



**CENTRO UNIVERSITÁRIO CHRISTUS  
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**PEDRO BRAGA NETO**

**A IMPORTÂNCIA DO PCP COMO FATOR ESTRATÉGICO DE PRODUTIVIDADE  
PARA AS FERROVIAS DENTRO DO SISTEMA DE TRANSPORTES  
BRASILEIRO: UM ESTUDO DE CASO EM UMA FERROVIA DO NORDESTE**

**FORTALEZA  
2022**

PEDRO BRAGA NETO

A IMPORTÂNCIA DO PCP COMO FATOR ESTRATÉGICO DE PRODUTIVIDADE  
PARA AS FERROVIAS DENTRO DO SISTEMA DE TRANSPORTES BRASILEIRO:  
UM ESTUDO DE CASO EM UMA FERROVIA DO NORDESTE

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)  
apresentado ao curso de Engenharia de  
Produção do Centro Universitário Christus,  
como requisito parcial para obtenção do  
título de bacharel em Engenharia de  
Produção.

Orientador (a): Prof. Ms.Davi Garcia

FORTALEZA  
2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Centro Universitário Christus - Unichristus

Gerada automaticamente pelo Sistema de Elaboração de Ficha Catalográfica do Centro Universitário Christus - Unichristus, com dados fornecidos pelo(a) autor(a)

B813i Braga Neto, Pedro.  
A IMPORTÂNCIA DO PCP COMO FATOR ESTRATÉGICO DE  
PRODUTIVIDADE PARA AS FERROVIAS DENTRO DO  
SISTEMA DE TRANSPORTES BRASILEIRO: UM ESTUDO DE  
CASO EM UMA FERROVIA DO NORDESTE / Pedro Braga Neto.  
2022.  
48 f.: il. color.  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Centro  
Universitário Christus - Unichristus, Curso de Engenharia de  
Produção, Fortaleza, 2022.  
Orientação: Prof. Me. Davi Garcia Lopes Pinto.  
1. PCP. 2. Ferrovia. 3. Logística. I. Título.

CDD 658.5

PEDRO BRAGA NETO

A IMPORTÂNCIA DO PCP COMO FATOR ESTRATÉGICO DE PRODUTIVIDADE  
PARA AS FERROVIAS DENTRO DO SISTEMA DE TRANSPORTES BRASILEIRO:  
UM ESTUDO DE CASO EM UMA FERROVIA DO NORDESTE

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)  
apresentado ao curso de Engenharia de  
Produção do Centro Universitário Christus,  
como requisito parcial para obtenção do  
título de bacharel em Engenharia de  
Produção.

Orientador (a): Prof. Ms. Davi Garcia.

Aprovada em:

BANCA EXAMINADORA

---

Davi Garcia Lopes Pinto  
Centro Universitário Christus (UNICHRISTUS)

---

Patrícia Dias Araújo  
Centro Universitário Christus (UNICHRISTUS)

---

César Büdchen Zaccaro de Oliveira  
Centro Universitário Christus (UNICHRISTUS)

## RESUMO

O presente estudo busca mostrar como uma ferrovia do nordeste utiliza a metodologia de Planejamento e Controle da Produção – PCP como fator estratégico de produtividade da operação logística. O objetivo é demonstrar como a aplicação dos pilares desse sistema de gestão da produção possibilita uma maior eficiência no transporte sob trilhos. O desenvolvimento do trabalho baseou-se no estudo de caso na Ferrovia Transnordestina, operadora da Malha Nordeste pertencente à Rede Ferroviária Federal S.A. O método desenvolvido consistiu na análise da atuação do setor de PCP na gestão da produção da operação ferroviária por meio do mapeamento dos processos das atividades referentes ao planejamento dos transportes, programação da circulação de trens e controle de aderência da ordem dos serviços de transportes afim de relacionar a função de cada atividade na produtividade da operação. A efetividade das atividades foi validada através da aplicação de um questionário direcionado ao gerente de operações da ferrovia por meio de uma entrevista de caráter qualitativa e exploratória, embasado em levantamentos bibliográficos sobre a operação ferroviária e a metodologia de gestão da produção PCP.

**Palavras-chave:** Gestão da Produção. PCP. Produtividade. Ferrovia. Transportes.

## **ABSTRACT**

This study seeks to show how a railroad in the Northeast uses the methodology of Production Planning and Control - PCP as a strategic productivity factor of the logistics operation. The objective is to demonstrate how the application of the pillars of this production management system enables greater efficiency in rail transportation. The development of the work was based on the case study of the Transnordestina Railroad, operator of the Northeast Network belonging to the Rede Ferroviária Federal S.A. The method developed consisted of the analysis of the performance of the PCP sector in the production management of the railway operation through the mapping of the processes of activities related to transport planning, train circulation programming and control of adherence of the transport service order in order to relate the function of each activity in the productivity of the operation. The effectiveness of these activities was validated through the application of a questionnaire directed to the railroad operations manager by means of a qualitative and exploratory interview, based on bibliographic surveys about railway operations and the PCP production management methodology.

**Keywords:** Production Management. PCP. Productivity. Railroad. Transports.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Organograma da operação ferroviária.....	16
Figura 2: Tipos de vagão.....	17
Figura 3: Comparação entre o modal rodoviário e o ferroviário.....	23
Figura 4: Cadeia de eventos fornecedor – cliente.....	24
Figura 5: Fluxo iteração estratégia – operação.....	25
Figura 6: Fluxograma de planejamento e controle.....	27
Figura 7: As quatro fases do planejamento e controle.....	29
Figura 8: Transit time ferrovia grande BH.....	30
Figura 9: Atualização transit time ferrovia grande BH.....	32
Figura 10: Malha Nordeste.....	34
Figura 11: Sala do PCP dentro da gerência de operações.....	35
Figura 12: Questionário aplicado ao gestores do PCP.....	36
Figura 13: Procedimento técnico.....	37
Figura 14: Panorama operacional da ferrovia.....	38
Figura 15: Organograma da gerência de operações da ferrovia.....	39
Figura 16: Fluxo de produção da ferrovia .....	40
Figura 17: Programa de transportes – resumo.....	41
Figura 18: Programa de transportes – detalhado.....	41
Figura 19: Ordens de serviço.....	42
Figura 20: Planilha de controle de aderência a O.S.....	43
Figura 21: Gráfico de circulação de trens.....	47
Figura 22: <i>Dashboard</i> de produtividade logística.....	48

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
<b>1.1 Objetivo geral.....</b>	<b>14</b>
<b>1.2 Objetivos específicos.....</b>	<b>14</b>
<b>1.3 Estrutura do Trabalho .....</b>	<b>14</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>16</b>
<b>2.1 Operação ferroviária .....</b>	<b>16</b>
2.1.1 <i>Programa de transportes.....</i>	19
2.1.2 <i>Concessão da malha ferroviária.....</i>	20
<b>2.2 Sistema ferroviário nacional .....</b>	<b>21</b>
2.2.1 <i>Comparação com modal rodoviário.....</i>	22
<b>2.3 Gestão da produção.....</b>	<b>23</b>
2.3.1 <i>Planejamento e controle da produção.....</i>	26
2.3.2 <i>Otimização do planejamento de transportes ferroviário .....</i>	29
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>33</b>
<b>3.1 Classificação da pesquisa.....</b>	<b>33</b>
<b>3.2 Natureza da pesquisa .....</b>	<b>33</b>
<b>3.3 Abordagem .....</b>	<b>33</b>
<b>3.4 Ambiente.....</b>	<b>34</b>
<b>3.5 Procedimentos técnicos .....</b>	<b>35</b>
<b>4 RESULTADOS .....</b>	<b>38</b>
<b>4.1 Operação da ferrovia Transnordestina .....</b>	<b>38</b>
<b>4.2 Os processos do setor de PCP .....</b>	<b>40</b>
4.2.1 <i>Planejamento da produção .....</i>	40
4.2.2 <i>Programação da operação.....</i>	42
4.2.3 <i>Controle da produção.....</i>	44
<b>4.3 Análise da importância do PCP como estratégia de produção.....</b>	<b>49</b>
<b>5 CONCLUSÃO .....</b>	<b>52</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	



## 1 INTRODUÇÃO

A eficiência do transporte ferroviário depende de condições estruturais favoráveis a circulação de trens e movimentação de cargas através de grandes distâncias. A situação atual do modal ferroviário nacional apresenta grandes dificuldades em relação ao seu desenvolvimento e desempenho, isso devido a falta de investimentos governamentais, que segundo Schmidt (2011), desde 1950 tem priorizado o modal rodoviário. Mota (2018) reforça o efeito dessa falta de investimento no modal pela redução na capacidade de transportes devido aos fatores que impactam nas condições de transporte, como a baixa extensão da malha atualmente disponível para operação e o sucateamento da malha ferroviária, onde o material rodante apresenta frequentes ocorrências de avarias.

Dessa forma, o principal desafio para as ferrovias é garantir a disponibilidade dos recursos (material rodante e mão de obra) e desenvolver um programa de transportes que seja produtivo, maximizando o uso dos recursos da ferrovia para aumentar a capacidade de tração e obter o menor nível de ociosidade nos trens. Dessa forma torna-se fundamental a existência de uma metodologia de gestão de recursos dentro da ferrovia para otimizar o *setup* nos terminais de carga e descarga, bem como o *lead time* durante a circulação de trens através da malha.

O Planejamento e Controle de Produção – PCP é uma ferramenta estratégica importante para aprimorar os processos logísticos, aumentando a capacidade produtiva e a competitividade de mercado. A principal função do setor de PCP em uma empresa é equalizar a capacidade produtiva com a demanda do mercado, visando sempre manter disponibilidade dos recursos para promover um nível de utilização que resulte em uma operação produtiva e eficiente (Moreira *et al.* 2014). A atuação do PCP é fundamentada sob os pilares de planejamento, controle e programação dos processos produtivos, onde a empresa consegue ciclo de melhoria contínua, revisando o plano de produção estabelecidos, identificando pontos fortes e fracos da produção e logística, e evitando desvios atacando os problemas de acordo com a ordem de prioridade.

É nesse contexto que esse estudo pretende demonstrar a utilização da metodologia de Planejamento e Controle da Produção – PCP como principal fator estratégico para o aumento da produtividade, onde as atividades logísticas de

armazenagem, transporte e estoque sejam desenvolvidas para que não haja problemas de abastecimento de materiais no fluxo produtivo. Busca-se, portanto, evidenciar como a aplicação dos pilares da metodologia PCP são fundamentais para conseguir um maior aproveitamento dos recursos e aumentar a produtividade operacional.

### **1.1 Objetivo Geral**

Demonstrar a importância das funções exercidas pelo setor de PCP na produtividade operacional de uma ferrovia.

### **1.2 Objetivos Específicos**

- Descrever a operação da ferrovia Transnordestina.
- Identificar os processos do setor de PCP na ferrovia Transnordestina.
- Analise da importância do PCP como estratégia de produção da ferrovia Transnordestina.

### **1.3 Estrutura do trabalho**

O presente trabalho é composto por cinco capítulos:

O primeiro capítulo demonstra o contexto acerca do tema, trazendo uma visão macro para o ambiente do objeto de estudo e necessidade acerca da estratégia adotada.

O segundo capítulo descreve a base teórica sobre o tema do estudo e as vertentes em que esse apresenta, revelando toda a base teórica sobre o contexto abordado: Operação Ferroviária, Gestão da Produção e Planejamento e Controle da Produção.

O terceiro capítulo revela a metodologia utilizada para a produção do trabalho, além das ferramentas utilizadas no processo de análise.

O quarto capítulo traz o estudo de caso, com início no mapeamento do processo operacional da ferrovia, abordando em seguida os conceitos da metodologia

de gestão da produção utilizado na ferrovia e por fim descrevendo as atividades desenvolvidas pelo setor de PCP, analisando a importância do setor para a produtividade da operação logística ferroviária.

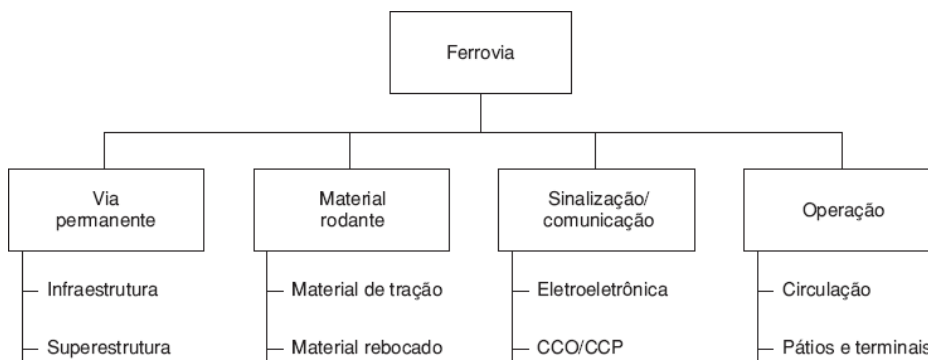
Por fim, o quinto capítulo, apresenta a conclusão sobre os resultados obtidos, buscando responder a problemática da pesquisa e agregar com os próximos estudos sobre o tema.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Operação Ferroviária

O funcionamento de uma ferrovia depende da integração de quatro elementos que compõem o sistema ferroviário: Via Permanente, Material Rodante, Elementos de Comunicação e Operação de transportes. Os elementos da ferrovia são demonstrados através na Figura 1 por meio de um organograma, também em subgrupos, para melhor compreensão da composição dos elementos (ROSA,2016).

Figura 1: Organograma da operação ferroviária.



Fonte: Adaptado de Alvarenga (2015)

Dentro do conceito de organograma, a função dos elementos da Via Permanente é servir como alicerce para a estrutura da estrada de ferro através de obras e técnicas de movimentação que proporcionam a circulação de trens e cargas de forma segura sob os trilhos.

A conservação da via permanente impacta diretamente na produtividade da operação e no desempenho da circulação de trens, através do controle das variáveis de velocidade e peso, onde essas variáveis determinarão a produtividade do transporte (Rosa, 2016).

O material rodante é dividido em material de tração e material rebocado, as locomotivas são os elementos de tração e os vagões são os elementos a serem rebocados. A capacidade dos elementos de tração é o principal fator para o planejamento de transportes, pois o cálculo da potência de tração definirá o quanto de carga poderá ser movimentado. O material rebocado refere-se aos vagões, o local

de armazenagem das cargas, sendo acondicionadas de acordo com as cada tipo de vagão, sendo assim, a escolha pelo tipo de vagão a ser utilizado definirá a forma que será proporcionada maior viabilidade para as operações de carga e descarga (ROSA,2016).

De acordo com Santos (2012), atualmente o sistema ferroviário brasileiro conta com vagões de características e objetivos diferentes para atender aos carregamentos dos principais tipos produtos exportados pelo país. São os principais tipos de vagão: Fechado, Hopper, Plataforma e Tanque. A Figura 2 ilustra como é a estrutura de cada tipo de vagão.

Figura 2: Tipos de vagão



**FECHADO**



**HOPPER**



**PLATAFORMA**



**TANQUE**

Fonte: Autor (2021)

Os vagões do tipo Fechado são próprios para o transporte de produtos

aconicionados em sacos, como o cimento ensacado, pois a característica desse vagão é de ser totalmente vedado, assim não há a possibilidade de a carga ser obstruída pela chuva; Os vagões do tipo Hopper são próprios para os carregamentos de produtos à granel, pois nesse tipo há uma abertura na parte superior que possibilita que o carregamento seja realizado através de moegas que despejam o produto na parte superior do vagão; Os vagões tipo Plataforma são utilizados para o recebimento de cargas de maiores dimensões, como produtos siderúrgicos, que não necessitam de uma proteção para as condições climáticas, além de ser preciso um maior espaço para ser acomodada; Por fim, os vagões tipo Tanque são específicos para o transporte de líquidos e são utilizados em sua maioria para o transporte de combustíveis e seus derivados (SANTOS, 2012).

De acordo com Alvarenga (2015), o controle sobre a disponibilidade do material rodante é fundamental para o cumprimento da programação de trens, pois o volume total de mercadoria a ser movimentada dependerá da quantidade de vagões disponíveis, onde a produtividade do transporte depende da quantidade de cargas que poderá ser transportada por viagem.

Sobre os elementos de comunicação, Rosa (2016) determina ser também para estratégia da operação, uma vez que é o elemento suporte da circulação dos trens, sendo a base para as tomadas de decisão referente as movimentações do material rodante, onde o fluxo das informações da operação é controlado através do Centro de Controle Operacional (CCO), cuja função principal é coordenar toda a execução da programação de transportes que é direcionada pelo setor de PCP.

Santos (2012) agrega também, relatando a importância dos elementos de comunicação pois através do controle das atividades de execução torna mais segura a movimentação dos trens, onde a circulação é coordenada de acordo com as limitações de velocidade e direção, através de um intervalo de espaço e de tempo, o que viabiliza uma maior quantidade de trens e cargas circulando em um mesmo período.

A função do elemento operação é resumido por Rosa (2016) através das atividades envolvidas na execução do cronograma de carregamento e descarregamento do volume de cargas, controlando horários de partida, circulação, chegadas e tempos de manobras nos pátios e terminais, onde o objetivo é promover um *lead time* carga e descarga necessário para cumprir a programação de

transportes.

Alvarenga (2015), define a operação como a área que integra todos os elementos da ferrovia, concatenando as funções de cada área com objetivo de dar ritmo e dinâmica ferroviária.

### *2.1.1 Programa de Transportes*

O programa de transporte nada mais é do que o cronograma das movimentações de cargas, onde é informada em forma de documento, a quantidade de carregamentos necessários por período, os locais de origem e destino do fluxo de transporte de cada cliente. O programa de transportes distribui o volume de cargas em lotes e que são movimentados de forma diária (Alvarenga, 2015).

De acordo com Rosa (2016), a relação entre o elemento de Comunicação e o elemento de Operação acontece a partir do planejamento da produção dos transportes pelo PCP, onde para a execução da operação se faz necessário que o CCO desenvolva a programação da circulação dos trens para atender a demanda comercial.

De acordo com Alvarenga (2020), o volume de circulação de trens depende das atividades relacionadas a distribuição dos recursos da ferrovia, onde essas atividades estão ligadas ao controle do material rodante (locomotivas e vagões) e da mão de obra (maquinistas, agentes de estação e operadores de carga), de modo que cada atividade pode ser descrita da seguinte forma:

- Controle de locomotivas: atividades relacionadas ao controle de toda frota, distribuindo e direcionando o material rodante de tração para a demanda de trens e atendendo as necessidades de manutenção preventiva e corretiva, além de programar os abastecimentos de combustível nos pátios.
- Controle de vagões: atividades relacionadas ao controle de toda frota, distribuindo e direcionando o material rodante rebocada com foco na distribuição dos vagões com situação de vazios, para que sejam ofertados nos terminais de carregamento conforme a demanda imposta pelo programa de transportes.
- Controle da mão de obra: atividades relacionadas ao gerenciamento das escalas de trabalho, pois a operação ferroviária funciona 24h e, devido as grandes distâncias percorridas, a jornada de trabalho dos colaboradores encerram antes da

chegada do trem no destino.

### *2.1.2 Concessão da malha ferroviária*

A Agência Nacional de Transporte Terrestre é o órgão governamental responsável por supervisionar a exploração da infraestrutura ferroviária do país, onde o objetivo é garantir que o transporte de pessoas e cargas seja realizado de forma eficiente e segura. Como elemento fiscalizador, a ANTT exige das empresas que detêm a concessão da malha ferroviária a execução de relatórios mensais sobre a utilização e o desempenho de cada operação ferroviária, de modo que os relatórios são enviados através do Sistema de Acompanhamento e Fiscalização do Transporte Ferroviário – SAFF, e posteriormente analisados para fins de correção dos contratos de concessão. (ANTT,2021).

Segundo a Resolução DG/ANTT/MT 44/2002, os indicadores operacionais são vinculados a produtividade do transporte ferroviário, onde os indicadores são:

- Desempenho do trem formado: Esse indicador contempla a quantidade de trens formados no período, também levando em consideração a distância percorrida e o tempo do transporte desses trens.
- Desempenho de locomotivas: Esse indicador contempla o consumo dos veículos de tração, a utilização e principalmente a Tonelada Útil (TU) e a Tonelada por Quilômetro Útil (TKU) tracionada.
- Desempenho de vagão: Esse indicador contempla a utilização, o número de carregamentos, levando também em consideração a TU e TKU tracionada.
- Fluxo de mercadorias transportadas (Fluxo Comercial e Fluxo Interno) : Esse indicador contempla as informações de mercadorias transportadas, sendo levadas em consideração a distância percorrida, a quantidade de carregamentos, bem como também, a TU e TKU executada para cada fluxo.

A concessão da malha ferroviária, apesar de permitir um controle maior sobre o sistema por parte das empresas, traz um peso maior na necessidade de um planejamento eficiente do fluxo de transportes, pois a concessão determina os parâmetros de desempenho a serem alcançados para manutenção do contrato de concessão (VENKOVSKY, 2011).



## 2.2 Sistema Ferroviário Nacional

No Brasil as primeiras ferrovias surgiram a partir da necessidade de escoar toda a produção agrícola para os centros urbanos, com objetivo de aumentar a capacidade produtiva e proporcionar o crescimento de tais centros através do escoamento da produção em longos trajetos. Além disso, o governo também percebeu que o transporte sob trilhos era uma tendência no desenvolvimento da economia mundial, e era necessário que o Brasil acompanhasse esse desenvolvimento para conseguir manter o país como principal exportador de *commodities* (ANTF, 2021).

De acordo com SCHMIDT (2011) o ápice da utilização de ferrovias ocorreu no século XX, quando o café se tornou o principal produto de exportação, o que trouxe a necessidade de se investir na expansão malha ferroviária, proporcionando a movimentação de uma maior quantidade desse produto aos portos.

Dessa forma, as ferrovias passaram por esse momento de obtenção de investimentos, fase que durou até o período pós primeira guerra, quando a captação de recursos por parte do governo foi reduzida por conta das consequências do pós guerra, sendo necessário priorizar a distribuição dos investimentos, onde nos períodos subsequentes favoreceram o desenvolvimento das rodovias e deixando o modal ferroviário estagnado, fato que tornou a atual infraestrutura ferroviária sucateada. Esse contexto é um ponto importante para a compreensão sobre a situação atual da infraestrutura ferroviária e do motivo pelo qual esse modal é preterido em relação ao rodoviário para lidar com as questões de logística nacional (ANTF, 2021).

O panorama de estagnação das ferrovias só foi alterado com o início do programa de desestatização da malha ferroviária, onde a situação vivida pela até então Rede Ferroviária Federal S.A. – RFFSA era de uma operação ineficiente, onde a produção não viabilizava o investimento feito na infraestrutura da malha ferroviária nacional.

A ineficiência na operação da RFFSA foi confirmada pela análise do Departamento Nacional de Infraestrutura de transporte – DNIT, que concluiu a situação da RFFSA afirmando que “A empresa suportava sério desequilíbrio técnico-operacional, decorrente da degradação da infra e da superestrutura dos seus principais segmentos de bitola métrica e da postergação da manutenção de material rodante, que ocasionaram expressiva perda de mercado para o modal rodoviário”. Foi

devido a esse contexto que o governo federal necessitou colocar em prática o processo de concessão da malha ferroviária (DNIT, 2021).

A concessão iniciou a partir da adição da RFFSA na Lei n.º 8.031/90, que instituiu o Programa Nacional de Desestatização – PND através do Decreto n.º 473, e foi por meio desse instrumento que as ferrovias retornaram a operar com condições de competir com outros modais, pois após a iniciativa privada obter autonomia sob a malha ferroviária, houve o retorno dos investimentos nesse modal (DNIT, 2021).

### *2.2.1 Comparação com o modal rodoviário*

O modal ferroviário realiza o transporte através de um sistema autoguiado, e com capacidade de movimentação a um baixo custo devido a eficiência energética relacionada ao volume transportado. Segundo SCHMIDT (2011), essas características tornam esse modal mais adequado para o transporte de grandes volumes, uma vez que possibilita o escoamento da produção entre cidades, regiões e estados. Ainda há ganhos no que se refere a sustentabilidade da operação logística em razão da maior eficiência energética, onde os trens acabam consumindo menos combustível para cada tonelada movimentada (ROSA, 2016).

Também há vantagem na utilização do modal ferroviário quando verificamos um aumento no escoamento de produtos destinados a exportação através do modal, como acontece no agronegócio e na siderurgia, onde de acordo com os dados do IBGE (2019), em decorrência do encarecimento do custo do frete, houve uma redução do percentual do transporte de cargas para movimentações através do modal rodoviário, que era de 61%.

Neste sentido, a matriz de transportes corresponde aos percentuais de participação dos modais na operação de transportes do país, onde os custos de movimentação são decisivos para a escolha do modal que mais compensará os custos da produção nacional. Sendo assim, o balanceamento da matriz de transportes tem impacto direto no crescimento econômico em razão do custo produzido pela mesma (Motta, 2018).

O modo com que o país realiza o transporte impacta diretamente no crescimento econômico devido aos custos envolvidos no escoamento da produção de mercadorias de maneira que cheguem aos pontos de consumo (VENKOVSKY, 2011).

No contexto de condições para movimentação de cargas, fatores como a falta de pavimentação e o custo elevado do diesel, são desfavoráveis para a utilização das rodovias em viagens de longas distâncias, em contrapartida, o modal ferroviário viabiliza esse tipo de transporte pela possibilidade de movimentação de grandes volumes de cargas em uma só viagem (CNT, 2013). A Figura 3 demonstra um comparativo em relação ao custo entre os principais modais:

Figura 3: Comparação entre o modal rodoviário e o ferroviário.

Indicador	Modal Ferroviário	Modal Rodoviário
Unidades equivalentes	2,9 comboios Hopper, 86 vagões de 70 t	172 carretas de 35 t
Consumo médio de combustível para transportar uma tonelada por mil quilômetros	5,7 litros	15,4 litros
Emissão de gás carbônico (gCO <sub>2</sub> /TKU)	23,3	101,2
Custo médio de transporte, carga geral por 1.000 km (R\$/t)	R\$ 67,54	R\$ 239,74

Fonte: CNT (2018)

Ainda referente ao custo operacional, o modal ferroviário apresenta custos fixos elevados devido a necessidade de haver uma infraestrutura para dar suporte a operação, porém esse modal apresenta um custo variável relativamente baixo, caracterizado pela eficiência energética desse tipo de transporte, que por sua vez possibilita a redução no custo do frete em relação ao modal rodoviário (ROSA,2016).

### 2.3 Gestão da produção

Uma empresa ou organização é uma entidade que funciona com objetivo de produzir bens e serviços através da utilização de fatores produtivos para atender as necessidades da sociedade. Entretanto, os recursos para produção são elementos finitos e, devido a isso, há necessidade de gerenciar a utilização de uma forma sustentável para que a produção seja contínua e possa sempre estar atendendo os anseios sociais (KUAZAQUI, 2019).

Kuazaqui (2019) resume o processo de gestão da produção como um planejamento que relaciona as atividades vitais para a sustentabilidade das empresas relacionando estratégias de mercado e de operação, onde a partir desse planejamento

é feito o controle das questões relacionadas aos negócios da empresa, seus colaboradores, fornecedores e clientes.

De acordo com Balcão (2019), a empresa obtém um aumento na produtividade quando conhece a capacidade produtiva do seu sistema de produção, onde esse sistema deve estar intimamente relacionado com as estratégias da organização, de modo que as características do sistema produtivo, como a capacidade e a produtividade, devem ser consideradas como fatores determinantes para a formulação da estratégia da empresa (Lobo, 2014).

A Figura 4 demonstra a relação entre os processos essenciais para o funcionamento da empresa considerando o fluxo de eventos, que vão desde os fornecedores, passam pela cadeia de suprimentos, pelo beneficiamento dos materiais, até a chegada do produto acabado aos clientes.

Figura 4: Cadeia de eventos Fornecedor-Cliente



Fonte: Adaptado de RUMMLER E BRACHE (1994)

Para Kuazaqui (2019), uma organização aumenta sua produtividade na medida em que aumenta também o nível de gestão dos seus recursos, sendo uma gestão eficiente aquela que busca executar novos métodos para a utilização dos recursos de forma que seja possível reduzir os desperdícios, otimizando assim a operação.

Para uma gestão eficiente da produção deve haver uma integração entre

todos os setores, de forma que cada parte envolvida na transmissão de informações relevantes para o desempenho do setor produtivo se responsabilize por desenvolver atividades relacionadas ao planejamento não só operacional, mas também ao planejamento tático e estratégico, sendo assim, a forma com que a empresa estrutura os processos e toma as decisões em cada nível hierárquico é que determinará a proporção dos seus resultados (KUAZAQUI, 2019).

Sendo assim, o desenvolvimento da gestão da produção deve focar sua atenção nos setores e atividades que geram um valor agregado, fazendo com que a forma de beneficiar um bem ou serviço seja relevante para a satisfação do cliente final. A figura 5 demonstra o fluxo de iteração entre a estratégia e a operação (IRELAND, HOSKISSON e HITT, 2015).

Figura 5: Fluxo de iteração Estratégia - Operação



Fonte: Adaptado de RUMMLER E BRACHE (1994)

Conforme anteriormente mencionado, as atividades do setor produtivo estão relacionadas com planejamento da produção desde o nível estratégico até o nível operacional, sendo a gestão da produção a engrenagem principal para gerar vantagem competitiva, a qual é coordenada pelas atividades de planejamento e controle do sistema produtivo, bem como sendo essas atividades desenvolvidas pelo setor de Planejamento e Controle da Produção – PCP, visto que função dessa área está intrinsecamente relacionada ao controle da utilização dos recursos e da produção.

Portanto, traduzimos a importância do PCP na forma em que este proporciona sustentabilidade e continuidade no processo produtivo, sendo assim um fator importante para o planejamento estratégico de uma empresa. (Lobo, 2014)

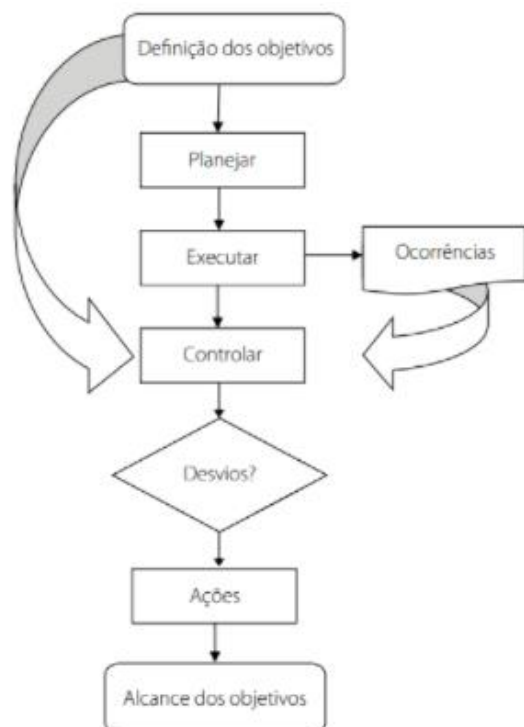
### *2.3.1 Planejamento e Controle da Produção*

O conceito de Planejamento e Controle da Produção - PCP de acordo com Lozada *et al.* (2017) “surgiu no início do século XX tendo como um de seus precursores Henry Gantt, que desenvolvia cálculos manuais relacionados à produção, a fim de apurar informações como tempo e capacidade de produção” sendo a função principal, ainda de acordo com Lozada *et al.* (2017) “planejar e orientar a produção, fornecendo os planos que servirão de guia para o desempenho e controle da atividade produtiva”.

De acordo com Batalha (2019) o objetivo do setor é planejar ações que irão direcionar o processo produtivo, bem como atividades de controle desses processos. Sendo assim, o funcionamento do PCP passa por um conjunto de ações inter-relacionadas que comandam a produção e coordenam junto com os demais setores envolvidos na operação da empresa. Dessa forma, a principal função do setor é planejar e formular maneiras de organizar o fluxo produtivo controlando a utilização dos recursos materiais e da mão de obra através da implementação das ações de correções para as dispersões no planejamento, tratando os eventuais desvios e reduzindo a taxa de perdas e desperdícios na produção.

A gestão da produção e o controle de recursos estão relacionados com os processos de planejamento e acompanhamento, tendo como intuito tratar os possíveis desvios da operação e garantir que o cronograma de produção seja cumprido Lozada *et al.* (2017). A Figura 6 representa o fluxo operacional do PCP.

Figura 6: Fluxograma de planejamento e controle.



Fonte: Adaptado de Lozada et al.(2017)

Os processos do PCP envolvem as atividades da produção através da consolidação das informações necessárias para a execução do cronograma do planejamento da produção, normalmente estruturado como uma instrução chamada ordem de serviço/produção (BATALHA, 2019).

De acordo com Martins e Laugeni (2010), uma ordem de produção é um documento que descreve os parâmetros para a execução da produção, onde neste constam informações sobre quando, quanto, como e onde o processo produtivo deve ser executado. O desenvolvimento de tais ordens faz parte do processo da gestão da produção, bem como das atividades de acompanhamento e controle da produção, como por exemplo: Requisição de materiais, *Check-list* de controle da qualidade e especificações, Roteiros e normas de produção, e todas as atividades relacionadas a fabricação (FILHO, 2012).

Para Lobo (2014), a requisição, alocação e utilização de recursos são atividades essenciais desenvolvidas pelo PCP para a gestão da produção, onde o principal objetivo é controlar a disponibilidade e utilização dos recursos, bem como promover a sinergia entre a cadeia de suprimentos, a produção e a distribuição do produto acabado.

Ainda de acordo com Lobo (2014), a implementação do PCP através das

atividades de acompanhamento e controle possibilita que haja correções do processo de produção, reduzindo cada vez mais os erros e eliminando gargalos que impactam na produtividade.

No contexto de garantir a alocação e utilização dos recursos para o processo produtivo, o PCP atua através do desenvolvimento de atividades importantes para que os recursos sejam distribuídos no tempo, local e quantidades exatas para que não haja desperdícios, levando assim a uma produção enxuta (BATALHA, 2019).

Lozada *et al.* (2017) reforça essa ideia ao afirmar que o PCP tem uma função organizacional vital para a gestão dos recursos através das atividades que possibilitam o equilíbrio entre a demanda comercial e a capacidade operacional, onde através do planejamento e controle dos insumos de produção, a operação passa a ser realizada de modo a evitar excessos e produzindo apenas a quantidade necessária.

Para uma operação eficiente e produtiva, Lozada *et al.* (2017) descreve como as atividades essenciais: análise da capacidade produtiva, elaboração de um procedimento operacional padrão, e programação de um cronograma da produção, onde a função dessas atividades pode ser descrita da seguinte forma:

- Análise da capacidade produtiva: avaliação do nível de atividade esperado para cada parte da operação, por meio da alocação das tarefas e dos recursos.
- Elaboração de Procedimento Operacional Padrão: definição da ordem em que as tarefas serão realizadas nos processos, por meio de um conjunto detalhado de decisões, que sequenciam as atividades por prioridade.
- Programação do cronograma da produção: definição do momento e período em que cada atividade deve ser realizada.

A eficiência está intrinsecamente relacionada ao nível de redução de desperdícios por diminuir custos que não agregam ao produto ou serviço, onde os desperdícios podem ser de ordem temporal ou física, sendo o aumento do *setup* (tempo preparação para a produção) de produção um exemplo de fator de desperdício de ordem temporal, e perdas de matéria-prima para representar um desperdício de ordem física, seja por um defeito de equipamento ou método de estocagem (LOZADA *et al.*, 2017).

Ainda sobre a ótica de eficiência no processo produtivo, o PCP é

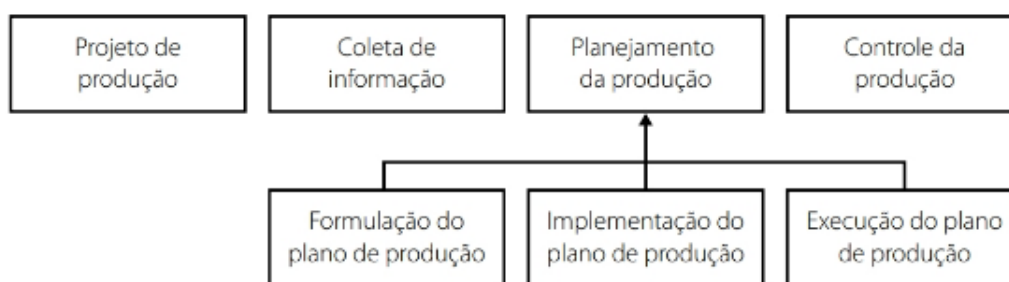


encarregado de concatenar todos os dados e informações da operação, onde Lozada *et al.* (2017) descreve esse processo sendo executado através de quatro fases. A primeira fase é relacionada a coleta de informações dos equipamentos e máquinas envolvidos no processo produtivo, identificando o volume de produção proposto por cada equipamento. A segunda fase é relacionada a avaliação da capacidade produtiva ligada ao volume de produção alocado aos recursos disponíveis. Na terceira fase é desenvolvido o planejamento da produção propriamente dito, onde é feita a análise da demanda comercial a ser atendida com a capacidade de produção estabelecida na operação, com o intuito de elaborar uma programação para a produção. Por fim, na quarta fase é feito o acompanhamento e controle da produção, identificando os gargalos e analisando alternativas de melhorias no processo.

Batalha (2019) resume as quatro fases da função do PCP através do acompanhamento da produção com ações de controle, atuando nas correções e padronizando as ações que foram bem sucedidas, além de produzir procedimentos operacionais padrão, onde a finalidade é facilitar a execução e o controle das atividades operacionais, garantindo assim a qualidade do processo.

A Figura 7 demonstra como as quatro fases do processo de consolidação das informações da operação executada pelo PCP para elaboração do plano de produção.

Figura 7: As quatro fases do planejamento e controle.



Fonte: Adaptado de Lozada et al.(2017)

### 2.3.2 Otimização do Planejamento de Transporte Ferroviário

Em 2014 na cidade de São Paulo ocorreu o 33º Seminário de Logística – Suprimentos, PCP e Transportes, onde foram abordados temas sobre gargalos logísticos decorrentes da falta de investimento e infraestrutura que proporcione um

transporte mais veloz, eficiente e que apresente baixo custo de implementação.

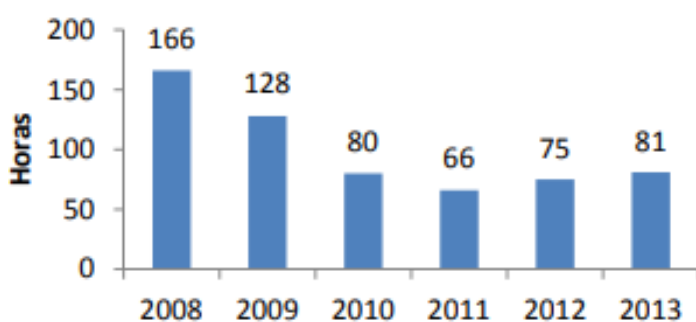
De acordo com o artigo publicado por Cunha *et al* (2014), a falta de investimento no setor aliado a histórica falta de planejamento governamental trouxe para os prestadores do serviço de transportes a necessidade de gerenciar cada vez melhor os recursos e os processos da operação, sendo assim a única forma para acompanhar a crescente demanda do volume de carga.

Para Pavel (2018), a falta de investimento em ferrovias compromete a produtividade do modal ferroviário por conta das restrições com velocidade e disponibilidade de material rodante, fatores que aumentam o custo da operação em consequência da perda de oportunidade na capacidade produtiva estimada pelas características do transporte através de ferrovias.

O estudo publicado por Cunha *et al.* (2014) demonstrou como a falta de planejamento na infraestrutura da malha ferroviária da região grande de Belo Horizonte prejudicou o fluxo ferroviário gerando um alto *lead time*, tornando assim um sistema ineficiente, promovendo atrasos nas entregas.

A otimização do fluxo do transporte ferroviário na Região da Grande Belo Horizonte passou pela análise do processo logístico que envolveu todas as etapas, desde a oferta do estoque de produtos do cliente, passando pelas operações de carregamento (armazenagem), transporte, e finalizando com as atividades de descarregamento e entrega do produto no destino. O objetivo do estudo foi promover a redução de *lead time* para 36 horas, onde nos últimos seis anos da data de realização do estudo o menor tempo foi de 66 horas, conforme foi mostrado na Figura 8 (Cunha *et al.*, 2014).

Figura 8: *Transit Time* Ferrovia para Grande BH



Fonte: Adaptado de Cunha *et al.*(2014)

O gargalo que provoca um *lead time* alto em relação a meta do fluxo

ferroviário para a região ocorre devido a falta de planejamento dos trechos da região que recebem a malha ferroviária, pois impedem a capacidade de transporte da ferrovia ocasionando a falta de vagões disponíveis em função do congestionamento do fluxo de transporte (Cunha *et al.*, 2014).

A falta de planejamento também reflete a necessidade de redução da velocidade de tráfego do trem em decorrência do sucateamento dos trilhos, fato que gera aumento do *transit time* e conseqüentemente onera o processo de atendimento ao cliente (Pavel, 2018).

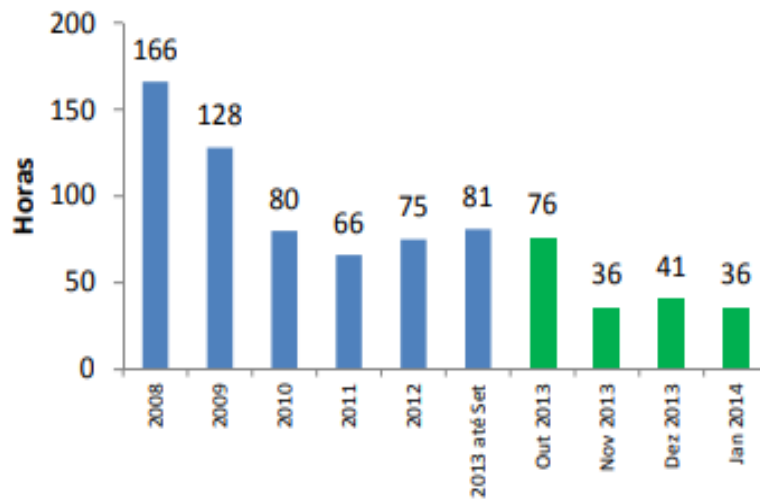
De acordo com levantamento da CNI em 2018, apontou-se que o impacto da falta de recursos para a operação ferroviária é a principal responsável pela alto índice de acidentes no modal, sendo um total de 53% da malha ferroviária brasileira sem condições de operação (CNI, 2018).

Para as questões tratadas no estudo feito por Cunha *et al.* (2014), as ações para que levaram ao solução do gargalo de *lead time* elevado ocorreu através da implementação de um sistema integrador que uniu as informações de operação integrando eletronicamente toda o processo de distribuição.

Para o sucesso da utilização desse sistema foram definidos como parâmetros a possibilidade de realizar atividades como:

- Controle de estoques
- Aumento da disponibilidade dos vagões
- Proporcionar o aproveitamento de armazenagem máxima dos vagões
- Compatibilizar a capacidade de transporte com a demanda do cliente

O resultado das ações propostas por Cunha *et al.* (2014) proporcionou a redução do *lead time* da operação em decorrência da otimização do planejamento da circulação dos trens devido ao controle das informações da operações integradas pelo sistema implementado. A Figura 9 demonstra a redução no *Transit Time* a partir das ações para otimização do planejamento.

Figura 9: Atualização do *Transit Time* da Ferrovia para Grande BH

Fonte: Adaptado de Cunha *et al.* (2014)

O estudo feito pela CNI corrobora com as ideias desenvolvidas no trabalho de Cunha *et al* (2014), pois concluem que para solucionar gargalos logísticos é fundamental o investimento em processos que atuem na conectividade dos sistemas de transportes.

A integração das informações de todos os envolvidos na cadeia de abastecimento e controle de recursos é um processo fundamental para a manutenção da eficiência da produção para a dinâmica dos processos logísticos em um cenário de falta de planejamento e investimento em infraestrutura. (Cunha *et al.* 2014)

### **3 METODOLOGIA**

O procedimento metodológico utilizado no desenvolvimento desse trabalho iniciou-se com a classificação, a natureza e o tipo de abordagem da pesquisa. Em seguida, foi descrito o ambiente onde o trabalho foi desenvolvido, logo após foi apresentado o procedimento técnico para a coleta de dados e por fim realizado a análise das ideias que foram abordadas.

#### **3.1 Classificação da pesquisa**

A pesquisa classifica-se como descritiva-exploratória. Descritiva pois pretende demonstrar como o sistema de PCP impacta na produtividade da operação logística da ferrovia Transnordestina. Exploratória pois o modal ferroviário ainda é pouco desenvolvido no Brasil quanto a sua capacidade de utilização, onde foi necessário realizar a coleta de dados por meio de entrevistas e pesquisas bibliográficas de artigos e publicações relacionados as características do modal ferroviário, bem como o impacto da disponibilidade dos recursos operacionais da ferrovia na produtividade do transporte de cargas.

#### **3.2 Natureza da pesquisa**

A pesquisa é de natureza aplicada, sendo um estudo de caso sobre a atuação da metodologia PCP na operação ferroviária, descrevendo e analisando os parâmetros de produtividade utilizados pelo setor de PCP nos processos de planejamento de transportes, programação de trens e controle de aderência às ordens de serviços de cada trem. Logo, o objeto deste trabalho é avaliar a importância do PCP para a operação de transportes.

#### **3.3 Abordagem**

O estudo foi produzido através da análise da aplicação de conceitos teóricos que não podem ser quantificados quanto ao seu nível de aplicação. (Almeida, 2019). Sendo assim, o presente trabalho foi realizado com uma abordagem qualitativa,

descrevendo a importância do PCP através da síntese geral do nível de produtividade da ferrovia Transnordestina dentro das condições de concessão estabelecidos para a utilização da Malha Nordeste para operação logística.

### 3.4 Ambiente

A ferrovia Transnordestina é uma empresa privada, que oferta soluções logísticas integradas para atender o transporte de cargas da região Nordeste do Brasil com foco no agronegócio e na indústria mineral. O trecho operacional da Transnordestina tem 1.753 km de extensão fazendo a conexão entre o porto Eliseu Martins, no sertão do Piauí, e os portos do Pecém e Suape, no Ceará e em Pernambuco. Atualmente a Transnordestina conta com uma frota de 105 locomotivas e 1.377 vagões e em 2021, movimentou 2,9 milhões de toneladas, sendo 1,5 milhão de toneladas de celulose, 621 mil litros de combustíveis e 322 mil toneladas de cimento e seus insumos. A Figura 10 demonstra a Malha Nordeste, identificando os trechos operacionais e não operacionais.

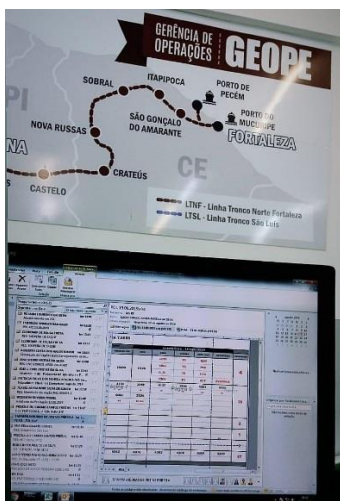
Figura 10: Malha Nordeste.



Fonte: Autor (2022)

A pesquisa foi elaborada na sede Matriz, localizada na cidade Fortaleza, dentro da gerência de operações, demonstrado na Figura 11. O foco do estudo foi setor de PCP da ferrovia.

Figura 11 - Sala do PCP dentro da Gerência de Operações



Fonte: Autor (2022)

### 3.5 Procedimento Técnico

Com o objetivo de entender como o setor de PCP da ferrovia Transnordestina impacta na produtividade da operação logística, foi feito um estudo de caso sobre as atividades desenvolvidas pelo PCP por meio do mapeamento dos processos desenvolvidos no setor e análise do principal indicador de desempenho da produção utilizado pelo PCP. Denominado de aderência à ordem de serviço, esse indicador sintetiza todo o panorama operacional da ferrovia e reflete o desempenho da operação a partir do processo comparativo entre o planejamento e a execução das ordens de serviço. O cálculo do indicador de aderência à ordem de serviço é feito a partir da média ponderada de quatro parâmetros de produtividade: *on time*, capacidade de tração, volume transportado e eficiência do trem.

No primeiro momento, foram obtidas as informações do indicador de desempenho acerca dos transportes realizados no mês de junho de 2022, essa informações foram cedidas pelo Coordenador do PCP e retiradas do sistema de MRP (Manufacturing Resource Planning - Planejamento de Recursos de Produção, em português) da ferrovia.

Em seguida, foi elaborada uma entrevista em forma de questionário baseada nas publicações bibliográficas sobre operação ferroviária e metodologia de gestão da produção como forma de dar o embasamento teórico para o entendimento da dinâmica do planejamento da logística do transporte ferroviário. O objetivo é validar importância que o setor de PCP exerce em relação a operação do transporte de cargas da ferrovia.

As perguntas elaboradas no questionário estão descritas na Figura 12 e foi submetido aos responsáveis pelo setor de operações da ferrovia como ferramenta de coleta das informações pertinentes ao setor de PCP e sua importância dentro da gestão da produção.

Figura 12: Questionário aplicado ao gestores do PCP

SOBRE O ENTREVISTADO
Colaborador:
Cargo:
Tempo de atuação na função:
SOBRE A OPERAÇÃO DA FERROVIA TRANSNORDESTINA
01. Qual é a estrutura organizacional da ferrovia? Qual a função de cada setor?
02. Como funciona a operação ferroviária da Transnordestina?
03. Quais são os principais gargalos da operação?
SOBRE O SETOR DE PLANEAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO
05. Como funciona o setor de PCP da Transnordestina?
06. Quais as atividades desenvolvidas pelo setor?
07. Como as atividades são executadas?
08. O setor utiliza um indicador de desempenho para avaliar a produtividade das atividades?
09. Existe uma meta estabelecida?
10. Quais as metas estabelecidas?
11. Quem é responsável por monitorá-los?
12. As fontes de informações são confiáveis?
( ) Sim
( ) Não
13. Existe relação entre o indicador de desempenho e as decisões do PCP para a empresa
( ) Sim
( ) Não

Fonte: Autor (2022)



A validação da importância da aplicação dos pilares do PCP na operação ferroviária e como isso impacta no resultado do serviço de transporte prestado pela Transnordestina foi baseada em duas premissas:

1. Conhecer como funciona o setor de PCP da ferrovia.
2. Analisar o método de controle da produtividade da operação ferroviária.

Com isso, será realizada uma análise acerca da relação das informações coletadas por meio das pesquisas bibliográficas com o feedback extraído do questionário aplicado ao elemento prático. A Figura 13 descreve a sequência do procedimento metodológico.

Figura 13: Procedimento técnico

<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Instrumento de Coleta</b>	<b>Resultado Esperado</b>
<b>1.Descrever a operação da ferrovia Transnordestina.</b>	Entrevista semiestruturada com o gerente de operações e com o coordenador do PCP, além da observação direta das atividades do setor.	Entender como funciona o setor de PCP da ferrovia.
<b>2.Identificar os processos do PCP da ferrovia.</b>	Entrevista semiestruturada com o gerente de operações e com o coordenador do PCP e Coleta dos registros da operação.	Conhecer a metodologia de gestão da produção utilizada pelo PCP na operação ferroviária.
<b>3.Analise da importância do PCP como estratégia de produção da ferrovia Transnordestina.</b>	Entrevista semiestruturada com o gerente de operações e com o coordenador do PCP e análise dos indicadores desempenho.	Avaliar a influência das atividades do PCP na produtividade da ferrovia.

Fonte: Autor (2022).

## 4 RESULTADOS

Esta seção traz o desenvolvimento do estudo de caso, descrevendo a operação da ferrovia Transnordestina, apresentando os processos do setor de PCP e analisando sua importância para a produtividade da operação logística da ferrovia Transnordestina.

### 4.1 Operação da ferrovia Transnordestina.

A Transnordestina liga os portos de Itaqui (São Luis/ MA), Pecém (São Gonçalo do Amarante/ CE) e Mucuripe (Fortaleza/ CE), integrando e dinamizando a economia regional. Assim como as demais ferrovias do país, a Transnordestina possui elementos estruturais, onde a gestão de toda a operação logística é composta por elementos que correspondem ao controle das condições do serviço de transporte sob trilhos, como: via permanente, material rodante, terminais de carga e descarga, escalas de trabalho dos maquinistas e manobristas, e os demais dados relevantes a circulação de trens. A operação ferroviária da Transnordestina é composta por cinco setores que controlam as condições de transporte, onde cada área é responsável por definir e indicar a programação de cada atividade envolvida na circulação de trens. A figura 14 descreve quais os setores e suas respectivas funções para o funcionamento da operação:

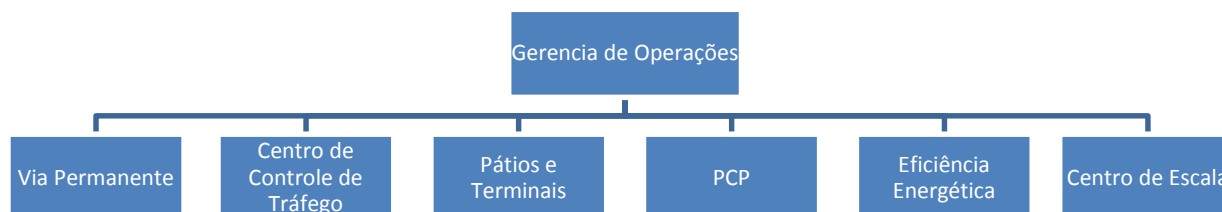
Figura 14: Panorama da operação ferroviária.

Setor	Função
Comercial	Definir as cargas e os volumes a serem transportados
	Indicar os locais de carga e descarga
	Elaborar o contrato de prestação do serviço de transporte
Centro de controle de escala	Definir a escala de trabalho dos maquinistas e auxiliares
Centro de controle de tráfego	Definir as condições de tração em cada trecho da malha
	Monitorar o tráfego ferroviário e coordenar a circulação de trens
Pátios e Terminais	Coordenar a formação de trens nos pátios
	Indicar o panorama da frota e das cargas em cada pátio
	Supervisionar as operações de carga e descarga no terminais
Via Permanente	Definir o cronograma de manutenção dos trilhos
	Indicar as condições de tráfego em cada trecho
PCP	Definir o plano de transportes para atender a demanda comercial
	Indicar a programação da circulação de trens
	Coordenar a utilização dos ativos

Fonte: Autor (2022)

A gestão da produção é centralizada dentro da gerência de operações, sendo este o setor responsável por toda a gestão e planejamento estratégico operacional da ferrovia. A Figura 15 apresenta o organograma da gerência de operações da ferrovia:

Figura 15: Organograma da gerência de operações ferrovia.



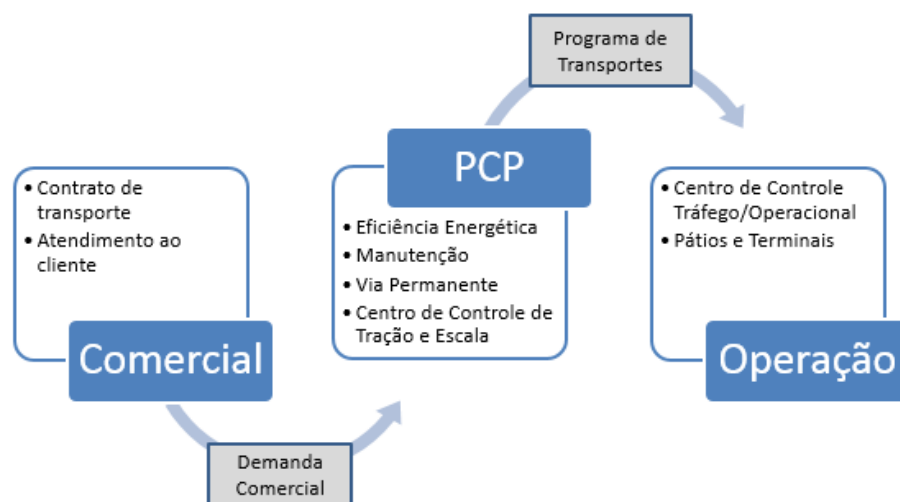
Fonte: Autor (2022)

Através de observação direta dos processos envolvidos na gerência de operações foi possível entender como funciona o fluxo de informações e a demanda de atividades necessárias para a circulação de trens e o transporte de cargas.

A gerencia de operações é a engrenagem principal da operação da ferrovia, tendo foco em utilizar todos os seus recursos, transportar o maior volume de carga possível e atendendo aos fluxos de transporte contratados. O fluxo produtivo começa com a demanda comercial, dessa forma o setor comercial é responsável pelo atendimento ao cliente e execução de um contrato de transportes, onde neste devem conter os locais e as condições de carregamento e descarregamento, bem como o período e o tempo necessário para a conclusão da prestação de serviço. Com isso, o setor comercial gera uma demanda de transportes a ser realizada e encaminha para o setor de PCP analisar e validar a viabilidade da operação para firmar o contrato de transporte, bem como programar a melhor forma de realizar o atendimento para a demanda solicitada.

Com posse de todas as informações da operação, o PCP irá desenvolver um programa de transportes eficiente que promova o menor custo operacional possível para transportar todo o volume contratado, bem como planejar a melhor forma de utilização dos recursos da ferrovia para atender o programa de transportes. O fluxograma exposto na Figura 16 demonstra o sequenciamento das etapas necessárias para a execução da prestação do serviço de transporte de cargas:

Figura 16 - Fluxo de produção da ferrovia



Fonte: Autor (2022)

## 4.2 Os processos do PCP da ferrovia Transnordestina.

O setor de PCP é responsável por gerenciar o fluxo produtivo, na Transnordestina, o fluxo produtivo desenvolvido pelo PCP está relacionado aos processos de planejamento da produção, programação da operação e controle da produção, onde o planejamento da produção é o processo que determina a quantidade de trens necessários para transportar o volume contratado, a programação da operação determina quais os recursos e como serão utilizados para realizar o serviço de transporte, e o controle da produção sendo o processo de monitoramento e melhoria das atividades da operação.

O objetivo principal do PCP da Transnordestina é otimizar a utilização da capacidade de transporte da ferrovia. Sendo assim, o setor de PCP funciona como fator estratégico de produtividade, identificando e tratando os gargalos da operação logística da ferrovia.

### 4.2.1 Planejamento da produção

O planejamento da produção é feito através de um programa de transportes, um documento que especifica os parâmetros da operação para a prestação do serviço. O programa de transportes é feito mensalmente e transmitido com pelo menos 20 dias de antecedência.

O Programa de transportes é um documento que contém as informações sobre quem são os clientes, quais são as mercadorias, os locais de origem e destino, a distância a ser percorrida, os volumes a serem transportados e a medida de produção (TKU) que será gerada, onde os volumes são descritos na dimensão de tonelada útil (TU) e a medida de produção calculada pela multiplicação da TU pela distância percorrida (em quilômetros). As Figuras 17 e 18 demonstram a estrutura de um programa de transportes de acordo com a metodologia utilizada na Transnordestina:

Figura 17: Programa de Transportes - Resumo

RESUMO - PROGRAMA DE TRANSPORTES							
Produto	Cliente	Origem	Destino	Vagões	TU	TKU	Receita
Produto A	Cliente A	BP2	ATZ	486	17.010	12.089.007	R\$ 1.385.124
Produto B	Cliente B	BCC	ATZ	300	12.600	6.303.780	R\$ 1.019.592
Produto B	Cliente B	BCC	BMU	250	10.500	2.665.950	R\$ 526.155
Produto B	Cliente B	BVP	BMU	175	7.700	542.850	R\$ 242.242
Produto C	Cliente B	BMU	BCC	300	9.900	2.513.610	R\$ 558.756
Produto C	Cliente B	BCC	ABL	250	10.500	9.938.250	R\$ 1.024.800
Produto B	Cliente C	BAP	ATZ	70	3.010	2.082.619	R\$ 260.907
Produto B	Cliente C	BAP	ASL	50	2.150	2.440.035	R\$ 265.547
Produto D	Cliente D	ATQ	ATZ	1.705	58.585	26.204.578	R\$ 7.389.288
Produto E	Cliente E	BP2	BAR	50	2.500	158.000	R\$ 54.878
Produto F	Cliente F	APB	ATQ	1.580	126.400	154.208	R\$ 1.739.264
<b>TOTAL</b>				<b>5.216</b>	<b>260.984</b>	<b>65.118.403</b>	<b>R\$ 14.473.506</b>

Fonte: Autor (2022)

Figura 18: Programa de Transportes - Detalhado

PROGRAMA DE TRANSPORTES - DETALHADO							SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA
MERCADORIA	CLIENTE	ORI	DES	TU	TKU	VAGÕES	01	02	03	04	05	06
PRODUTO A	CLIENTE A	BP2	ATZ	17.010	12.089.007	486	0	0	0	0	0	0
PRODUTO B	CLIENTE B	BCC	ATZ	12.600	6.303.780	300	12	12	0	12	12	12
PRODUTO B	CLIENTE B	BCC	BMU	10.500	2.665.950	250	10	10	0	10	10	10
PRODUTO B	CLIENTE B	BVP	BMU	7.700	542.850	175	7	7	0	7	7	7
PRODUTO C	CLIENTE B	BMU	BCC	9.900	2.513.610	300	12	12	0	12	12	12
PRODUTO C	CLIENTE B	BCC	ABL	10.500	9.938.250	250	10	10	0	10	10	10
PRODUTO B	CLIENTE C	BAP	ATZ	3.010	2.082.619	70	3	2	0	2	3	2
PRODUTO B	CLIENTE C	BAP	ASL	2.150	2.440.035	50	2	2	0	2	2	2
PRODUTO E	CLIENTE E	BP2	ASL	-	0	0	0	0	0	0	0	0
PRODUTO D1	CLIENTE D	ATQ	AIT	8.918	3.990.805	245	10	10	10	8	0	8
PRODUTO D2	CLIENTE D	ATQ	AIT	7.494	3.353.386	232	7	7	3	8	0	9
PRODUTO D1	CLIENTE D	ATQ	AIT	13.213	5.912.907	363	13	13	15	13	0	14
PRODUTO D2	CLIENTE D	ATQ	AIT	11.370	5.087.896	352	15	15	13	13	0	12
PRODUTO D1	CLIENTE D	ATQ	AIT	4.805	2.150.148	132	5	6	5	4	0	6
PRODUTO D2	CLIENTE D	ATQ	AIT	4.587	2.052.504	142	6	6	6	4	0	4
PRODUTO D1	CLIENTE D	ATQ	ATZ	1.929	860.423	53	1	1	2	2	2	2
PRODUTO D2	CLIENTE D	ATQ	ATZ	1.389	619.449	43	2	1	1	2	2	1
PRODUTO D1	CLIENTE D	ATQ	ATZ	2.330	1.039.002	64	1	3	3	2	2	2
PRODUTO D2	CLIENTE D	ATQ	ATZ	2.552	1.138.058	79	2	3	2	2	2	2
PRODUTO F	CLIENTE F	BP2	BAR	2.500	158.000	50	0	0	0	10	10	0
PRODUTO F	CLIENTE F	BP2	ASL	-	0	0	0	0	0	0	0	0
PRODUTO F	CLIENTE F	AES	ATQ	126.400	154.208	1580	72	0	72	72	72	72

Fonte: Autor (2022)

O planejamento dos transportes começa com a demanda comercial e as premissas operacionais dos clientes, que são baseadas nos cronograma das atividades realizadas pelo cliente nos terminais de carga e descarga. Com isso o PCP determina a necessidade de vagões e capacidades de tração para execução do transporte.

De acordo com o Coordenador do PCP, é importante ressaltar que a demanda comercial nem sempre é regular, podendo haver variações até mesmo dentro de um contrato já estipulado, sendo consequência da capacidade de oferta de produto dos clientes, pois também são dependentes das condições mercadológicas, ou seja, se não houver vendas, não há produção não havendo assim a necessidade de transporte. Esse fato torna-se um complicador para exercer um planejamento eficiente, pois toda a programação de circulação de trens é feita com base na distribuição dos vagões nos terminais de carga e descarga.

#### 4.2.2 Programação da operação

A programação da operação é realizada diariamente pelo PCP através das ordens de serviço, informando para os envolvidos na operação as principais informações acerca da circulação dos trens, como: identificação do trem (prefixo), origem e destino, horário de partida e chegada prevista, capacidade de tração planejada e volume transportado planejado. A Figura 19 ilustra o formato das ordens de serviço da Transnordestina.

Figura 19: Ordens de Serviço

TREM	HORA PROGRAMADA	ORIGEM	DESTINO	ORDEM DE SERVIÇO	LOCOMOTIVAS								HP PLANEJADA	TBC PLANEJADA	EFICIÊNCIA	
					TRACIONANDO			REBOCADAS								
					1*	2*	3*	1*	2*	3*	4*					
<b>K102</b>	20:00	ATZ	A26	Segue com as locos 2208/2211/2212 conduzindo 10 produto C e completa lotação com tanques vazios disponíveis (Prev 60).	<b>2208</b>	<b>2211</b>	<b>2212</b>							2282	2225	98%
<b>C101</b>	17:18	BSB	ATZ	Segue com locomotivas 4206 / 4120 / 4183, conduzindo 8 Produtos C1, 10 Produtos B, 9 Produtos C2	<b>4206</b>	<b>4120</b>	<b>4183</b>							1831	1818	99%
<b>K101</b>	21:00	BMU	BSB	Segue com locomotiva 6058, rebocando a locomotiva 2220/2030 conduzindo 07 Produtos C1 e 02 fechados	<b>6058</b>				2220	2030				765	444	58%
<b>K202</b>	23:00	ATZ	BSB	Segue com locomotiva 4257, rebocando 4217, conduzindo 21 hoppers e 04 fechados vazios	<b>4257</b>				4217					953	791	83%
<b>D103</b>	15:00	A26	ATZ	Segue com as locos 2231/22226/6089 rebocando loco 2225 avariada e conduzindo todos os HTs vazios disponíveis (Prev 15) e 40 Produtos D1	<b>2231</b>	<b>2226</b>	<b>6089</b>	2225						2609	2583	99%
<b>K204</b>	20:00	ATZ	A26	Segue com as locos 6053/6080 rebocando 2222 conduzindo 16 Produtos C1 e completa lotação de duplo com tanques vazios disponíveis (Prev 34).	<b>6053</b>	<b>6080</b>			2222					2985	2955	99%

Fonte: Autor (2022)

Todas as informações para a formação de trens estão inseridas dentro do sistema de MRP da ferrovia Transnordestina. A seguir são descritas as etapas para a

formação de trens na operação da Transnordestina:

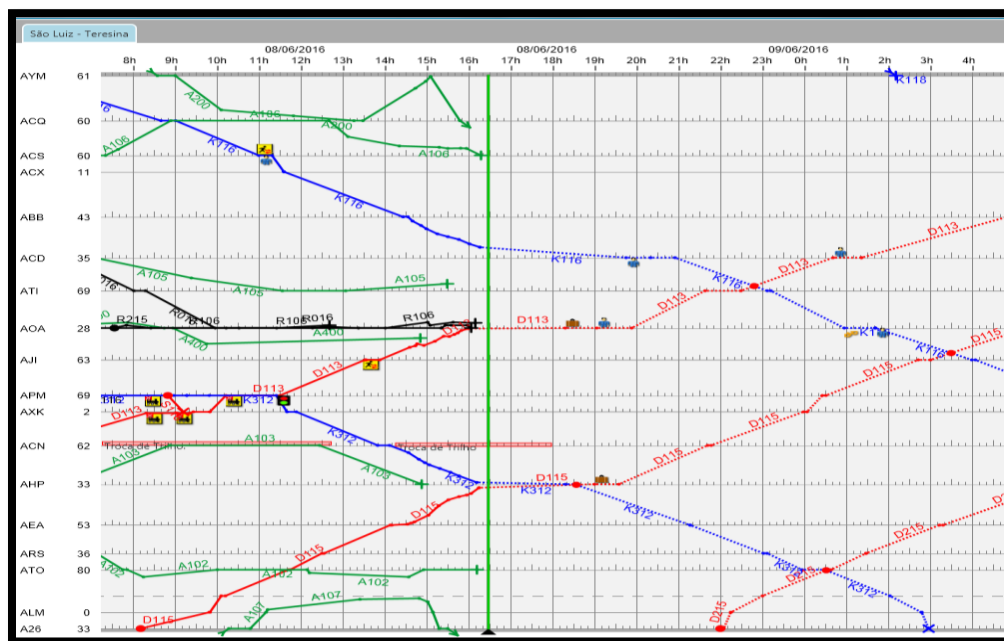
a. Escolha das locomotivas disponíveis: a seleção das locomotivas deve contemplar a melhor logística para realizar a formação, levando em consideração a disponibilidade de locomotivas em cada pátio e em circulação na malha.

b. Escolha dos vagões: a seleção dos vagões deve contemplar a melhor logística para realizar a formação, levando em consideração a disponibilidade de vagões em cada pátio e em circulação e as quantidades de vagões contemplados no programa de carga e descarga.

c. Circulação de Trens:

- Análise do cenário de circulação e cruzamentos, ilustrado na Figura 20, para definir o trajeto de acordo com o serviço a ser realizado pelo trem.

Figura 20: Gráfico de Circulação de trens



Fonte: Autor (2022)

- Definição do horário de partida tentando obedecer a programação dentro da grade (intervalo de tempo indicado para partida de trens).
- Cálculo a capacidade de tração do trem de acordo com a potência das

locomotivas escolhidas e com o peso da carga a ser transportada.

- Criação da ordem de serviço para o trem: execução do documento ilustrado na Figura 15 e transmitir para todos os setores da operação.

#### 4.2.3 Controle da produção

O processo de controle da produção compara o desempenho real com o desempenho planejado, avaliando as conformidades do fluxo produtivo e analisando a operação desde a fase de planejamento até a fase de entrega final do serviço de transporte. Esse processo tem o objetivo de garantir que a produção está ocorrendo conforme a demanda.

Na Transnordestina, o PCP utiliza parâmetros de produtividade para medir e avaliar de forma objetiva o desempenho dos processos mais importantes na sua operação logística. Os parâmetros de produtividade são combinados em um relatório através do cálculo ponderado dos níveis de desempenho de cada parâmetro, onde o resultado final quantifica a produtividade da operação. Esse relatório recebe o nome de controle de aderência a ordem de serviço e tem o objetivo de avaliar a produtividade da operação ferroviária através do nível de aderência do planejamento dos transportes em relação a execução real da operação.

O controle de aderência a ordem de serviço está diretamente relacionado aos processos de planejamento da produção, programação de trens e controle da disponibilidade dos recursos, e é mensurado com base em quatro parâmetros de produtividade da operação logística:

- *On time*
- Capacidade de tração
- Volume transportado
- Eficiência do trem

Para melhor compreensão do cálculo do indicador faz-se necessário definir cada um dos parâmetros de produtividade utilizados pelo setor, onde a partir de então, será avaliado a contribuição em cada etapa do fluxo produtivo.



### **a) On time**

O parâmetro *on time* aborda a pontualidade do trem, sendo utilizado para avaliar a qualidade na entrega do serviço de transporte e tendo como objetivo aumentar a eficiência na circulação dos trens. O cálculo do *on time* é feito da seguinte forma:

$$On\ time = \frac{Entregas\ no\ prazo}{Total\ de\ entregas}$$

De acordo com o Coordenador do PCP, a pontualidade é um dos principais parâmetros para mensurar a qualidade de entrega das cargas, pois o nível de atendimento desse parâmetro determina o tempo gasto na operação, avaliando o *lead time* da formação do trem até a entrega da carga nos terminais de carga e descarga.

### **b) Capacidade de tração**

A capacidade de tração é o cálculo da potência de transporte de cada trem, onde a capacidade total do trem é formada pelo somatório das potências de cada modelo de locomotiva.

$$Capacidade\ do\ trem = \sum Potência\ de\ cada\ locomotiva$$

A capacidade de tração determina o quanto de carga o trem é capaz de movimentar. Para o Coordenador do PCP, a potência de transporte de cada trem irá influenciar diretamente no cronograma de transportes, pois quanto maior for a capacidade de tração do trem, maior será o volume transportado em uma só viagem, otimizando assim o *lead time* de atendimento do programa comercial.

O analista de PCP responsável pela programação dos trens ressalva o impacto da disponibilidade dos ativos na capacidade de tração, pois restringe a quantidade de trens circulando.

### c) Volume transportado

O volume transportado é utilizado para quantificar a oferta das cargas disponíveis no momento da partida do trem. A oferta de carga é calculada pelo somatório dos pesos de cada vagão carregado e apto para transporte.

$$\text{Volume transportado} = \sum \text{Peso de cada vagão}$$

Para o Coordenador do PCP, a oferta de cargas para transporte é outro fator que impacta diretamente na produtividade da circulação de trens, influenciando o processo de distribuição dos vagões e no tempo de ciclo de carga e descarga.

### d) Eficiência do trem

A eficiência do trem é o parâmetro utilizado para demonstrar o nível de utilização da capacidade produtiva de cada trem. O objetivo é quantificar a produtividade do trem através do produto entre a capacidade de tração e o volume transportado.

$$\text{Eficiência do trem} = \frac{\text{Volume transportado}}{\text{Capacidade de tração}}$$

Para o Coordenador do PCP, esse é o principal parâmetro para acompanhar a relação entre o custo do consumo energético da potência de tração das locomotivas e a produção realizado pelo volume de cargas ofertado. Portanto, a eficiência do trem reflete o grau de utilização dos recursos da operação.

A produtividade operacional é mensurado com base nos níveis de desempenho dos parâmetros de produtividade, sendo o processo de controle de aderência a ordem de serviço o comparativo entre o planejamento e a execução. Para isso o PCP, utiliza uma planilha em excel para inserir as informações das ordens de produção planejadas e os dados relativos ao que foi executado na operação. A figura 21 demonstra como os parâmetros de produtividade são abordados dentro da programação de transportes.

Figura 21: Planilha de Controle de aderência a O.S

DISPERSÕES POR CAUSA			PREFIHO	K102	C101	K101	K202
PARÂMETRO DE PRODUTIVIDADE			ORIGEM	ATZ	BSB	BMU	ATZ
			ADERÊNCIA	100%	100%	100%	100%
CAUSA RAIZ	GERÊNCIA	DISPERSÃO	OCORRÊNCIA				
Avária de locomotivas	GEMAN	⊗	-				
Avária de vagão	GEMAN	⊗	-				
Atraso liberação locomotivas	GEMAN	⊗	-				
Dispersões no carregamento	GECOM	⊗	-				
Dispersões no descarregamento	GECOM	⊗	-				
Faturamento (cliente / FTL)	GECOM	⊗	-				
Planejamento de Manobras	GEOPE	⊗	-				
Aguardar informação P&T	GEOPE	⊗	-				
Inconformidade Via Permanente	GEVIP	⊗	-				
Descarrilamento	CPIA	⊗	-				
Erro Programação	GEPLAN	⊗	-				

Fonte: Autor (2022)

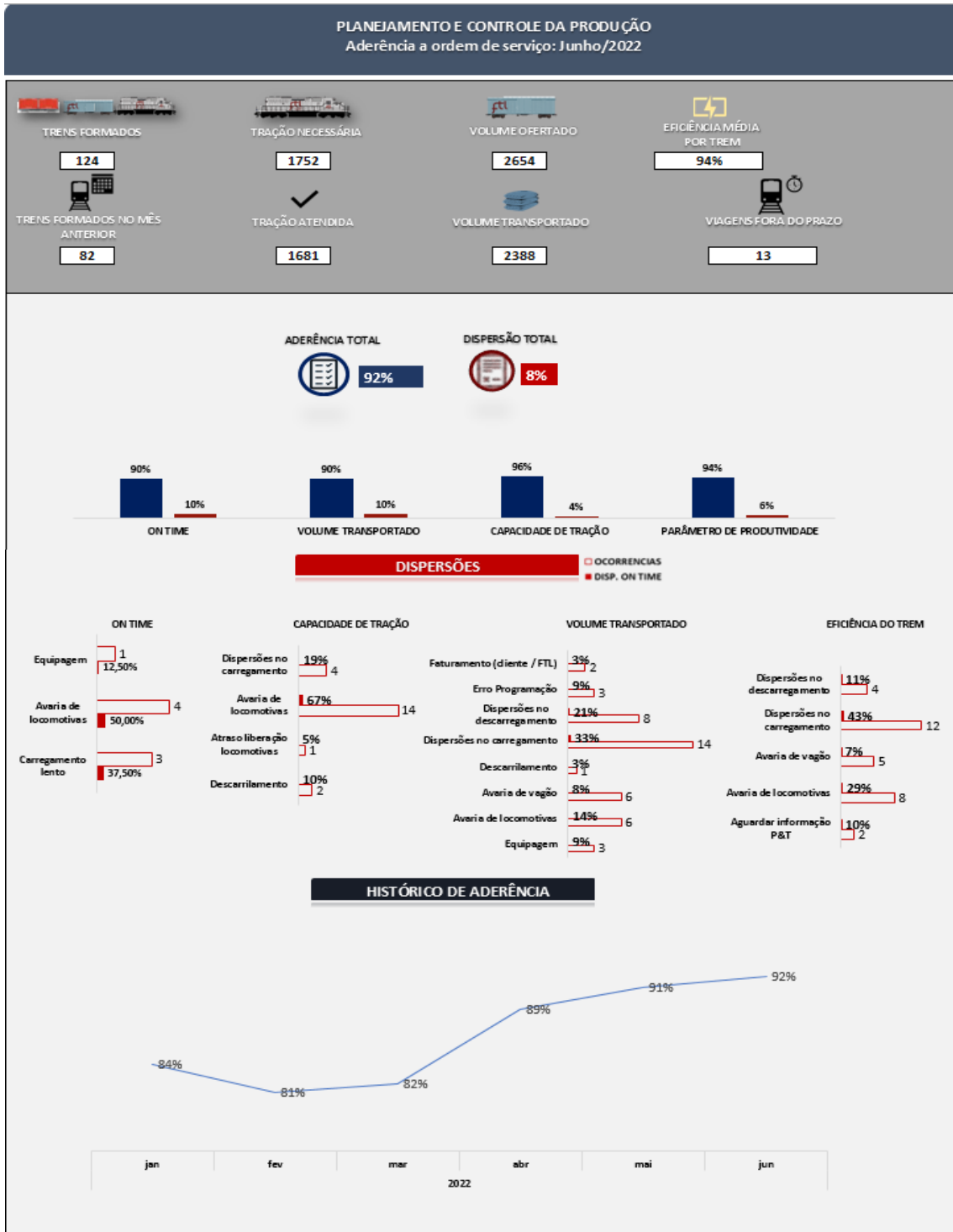
O controle de aderência a O.S é feito pelo analista de PCP, com base nas informações da operação, onde cada trem será avaliado em relação aos parâmetros de produtividade. O processo começa com o preenchimento dos dados da operação na planilha, na sequência é calculado o nível de desempenho de cada parâmetro, pontuando as causas raiz das dispersões no planejamento, a área responsável pelo impacto e a frequência de cada ocorrência. Dessa forma, o PCP consegue através dos dados da operação, acompanhar a qualidade do atendimento ao cliente e identificar os gargalos que estão impactando no desempenho das entregas.

Para o estudo de caso foi utilizado o controle de aderência das ordens de serviço relativas ao mês de Junho/2022, para esse período o programa de transportes determinava a necessidade de 1752 toneladas de capacidade de tração disponível para atender a demanda de 2564 toneladas úteis dos clientes. Através do controle de aderência a O.S, o analista do PCP verificou que a programação de trens desenvolveu 124 trens, que representaram uma capacidade de tração de 1681 toneladas, transportando 2388 toneladas úteis, sendo assim o desempenho médio da capacidade de tração e volume transportado de 96% e 90% respectivamente, e tendo apenas 13 trens com entregas fora do prazo, o que representou uma performance de 90% na qualidade de entrega. Com posse do nível de desempenho de cada parâmetro de produtividade, o PCP avaliou a performance da operação no mês de junho em 92% aderente ao planejamento.

A figura 22 ilustra o resultado de aderência mensal através do *dashboard* de produtividade feito pelo PCP, indicando os níveis de aderência, os gargalos operacionais que impactaram no desempenho de cada parâmetro de produtividade e a evolução do indicador durante o ano. Analisando o *dashboard* de produtividade

pode-se confirmar que a baixa disponibilidade de ativos é o maior gargalo da operação, onde nos parâmetro *on time* e capacidade de tração, a avaria de locomotiva tem maior participação na dispersão da programação, com 50% e 64% respectivamente.

Figura 22: Dashboard de produtividade logística



Fonte: Autor (2022)

De acordo com o Analista do PCP, a necessidade de aumentar a frota foi discutida entre o Coordenador do PCP e o Gerente de operações a partir dos primeiros meses de desenvolvimento do relatório de aderência a ordem de serviço, onde o PCP apontou a alta taxa de avaria de locomotivas como principal causa raiz da baixa performance da operação. O histórico de aderência demonstra o ganho de performance que a operação teve, saindo de 82% de aderência em março para 89% em abril e chegando no patamar acima dos 90% em maio e junho.

Segundo o Gerente de operações, apesar de ainda haver problemas com a disponibilidade de recursos, o nível de aderência tem apresentado um aumento significativo desde março, quando a Transnordestina adquiriu um novo modelo de locomotiva com maior potência para compor a frota atualmente disponível, aumentando a capacidade de tração dos trens.

#### **4.3 Análise da importância do PCP como estratégia de produção.**

O Gerente de Operações, como relatado através da entrevista aplicada, determina que a principal função do setor de operações é ter um olhar sistêmico sobre toda a ferrovia, com foco no controle dos recursos para transportar o maior volume de carga possível e atender aos fluxos de transporte contratados, sempre prezando pela preservação dos ativos da ferrovia, prestando um serviço de qualidade e garantindo o máximo de segurança para os seus colaboradores e o meio ambiente.

Sobre o PCP, o Gerente de operações descreve o setor como principal meio para buscar métodos alternativos de realizar com eficiência os carregamentos e reduzir os custos do transporte. Através do PCP, a Transnordestina consegue controlar todo o fluxo produtivo, pois as atividades do PCP estão diretamente vinculadas a cadeia de suprimentos, com as informações de disponibilidade dos ativos, as programações de carga e descarga nos pátios e terminais, e a movimentação das cargas ao longo do malha ferroviária. Dessa forma, o PCP auxilia no desempenho de todas as áreas envolvidas na operação ferroviária, uma vez que proporciona uma base sólida de informações sobre os parâmetros da operação e sobre os gargalos da produção.

Para o Coordenador do PCP, o setor de PCP funciona como o cérebro comandando as atividades principais para a execução do serviço logístico, coletando todas as premissas necessárias e transformando em um plano de ações que dá o

direcionamento para uma operação enxuta, garantindo a redução de custos e o melhor aproveitamento dos recursos.

Com o mapeamento dos processos de planejamento e programação de transportes foi possível entender como o setor de PCP integra as informações de todas as áreas da operação e desenvolve um plano que assegura um serviço eficiente, fazendo com que as entregas ocorram de acordo as demandas dos clientes.

A gestão da produção é feita através dos processos do PCP e começa com a análise da demanda comercial de cada fluxo de transporte, onde o setor comercial informa a previsão de vendas mês a mês e para sequenciar a programação de transporte de modo que o ciclo de movimentação dos vagões para carregamento mantenha-se sustentável, o PCP coleta as informações da operação, buscando entender e projetar a disponibilidade de vagões e locomotivas, bem como a demanda por mão de obra e ocupação de máquinas.

Para o Gerente de operações, o PCP desenvolve uma estratégia de trabalho de grande aderência ao contexto operacional vivido no dia-a-dia, possibilitando menor custo e assertividade, dando sustentabilidade financeira a operação.

Para o Coordenador no PCP, o setor atua na ferrovia com uma visão sistêmica da operação associada ao planejamento estratégico da empresa, pois estabelece a capacidade de transporte necessária para rodar a programação conforme o cronograma de escoamento da produção dos clientes.

A partir da análise das condições de transporte da ferrovia, o PCP estabelece como e quando a movimentação de cargas deve acontecer. Com isso, o PCP desenvolve as ordens de serviço em função da disponibilidade dos recursos produtivos e das condições de transporte determinadas pelas áreas envolvidas diretamente na operação.

As condições de transporte são apresentadas diariamente por cada área em uma reunião de alinhamento com o PCP, para que as ordens de serviço sejam programadas com informações mais detalhadas e assim estabelecer os parâmetros necessários para rodar a programação de trens conforme a necessidade de abastecimento do fluxo produtivo da ferrovia.

O controle da produção realizado através da análise de aderência da ordens de serviço pela operação garante que o programa de transportes seja

executado a contento, ou seja, quanto mais rapidamente os problemas forem identificados, mais efetivas serão as medidas corretivas. Além disso o acompanhamento e controle da produção é essencial para apoiar outros setores do sistema produtivo.

De acordo com o Gerente de operações, o PCP deve acompanhar e controlar a execução do seu planejamento pelas áreas operacionais, para garantir a assertividade do que foi planejado e em caso de dispersões da programação, propor ações corretivas, proporcionando a melhoria contínua da operação. Para o Coordenador do PCP, conhecer as peculiaridades da operação possibilita ao PCP buscar soluções com redução de custos e aumento da produtividade.

Devido a característica de integrar as informações de todas as áreas da operação, o PCP gerencia toda a cadeia produtiva de forma a identificar e reduzir possíveis conflitos entre as funções organizacionais. Atuando como coordenador das necessidades da operação, o PCP estabelece premissas que devem ser consideradas para decisões estratégicas, como por exemplo, o encerramento do contrato de transporte ou buscas por novos fluxos de transportes.

Os processo do PCP abrange em sua totalidade o planejamento estratégico da ferrovia, pois permite:

- Identificar os objetivos e estabelecer estratégias para atingi-los;
- Comunicar as estratégias e delegar em objetivos departamentais;
- Envolver as necessidades de todas as áreas no processo orçamentário, obtendo assim o comprometimento de toda gerência;
- Antecipar os problemas, atuando proativamente nas decisões e revelando novas perspectivas ou abordagens;

Dessa forma, o PCP é fundamental que a ferrovia tenha opções de escolha, visando controlar os possíveis resultados, considerando a demanda comercial, atividades a serem desenvolvidas e os recursos necessários para a produção.

## 5 CONCLUSÃO

O sistema ferroviário nacional como um todo está operando de forma ineficiente devido ao baixo investimento no modal, o que ocasionou a depreciação da infraestrutura da malha ferroviária, a curta extensão dos trechos operacionais e a alta taxa de avaria nos equipamentos das ferrovias. Esses gargalos tornam cada vez mais necessário uma operação enxuta e eficiente para as ferrovias, onde a capacidade produtiva da malha ferroviária seja utilizada da melhor forma, reduzindo os custos da operação e aumentando o nível de produtividade para cumprir toda a demanda comercial (CNT, 2018).

Por meio do estudo de caso feito na ferrovia Transnordestina, foi possível verificar o impacto do setor do PCP na produtividade da operação logística. A metodologia utilizada no trabalho foi o mapeamento dos processos do PCP, análise do método de gestão da produção e aplicação de um questionário para o gerente de operações e o coordenador do PCP.

O mapeamento dos processos do PCP demonstrou que a gestão do fluxo produtivo da operação logística da Transnordestina é feita através dos processos de planejamento da produção, programação da operação e controle da produção, onde através desses processos o PCP consegue quantificar a capacidade de transporte, definir as métricas de circulação de trens para atender a demanda comercial e controlar o desempenho operacional.

A aplicação do questionário validou a importância da aplicação dos pilares do PCP na operação da ferroviária e como os processos do PCP impactaram na produtividade do serviço de transporte. De acordo com o gerente de operações, o PCP tem a função de gerenciar os recursos operacionais com o objetivo controlar a alocação e a utilização eficiente dos vagões e das locomotivas, possibilitando o melhor fluxo de transportes através da malha ferroviária. Para o coordenador do PCP, os parâmetros de produtividade utilizados pelo PCP é uma métrica de grande valia para o desenvolvimento do indicador de desempenho operacional, pois auxilia no controle de variáveis, que compõem o dia a dia da operação ferroviária.

Devido a complexidade da operação ferroviária, recomenda-se para trabalhos futuros avaliar a correlação entre o nível de eficiência do trem planejado e a viabilidade financeira do transporte a ser realizado.



## REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, Henrique. **Matriz de transportes do Brasil à espera dos investimentos**. ILOS – Instituto de Logística e Supply Chain, 2020. Disponível em: <https://www.ilos.com.br/web/tag/matriz-de-transportes/>. Acesso em: 14/05/2022.
- ANTF, Agência Nacional de Transporte Ferroviário. **A evolução do setor ferroviário brasileiro nos últimos 15 anos: conquistas, avanços e desafios**, 2012. Disponível em: [https://www.antf.org.br/wp-content/uploads/2017/01/rodrigo\\_vilaca-antf-menor.pdf](https://www.antf.org.br/wp-content/uploads/2017/01/rodrigo_vilaca-antf-menor.pdf) >. Acessado em: 10 de setembro de 2021
- ANTF, Agência Nacional de Transporte Ferroviário. **Histórico**. Disponível em: <https://www.antf.org.br/historico/>>. Acessado em: 10 de setembro de 2021
- ANTF, Agência Nacional de Transporte Ferroviário. **O setor ferroviário de carga brasileiro**. Disponível em: <https://www.antf.org.br/historico/>>. Acessado em: 07 de abril de 2022
- ANTT, Agência Nacional de Transporte Terrestre. RESOLUÇÃO NORMATIVA, DG/ANTT/MI 5944/2021. **Dispõe sobre a prestação do serviço público de transporte ferroviário de cargas aos usuários**. 2010. Disponível em: <[https://anttlegis.antt.gov.br/action/TematicaAction.php?acao=abrirVinculos&cotematica=13957068&cod\\_menu=7765&cod\\_modulo=423](https://anttlegis.antt.gov.br/action/TematicaAction.php?acao=abrirVinculos&cotematica=13957068&cod_menu=7765&cod_modulo=423)>. Acesso em: 10 de setembro de 2021
- ANTT, Agência Nacional de Transporte Terrestre. RESOLUÇÃO NORMATIVA, DG/ANTT/MI 5944/2021. **Itens Operacionais**. 2010. Disponível em: <[https://anttlegis.antt.gov.br/action/TematicaAction.php?acao=abrirVinculos&cotematica=13957319&cod\\_menu=7765&cod\\_modulo=423](https://anttlegis.antt.gov.br/action/TematicaAction.php?acao=abrirVinculos&cotematica=13957319&cod_menu=7765&cod_modulo=423)>. Acesso em: 10 de setembro de 2021
- BATALHA, Mário Otávio. **Gestão da produção e Operações**. Rio de Janeiro: Editora: Atlas, 2019.
- CALLEGARI, L. **Por que o Brasil não investe em ferrovias? E por que deveria investir**. 2018. Disponível em: <https://exame.abril.com.br/brasil/por-que-o-brasil-nao-investe-emferrovias-e-por-que-deveria-investir/>. Acesso em: 10 de maio de 2022.
- Cunha, PEM, Rajão CT, Medina M, Alvim A, Costa GD, Vasconcelos Jr. IG. **Otimização do transporte ferroviário outbound na ArcelorMittal Monlevade**. In: 29º Seminário de Logística, Suprimentos, PCP, Transportes; 2010; Joinville, Brasil. São Paulo: ABM; 2014.
- CNT, Confederação Nacional dos Transportes. **O Brasil não tem planejamento em infraestrutura de transporte**. Disponível em: <https://www.cnt.org.br/agencia-cnt/entrevista-paulo-resende-cnt/>>. Acessado em: 10 de setembro de 2021
- CNT, Confederação Nacional dos Transportes. **Transporte e economia: o sistema ferroviário brasileiro**. Brasília, 2013.
- CNT, Confederação Nacional dos Transportes. **Custo logístico consome 12,7% do PIB do Brasil**. Brasília, 2016. Disponível em: <https://www.portaldaindustria.com.br/cni/eleicoes2018/downloads/l/>>. Acessado em: 05 de maio de 2022.
- CNI, Confederação Nacional da Indústria. **Transporte ferroviário: colocando a competitividade nos trilhos**. Brasília, 2018. Disponível em: <https://www.cnt.org.br/agencia-cnt/custo-logistico-consome-12-do-pib-do-brasil>>. Acessado em: 23 de março de 2022

Da redação. **Por que o transporte ferroviário é tão precário no Brasil?**. 2018. Disponível em:< <https://www.super.abril.com.br/comportamento/por-que-o-transporte-ferroviario-e-tao-precario-no-brasil/>>. Acesso em: 13 de agosto de 2021.

FILHO, M. P. **Gestão da Produção Industrial**. 2001. Disponível em:< <https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/642/594>>. Acesso em: 13 de agosto de 2021.

FIGUEIREDO, BERNARDO. **Transporte ferroviário: situação atual e perspectivas**. Revista de Política Agrícola Curitiba. Editora Intersaberes, 2001.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2021.

LOZADA, Gisele. **Planejamento e controle da produção avançado** [recurso eletrônico] / Gisele Lozada ; [revisão técnica: Henrique Martins Rocha]. – Porto Alegre : SAGAH, 2017.

KUAZAQUI, E. **Planejamento Estratégico**. São Paulo: Cengage Learning, 2019.

MATIAS-PEREIRA, J. **Manual de metodologia da pesquisa científica**. Brasília: CEAD/UnB/INEPAD, 2006.

MARTINS, G, P; LAUGENI, P, F. **Administração da Produção**. Editora Saraiva. São Paulo, 2010.

MOTA, Camilla Veras. **Brasil precisa dobrar investimento por 25 anos para ter infraestrutura de transporte com ‘mínimo de qualidade’**. BBC news Brasil, São Paulo, p. 1, 25 maio 2018. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-44244018>. Acesso em: 6 jul. 2022.

MOREIRA, Erivando; PACAGNELLA, Antônio Carlos; PACÍFICO, Ornella; SALGADO JÚNIOR, Alexandre Pereira. **Contribuições do planejamento e controle da produção para a competitividade empresarial: um estudo em uma empresa do setor moveleiro**. Espacios, v. 35, n. 9, 2014. Disponível em: <<http://www.revistaespacios.com/a14v35n09/14350905.html>>. Acesso em: 6 jul. 2022.

LOBO, Renato Nogueiro. **Gestão de Produção**. 6. Ed. São Paulo: Érica, 2014.

PÁVEL LAVRENTHIV GRASS. **Os desafios da gestão pública para potencializar o setor ferroviário fluminense: O trem regional de passageiros Macaé-Campos dos Goytacazes**. Rio de Janeiro. PUC Rio, 2018.

ROSA, Rodrigo de Alvarenga. **Operação Ferroviária – Planejamento, Dimensionamento e Acompanhamento**. Rio de Janeiro: Editora: LTC, 2016.

RUMMLER, Geary A. BRACHE, Alan P. **Melhores Desempenhos das Empresas**. São Paulo: Makron Books, 1994.

Santos, Silvo. **Transporte ferroviário: história e técnicas**. São Paulo: Editora: Cengage Learning, 2012

SCHMIDT, Elcio Luís. **O sistema de transporte de cargas no Brasil e sua influencia sobre a Economia.** Florianópolis: 2011. 88p. Monografia (Graduação em Ciências Econômicas) – Departamento de Ciências Econômicas – Universidade de Santa Catarina. 2011.

VENKOVSKY, Vitor Pires. **Ferrovia e logística do agronegócio globalizado: Avaliação das políticas públicas e privadas do sistema ferroviário brasileiro.** Tese de Doutorado do Instituto de Geociências da Unicamp. Campinas, 2011