forma mais profunda, aumentando o escoamento do pátio, através da saída de um maior número de trens.

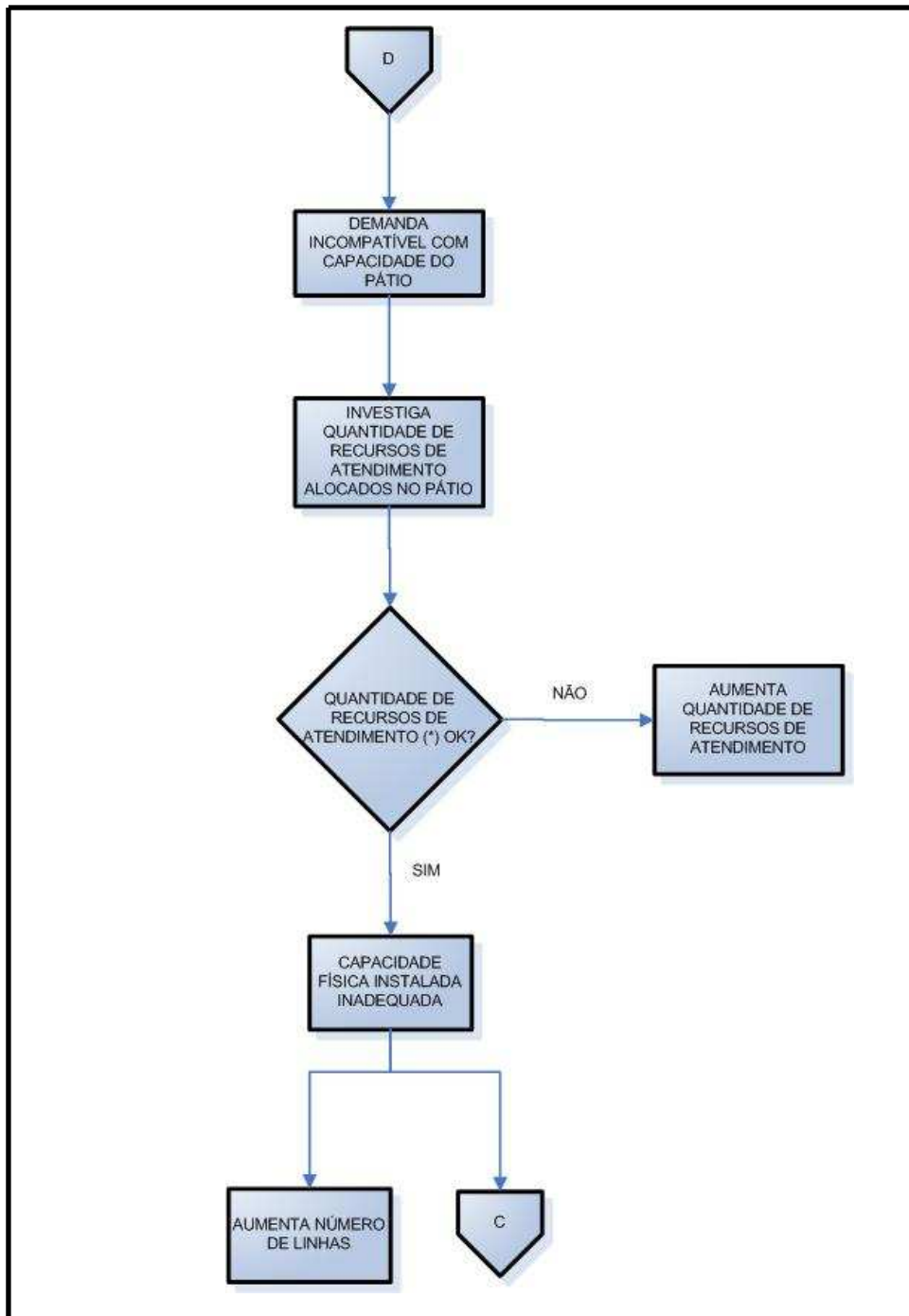


Figura 3: Fluxograma de avaliação operacional, parte 3.

4- CONCLUSÕES

Acredita-se que o objetivo do presente trabalho foi alcançado tendo em vista que a metodologia proposta, frente às duas técnicas de abordagens mais comuns sobre o problema, simulação e teoria de filas, apresenta a vantagem de permitir de forma substancialmente mais simples o monitoramento contínuo da situação operacional de pátios ferroviários de classificação. Podendo, ainda, ser utilizada como ferramenta de retro análise da efetividade de ações para melhoria do desempenho operacional, tais como: planejamento de atendimento de pátio, treinamento operacional em manobra, alterações em atividades programadas de pátio e grade de trens.

A desvantagem do procedimento proposto, em relação às duas técnicas citadas anteriormente, é que ele não permite a avaliação de cenários alternativos de operação, para os quais se deseje estimar a operação frente à alteração de qualquer parâmetro de entrada do modelo construído, embora não tenha sido este o objetivo do trabalho.

Durante a aplicação do procedimento foram encontrados alguns obstáculos que deverão servir para chamar a atenção dos gestores das empresas ferroviárias quanto à necessidade de reestruturação de sistemas de informação e de treinamento dos funcionários quanto ao registro destas informações, ou inclusive quanto à necessidade de melhoria no planejamento da operação em nível de pátio. Isso porque quando a sua operação não é efetivamente medida e avaliada, não são desenvolvidas técnicas orientadas para a melhoria global do sistema de pátios, prevalecendo a melhor operação em um determinado pátio em função de medidas locais isoladas, promovidas pelas pessoas diretamente envolvidas na sua operação, quase sempre baseadas em processos experimentais de tentativa e erro.

Como sugestão para trabalhos futuros, pode-se citar a utilização de técnicas para refinamento dos valores de referência utilizados no fluxograma de avaliação operacional, tais como técnicas estatísticas baseadas em estudos de caso, além do desenvolvimento de lógica de programação para automatizar o diagnóstico da operação através do fluxograma de avaliação proposto.

5- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Gomes, C. M. N.(1982) Análise do desempenho operacional de pátios ferroviários. 304p. Dissertação (Mestrado em Ciências em Transporte) – Instituto Militar de Engenharia
- Martland, C.D. (1982) .PMake Analysis: Predicting rail yard time distributions using probabilistic train connection standards. Transportation science, Baltimore: The Section, v.16, n.1, p.476-506,
- Samuel, H. (1961). Railway operating practice. Odhams Press Limited, Long Acre, London, p.131-151,
- Edwards, J.D. (1992).Transportation planning handbook, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, p.244-249.
- Petersen, E.R., (1977). Railyard Modeling: Part I – Prediction of put-through times. Transportation science, Baltimore: The Section, v.11, n.1, p.37-49.
- Wright, P. H. e ASHFORD, N. J., (1989) Transportation engineering: planning and design, 3.ed., John Wiley and Sons, New York, p.585-586.