

# ESTUDO DE MELHORIA e Desenvolvimento de sistemas de Transporte de Cargas por Malha Ferroviária Eletrificada



cebds

Conselho Empresarial Brasileiro  
para o Desenvolvimento Sustentável



# ESTUDO DE MELHORIA e Desenvolvimento de sistemas de Transporte de Cargas por Malha Ferroviária Eletrificada



cebds

Conselho Empresarial Brasileiro  
para o Desenvolvimento Sustentável



# Créditos

## Copyright

Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS)©2016

## Conteúdo

ALCOA, CEBDS, SIEMENS e Syngenta

## Revisão

Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS)

## Idealização

Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS)

## Projeto Gráfico e Diagramação

igmais comunicação integrada

## Endereço para redes sociais

Cebds.org

Facebook.com/CEBDSBR

Twitter.com/CEBDS

Youtube.com/CEBDSBR

## Endereço CEBDS

Av. das Américas, 1155 • sala 208 • CEP. 22631-000

Barra da Tijuca • Rio de Janeiro • RJ • Brasil

+55 21 2483-2250 • cebds@cebds.org





# Sumário

- 1 Introdução • 8**
  - 1.1 Objetivos • 10
  - 1.2 Metodologia • 10
  - 1.3 Histórico do CEBDS • 10
- 2 Situação atual • 12**
  - 2.1 Agenda Internacional • 13
  - 2.2 Contexto Global • 13
  - 2.3 Agenda Nacional: Meio ambiente, Sociedade e Transportes • 14
  - 2.4 Situação Brasileira • 16
- 3 Transporte de cargas no Brasil • 20**
  - 3.1 Contexto Geral • 21
  - 3.2 O Transporte Ferroviário • 23
  - 3.3 Investimentos do PIL 2 • 24
- 4 Benefícios e desafios do uso da ferrovia elétrica • 26**
  - 4.1 Apresentação • 27
  - 4.2 Visão geral das Características Técnicas e Operacionais • 29
  - 4.3 Benefícios e Desafios • 29
- 5 Caso modelo • 34**
  - 5.1 Características do "Caso Modelo" • 35
  - 5.2 CAPEX • 35
  - 5.3 OPEX • 36
- 6 Relação entre eficiência ferroviária e eficiência alimentar no Brasil • 38**
  - 6.1 Contextualização: o agronegócio brasileiro • 40
  - 6.2 Logística do agronegócio no Brasil • 44
  - 6.3 Perda e desperdício de alimentos • 51
  - 6.4 Relação entre melhoria no sistema ferroviário e eficiência alimentar • 53
- 7 Extrapolação para o cenário brasileiro • 54**
  - 7.1 Soluções para reduzir emissões de CO2 advindas de transporte • 55
  - 7.2 Projeções para o Futuro • 55
  - 7.3 Proposição de Cenários • 56
  - 7.4 Metodologia • 61
  - 7.5 Dimensão Política • 61
- 8 Conclusões • 62**
- Bibliografia • 64**



# Mensagem da Presidente do CEBDS

O CEBDS vem atuando fortemente na construção de soluções de negócios sustentáveis por meio de seu Conselho de Líderes. Produzindo conhecimento qualificado, materializado em estudos que primam por apontar propostas factíveis, esse Conselho articula os CEOs das empresas integrantes de nosso quadro com as esferas públicas de poder e com as representações da sociedade civil em busca de uma agenda comum.

O Conselho tem trabalhado com maior profundidade as soluções nas áreas de energias renováveis e consumo inteligente de energia, uma vez que compõem o escopo das medidas mais relevantes para atingirmos as metas que assumimos em Paris, no final de 2015, entre elas a de elevar a participação das energias renováveis não hidráulicas a 23% de nossa matriz e de ampliar em 10% a eficiência, isso até o ano de 2030.

Ninguém há de desprezar o peso extraordinário das questões relacionadas à logística e à mobilidade nesse contexto. Em função das características de participação das diversas fontes energéticas na composição de nossa matriz, o setor de transportes contribuiu com 13,3% do total de emissões de CO<sub>2</sub> em nosso país em 2013, ocupando o 2º lugar entre os segmentos de maior emissão, logo após os desmatamentos causados pela mudança do uso da terra.

O estudo que estamos apresentando busca ressaltar os benefícios da utilização do transporte ferroviário de cargas em termos não apenas financeiros, mas, sobretudo, ambientais e sociais. Dessa forma, aspectos técnico-econômicos dos investimentos em infraestrutura e na operação das ferrovias elétricas serão debatidos, além da própria redução da poluição local e da emissão de gases de efeito estufa (GEE) e a expansão do acesso à energia a populações que vivem em regiões distantes e no meio rural.

As ferrovias são, consensualmente, a melhor solução para o transporte de longas distâncias de grandes volumes em função do seu elevado fator de capacidade de carga, superior eficiência energética, maior segurança e baixo custo de manutenção. Em nosso país, as cargas típicas transportadas pelas vias férreas são minério de ferro, soja, milho, farelos, óleo diesel, celulose e produtos siderúrgicos, ou seja, a quase totalidade de nossas exportações de *commodities*.

O simples fato do surgimento da alternativa ferroviária costuma provocar alterações profundas até

mesmo nas articulações produtivas, com impactos extraordinários no desenvolvimento regional, como estamos vendo acontecer em relação ao escoamento da safra no chamado "Arco Norte".

Nossa malha, de estimados 28 mil quilômetros, a maior da América Latina, deverá continuar seu processo de expansão acelerada, baseado em modelos de parceria entre os setores público e privado.

A Agência Nacional de Transporte Terrestre (ANTT) estima em R\$ 91 bilhões os investimentos esperados em novos empreendimentos ferroviários até o ano de 2038. Essa é uma oportunidade que se nos apresenta, portanto, para que repensem o modelo até aqui prevalecente.

Nossas potencialidades na geração de energia limpa, especialmente de fontes alternativas como biomassa, eólica e solar abrem um campo vasto de novos negócios que poderiam se articular com o novo modelo do modal ferroviário proposto. A eletrificação das ferrovias para o transporte de cargas, solução proposta nesse trabalho, é uma das soluções que contribui para o posicionamento de nosso país como uma potência verde. A mudança aqui proposta tem potencial para reduzir as emissões da crítica área de transporte de carga de modo significativo.

Medidas dessa envergadura demandam uma verdadeira revolução nos próprios modelos de negócio. É preciso construir mecanismos financeiros que tornem atraente uma transformação que, sabemos, tem elevado custo de implantação. No médio e longo prazos, no entanto, a equação de custos se inverte em função dos menores custos de manutenção e operação.

Ao apresentar o presente estudo, temos certeza de estarmos cumprindo nosso papel principal, que é o de estar ao lado das empresas e da sociedade brasileira construindo de forma consciente soluções sustentáveis que sejam viáveis e factíveis. Elas é que garantirão a nossa sobrevivência em um planeta saudável, justo e próspero.

Desejo a todos uma boa leitura.

Um abraço,

Marina Grossi  
Presidente do CEBDS



## O que é o CEBDS?

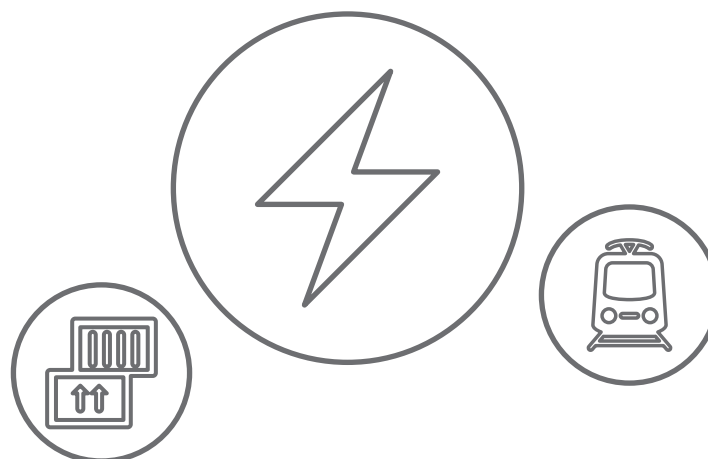
Fundado em 1997, o Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS) é uma associação civil que lidera os esforços do setor empresarial para a implementação do desenvolvimento sustentável no Brasil, com efetiva articulação junto aos governos, empresas e sociedade civil.

O CEBDS reúne hoje cerca de 70 expressivos grupos empresariais do país, com faturamento de 40% do PIB e responsáveis por mais de 1 milhão de empregos diretos. Primeira instituição no Brasil a falar em sustentabilidade a partir do conceito Triple Botton Line – que propõe a atuação das empresas sustentada em três pilares: o econômico, o social e o ambiental –, o CEBDS é o representante no país da rede do World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), a mais importante entidade do setor empresarial no mundo que conta com quase 60 conselhos nacionais e regionais em 36 países, atuando em 22 setores industriais, além de 200 empresas multinacionais que atuam em todos os continentes.

Vanguardista, o CEBDS foi responsável pelo primeiro Relatório de Sustentabilidade do Brasil, em 1997, e ajudou a implementar no Brasil, em parceria com a FGV (Fundação Getúlio Vargas) e o WRI (World Resources Institute), a partir de 2008, a principal ferramenta de medição de emissões de gases de efeito estufa, o GHG Protocol.

A instituição representa suas associadas em todas as Conferências das Partes das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, desde 1998, e de Diversidade Biológica, desde 2000. Além disso, é integrante da Comissão de Políticas de Desenvolvimento Sustentável e Agenda 21; do Conselho de Gestão do Patrimônio Genético; do Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas; do Fórum Carioca de Mudanças Climáticas, Conselho Mundial da Água e do Comitê Gestor do Plano Nacional de Consumo Sustentável.

Na Rio+20, o CEBDS lançou o Visão Brasil 2050, documento prospectivo que tem o propósito de apresentar uma visão de futuro sustentável e qual o caminho possível para alcançá-lo. Essa plataforma de diálogo com as empresas e diversos setores da sociedade, construída ao longo de 2011 e que contou com participação de mais de 400 pessoas e aproximadamente 60 empresas, é fonte de inspiração para o planejamento estratégico de inúmeras empresas brasileiras.





# Introdução

---





A partir da 21ª Conferência das Partes (COP 21) da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima (UNFCCC), realizada em Paris, em dezembro de 2015, o contexto climático global ganhou ainda mais evidência e importância nas agendas governamentais do mundo todo, pois seus resultados moldarão o regime climático pós-2020. Mediante a situação, é premente o envolvimento conjunto das iniciativas pública e privada no mundo todo para acelerar o desenvolvimento de tecnologias de baixa emissão de carbono, ampliar a sua implantação, e permitir a implementação de soluções de negócios.

O Brasil, como o sétimo maior país emissor de gases de efeito estufa (GEE), segundo o *World Resources Institute* (WRI), tem que continuar atuando com o mesmo protagonismo que teve até agora nas rodadas de negociação climática. O país pode se valer dos enormes avanços que teve na redução das emissões por desmatamento nos últimos 10 (dez) anos, entretanto as emissões oriundas de alguns setores apenas cresceram, e de uma forma bastante acelerada. O setor de Energia, que inclui o setor de Transporte, aumentou suas emissões em 103% no período de 1990 – 2013, chegando a 449Mt CO<sub>2</sub> e em 2013. O setor de Transporte corresponde a 47% dessas emissões e, deste volume, 45,7% é oriundo do transporte de cargas, equivalente a 97Mt CO<sub>2</sub>e. Baseado neste contexto, o trabalho pretende analisar vias alternativas de baixa emissão de carbono que possam também apresentar um ganho de performance.

Para alcançar os objetivos propostos, o trabalho que se desenvolve a seguir visa a explorar o Sistema de Transporte de Cargas por Malhas Ferroviárias Eletrificadas desde um contexto global até um olhar mais específico e técnico, de maneira a traduzir em números concretos os possíveis benefícios oferecidos pela eletrificação de ferrovias assim, como outras possibilidades que contribuem para a redução de CO<sub>2</sub> e no modal proposto, considerando-se a adoção de vagões de alumínio.

A seção "Situação Atual" tem como objetivo trazer à luz o contexto em que o estudo se desenvolve, levando em conta o cenário mundial e mais detalhadamente o cenário brasileiro. Para este fim, são apresentados dados gerais, incluindo emissões de GEE.

Na situação brasileira, também são apresentados os documentos determinantes à motivação deste estudo, que são fundamentais para o entendimento de certas metas, as quais o Brasil se comprometeu voluntariamente a alcançar nos próximos anos, com relação à mitigação da mudança do clima.

Na sequência do estudo, uma visão geral do transporte de cargas é apresentada para que o leitor tenha em mente números relativos ao setor e conheça a realidade brasileira, especialmente no que se refere ao setor ferroviário.

A ferrovia eletrificada é, então, apresentada, detalhando suas características principais em comparação à ferrovia com tração a diesel – atual solução tecnológica amplamente utilizada no Brasil – e são explorados os benefícios econômicos, sociais e ambientais envolvidos nas diferentes alternativas, assim como as barreiras encontradas para a implantação desta tecnologia.

...

O setor de Transporte corresponde a 47% dessas emissões e, deste volume, 45,7% é oriundo do transporte de cargas, equivalente a 97Mt CO<sub>2</sub>e.



Finalmente, um estudo de caso usando dados concretos foi elaborado, demonstrando alguns dos aspectos mencionados, focando principalmente nos benefícios ambientais da solução. Um modelo é elaborado a fim de comparar as emissões de CO<sub>2</sub> considerando o uso de locomotivas a diesel e locomotivas elétricas, em um horizonte temporal de 35 anos (2051), testando cenários que simulam diferentes períodos onde a eletrificação ocorre em diferentes proporções da rede ferroviária brasileira. Além disso, realiza-se uma análise específica do caso da logística do agronegócio brasileiro, a partir de uma abordagem sobre eficiência alimentar.

## 1.1 Objetivos

Este estudo tem como objetivos:

- Explorar os benefícios oferecidos pelo uso de ferrovias eletrificadas para o transporte de cargas no Brasil, as quais são hoje inexistentes no transporte de carga;
- Analisar a viabilidade de implementação dessa solução, levando em conta fatores econômicos, sociais e ambientais;
- Debater sobre as possíveis dificuldades encontradas na implementação de tal solução e como estas podem ser superadas;
- Enfatizar a possível redução de emissões de CO<sub>2</sub> e que se pode alcançar através da implementação desta tecnologia, analisando os impactos de tal redução e como esta se refletiria em algumas proposições de cenários futuros;
- Analisar quais as possíveis oportunidades para o desenvolvimento desta solução, considerando a realidade brasileira atual;
- Explorar quais outros aspectos podem contribuir sinergicamente com a eletrificação, para a redução de emissões dos GEE, como, por exemplo, vagões de alumínio.

## 1.2 Metodologia

Para dar fundamento ao tema e apresentar o contexto atual no qual futuras mudanças são propostas, foi imprescindível para este estudo uma revisão bibliográfica na qual os principais documentos sobre o tema fossem levados em consideração. De extrema importância foram os documentos elaborados recentemente pelos diferentes ministérios e agências do governo, como foi o caso dos Inventários de Emissões publicados pela Agência Nacional de Transporte Terrestre (ANTT) nos últimos anos, principalmente o 1º Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas do Transporte Ferroviário de Cargas (ANTT, 2012) e o relatório de Estimativas Anuais de Emissões de Gases de Efeito Estufa no Brasil desenvolvido pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (2014). Também foram consultados o Plano Nacional de Logística e Transportes (PNLT) (Ministério dos Transportes, 2012), as leis que impactam e motivam este estudo, como, por exemplo, a Lei 12.187/2009 (Brasil, 2009) e estudos de diversos atores envolvidos que extrapolaram

dados oficiais para números mais recentes, como foi o caso dos estudos apresentados pelo Sistema de Estimativa de Emissão de Gases de Efeito Estufa (SEEG, 2015).

A equipe de trabalho incluiu participantes de quatro instituições – ALCOA, Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS), SIEMENS e Syngenta – que desenvolveram um trabalho colaborativo com permanente diálogo sob a coordenação do CEBDS, que potencializou o resultado final, tomando em conta os diversos pontos de vista e diferentes expertises. No caso particular da SIEMENS, houve participantes nacionais e internacionais.

Com o intuito de obter conclusões mais realistas ao contexto do país, o grupo decidiu por fazer uso das informações disponíveis referentes ao Brasil, para elaborar análises, cenários e casos exclusivamente sobre o contexto brasileiro, ao invés de usar unicamente referências internacionais. Os critérios técnicos para extrapolação dos cenários e conclusões com o horizonte de 35 anos (2051) serão exemplificados mais adiante.

## 1.3 Histórico do CEBDS

O CEBDS é uma organização, sem fins lucrativos, que lidera os esforços para a implementação do desenvolvimento sustentável no Brasil, com efetiva articulação junto aos governos e às ações do empresariado brasileiro.

Criado em 1997, o CEBDS integra a rede de conselhos vinculada ao *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD). Reconhecida como uma instituição empresarial de grande reputação, o WBCSD reúne 200 (duzentos) gru-



pos empresariais, que atuam em todos os continentes. No Brasil, o CEBDS possui atualmente em seu quadro de associados cerca de 70 grandes grupos empresariais.

A missão do CEBDS está pautada no fomento à liderança empresarial como catalisadora de mudanças em direção a um modelo de negócios que possibilite o sucesso da atividade econômica, incentivo à inclusão social e a conservação de ativos ambientais.

### 1.3.1 Ação 2020

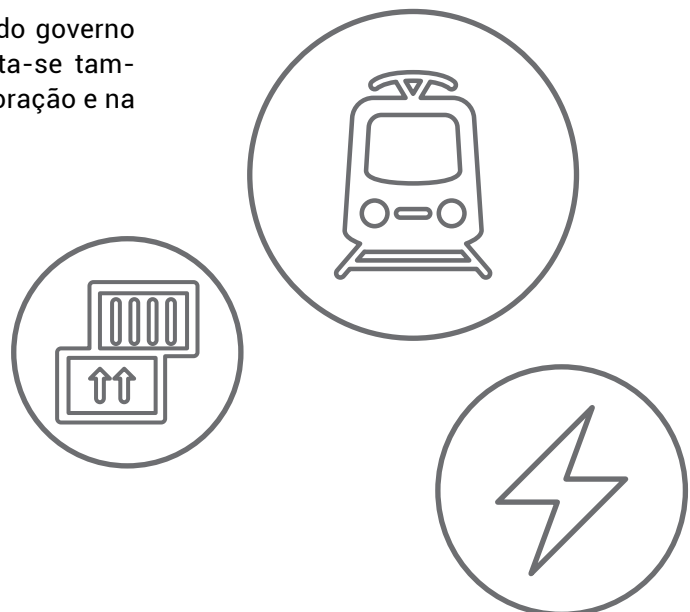
O CEBDS desenvolveu, junto com as empresas associadas, um documento que guia as linhas de ação das empresas para que, em 2020, elas estejam trilhando um caminho bem sucedido de sustentabilidade. O objetivo dessa plataforma – Ação 2020 – é incentivar o desenvolvimento de soluções de negócio em diversas áreas prioritárias e considerando os objetivos mais estratégicos por parte da sociedade – “*MUST HAVES*”. Na área prioritária de mudança do clima, foi definido junto com as empresas alguns “*MUST HAVES*”, dentre outros:

- *Diversificar a matriz de transportes de cargas e de passageiros e promover a mobilidade sustentável;*
- *Ampliar o volume de investimentos e o número de projetos voltados à economia de baixa emissão de carbono.*

Com foco na agenda estratégica nacional e internacional que se apresenta em 2015, os CEOs das empresas associadas ao CEBDS elencaram alguns temas como sendo prioritários para serem trabalhados e aprofundados com o governo, dentre os quais tem destaque o de transporte e mobilidade sustentáveis, com foco em transporte de cargas.

As empresas precisam avançar na implementação de soluções de negócios e para isso é necessário que a remoção de algumas barreiras ocorra. O foco do projeto, considerando as premissas do PNLT e a agenda internacional de mudança do clima, está em transporte de cargas pelo modal ferroviário, com destaque para a eletrificação do sistema, tornando ainda maior o impacto na mudança da matriz de investimento em transporte e logística.

Destaca-se ainda que o setor privado tem se aproximado do governo para estabelecer um diálogo direto e permanente. Ressalta-se também a presença de observadores da sociedade civil na elaboração e na construção do estudo.



- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8



2

# Situação ATUAL





## 2.1 Agenda Internacional

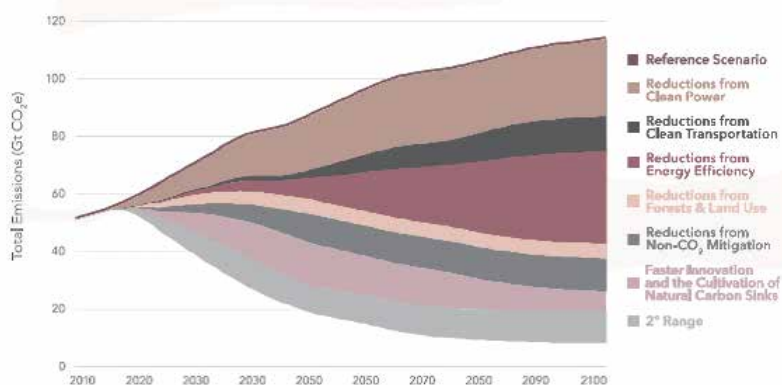
A COP 21 da UNFCCC, realizada em Paris em dezembro de 2015, foi um momento político decisivo, pois foram realizadas importantes discussões que moldarão o regime climático pós-2020. É premente o envolvimento conjunto das iniciativas pública e privada no mundo todo para acelerar o desenvolvimento de tecnologias de baixa emissão de carbono, ampliar a sua implantação, e permitir a implementação de soluções de negócios.

## 2.2 Contexto Global

A mudança global do clima é um tema que ganha a cada dia maior relevância na agenda dos governos, das empresas e da sociedade como um todo. O aquecimento do planeta fruto da atividade humana é hoje reconhecido pela comunidade científica internacional e demanda grande disposição política para sua mitigação.

Ecossistemas, economias e principalmente comunidades, sobretudo as mais pobres, já são afetados pela mudança do clima, mas ainda é possível nos prevenir de impactos ainda mais negativos.

**FIGURA 1: CENÁRIO DAS POSSÍVEIS REDUÇÕES PARA LIMITAR AS EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA.**

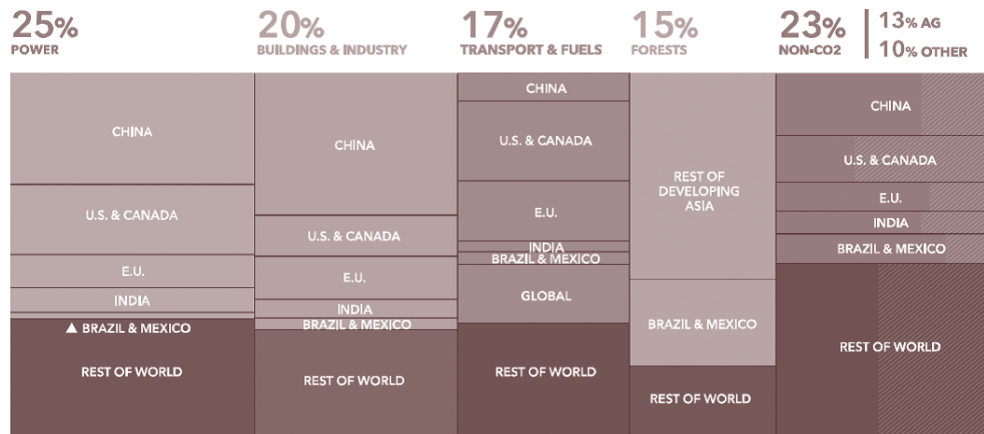


Fonte: (ClimateWorks, 2015)

Limitar os avanços da mudança do clima requer de nós habilidade para reduzir as emissões de CO<sub>2</sub> e outros GEE. Destaca-se, nesse contexto, que grande parte destas emissões são de origem fóssil e estão intrinsecamente ligadas à infraestrutura, e ao sistema econômico, presentes em quase tudo o que garante um padrão de vida elevado, culturalmente estabelecido, tão apreciado pelas pessoas atualmente. Construir um mundo próspero de baixa emissão de carbono – a chave para mitigar o pior impacto da mudança do clima – requer uma transformação sistêmica global. O gráfico a seguir ilustra a distribuição dos GEE produzido em diferentes setores e regiões e demonstra os desafios naturais globais com o Brasil em destaque.



**FIGURA 2: GASES DE EFEITO ESTUFA 2010 DIVIDIDOS GEOGRAFICAMENTE E SETORIALMENTE.**



Fonte: (ClimateWorks, 2015)

### 2.3 Agenda Nacional: meio ambiente, sociedade e transportes

Assim como muitos países, o Brasil, frente aos desafios que devem ser enfrentados com relação às medidas necessárias em busca da mitigação da mudança do clima e suas respectivas consequências, assinou em 29 de Dezembro de 2009 a Lei Nº 11.187 – também conhecida como Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) – que tem como diretrizes os compromissos assumidos pelo país em documentos como a UNFCCC e o Protocolo de Quioto.

Como resultado do Decreto de nº 7.390 que instituiu e regulamentou a PNMC, em 2013, o Ministério dos Transportes juntamente ao Ministério das Cidades publicaram o Plano Setorial de Transporte e da Mobilidade Urbana para Mitigação e Adaptação à Mudança do Clima (PSTM) em 2013. O objetivo deste documento:

*"... é contribuir para a mitigação das emissões de GEE no setor, por meio de iniciativas que levam à ampliação da infraestrutura de transporte de cargas e à maior utilização de modos mais eficientes energeticamente, [...] contribuindo para a consecução dos compromissos assumidos voluntariamente pelo Brasil." (Ministério dos Transportes e Ministério das Cidades, 2013, p. 22)*

O plano também visa a ampliar o conhecimento sobre emissões de GEE em diferentes setores do transporte e investigar a potencialidade de mitigação das mesmas, assim como contribuir para decisões capazes de reduzir emissões e tornar o transporte mais eficiente. No que se refere às ações propostas para o setor de cargas, o plano prevê que sejam cumpridas as proposições do PNLT (Ministério dos Transportes, 2012).



### 2.3.1 iNDC no Brasil

Em conformidade com a visão de longo prazo de conter o aumento da temperatura média global abaixo de 2°C em relação aos níveis pré-industriais, o Brasil envidará esforços para uma transição para sistemas de energia baseados em fontes renováveis e descarbonização da economia mundial até o final deste século, no contexto do desenvolvimento sustentável e do acesso aos meios financeiros e tecnológicos necessários para essa transição. Foi através do documento iNDC (intended Nationally Determined Contribution) enviado às Nações Unidas, que o Brasil informou sua contribuição na mitigação à mudança do clima de reduzir às emissões dos GEE em 37% abaixo dos níveis de 2005 e 43% até 2030, abaixo dos níveis de 2005.

Entre as medidas do Brasil estão:

- i) aumentar a participação de bioenergia sustentável na matriz energética brasileira para aproximadamente 18% até 2030
- ii) no setor da energia, alcançar uma participação estimada de 45% de energias renováveis na composição da matriz energética em 2030, incluindo:
  - expandir o uso de fontes renováveis, além da energia hídrica, na matriz total de energia para uma participação de 28% a 33% até 2030;
  - expandir o uso doméstico de fontes de energia não fóssil, aumentando a parcela de energias renováveis no fornecimento de energia elétrica para ao menos 23% até 2030;
- iii) no setor de transportes, promover medidas de eficiência, melhorias na infraestrutura de transportes e no transporte público em áreas urbanas.

### 2.3.2 Plano Nacional de Logística dos Transportes – PNLT

Ciente da alta dependência do transporte rodoviário na matriz de cargas brasileira, que hoje representa 52% de toda a carga movimentada (TKU), o governo federal em 2007, através da primeira versão do PNLT, adotou a estratégia de propor para o setor uma:

*"...visão estratégica de longo prazo [...] com caráter contínuo e dinâmico, destinado a orientar, com embasamento técnico e científico, a implantação das ações públicas e privadas no Setor de Transportes de forma a atender as demandas políticas de integração, desenvolvimento e superação de desigualdades." (Ministério dos Transportes, 2012, p. 1).*

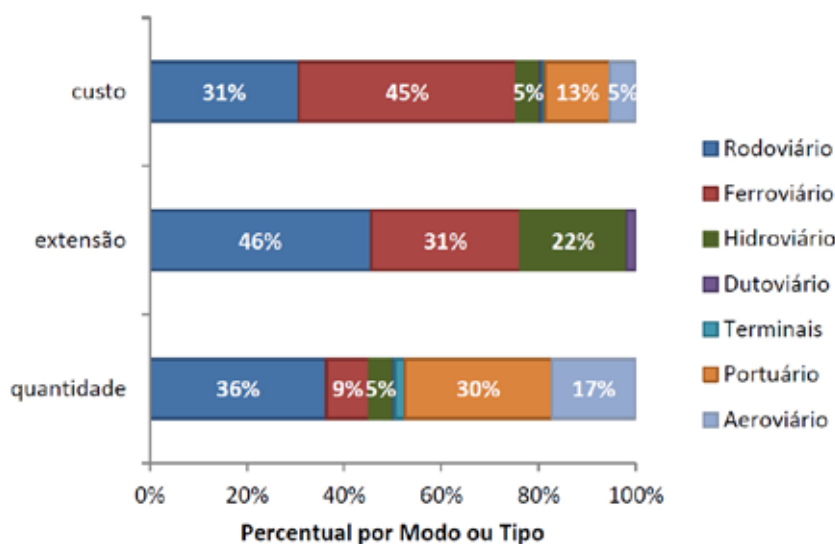
Sendo um plano de caráter indicativo, o mesmo reconhece o predominate "rodoviarismo" brasileiro e propõe, através da seleção de um portfólio de 1.167 projetos, buscar um maior equilíbrio para a divisão modal em um horizonte compreendido entre 2011 e 2031, no qual cada meio de transporte seja valorizado de acordo com sua vocação.



Como resultado, 111 projetos foram avaliados como prioritários por terem uma Taxa Interna de Retorno Econômico (TIRE) maior que 8%, enquanto 237 projetos foram classificados como "sociopolíticos", pois apesar de sua importância social, ambiental, entre outras, não alcançaram o TIRE de 8%. Os outros 819 são projetos que já estavam na época sendo contemplados no Plano de Aceleração do Crescimento (PAC) ou não possuíam informações suficientes para serem avaliados.

Importante ressaltar neste estudo a participação do modal ferroviário nos projetos do PNLT, como demonstrado pela Figura 3.

**FIGURA 3: DISTRIBUIÇÃO DE PROJETOS DO PNLT 2011 CONSIDERANDO CUSTOS, EXTENSÃO E QUANTIDADE.**



Fonte: (Ministério dos Transportes, 2012)

Ainda no contexto nacional, o governo lançou em 2015 a segunda edição do Programa de Investimentos em Logística (PIL2), no qual ferrovias também ganham posição de destaque. O Programa será analisado com mais detalhes na seção 2.3.1.

Como é possível perceber, tem-se no atual cenário brasileiro um contexto onde clima e planejamento de transportes se colocam como pontos fundamentais nas decisões futuras.

## 2.4 Situação Brasileira

### 2.4.1 Emissões de GEE

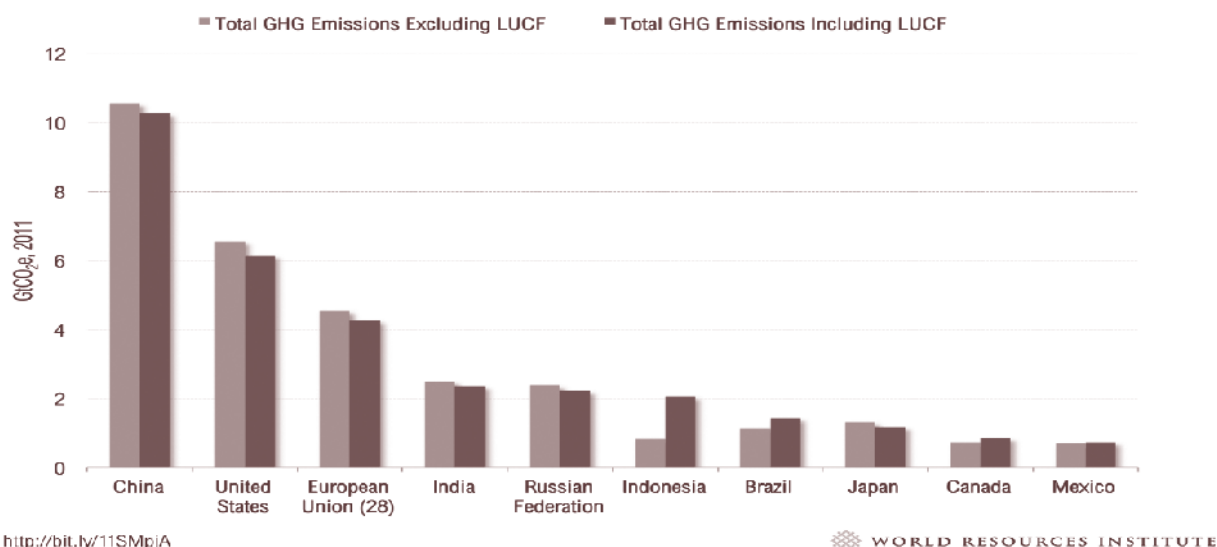
De acordo com os dados do CAIT 2.0 do WRI, que pesquisa informações sobre mudança do clima, o Brasil está entre os 10 maiores emissores do mundo em 2011, conforme evidencia a **Figura 4**, a seguir.





FIGURA 4: MAIORES EMISSORES EM 2011.

## Top 10 Emitters



Fonte: (Ge, Friedrich, & Damassa, 2014)

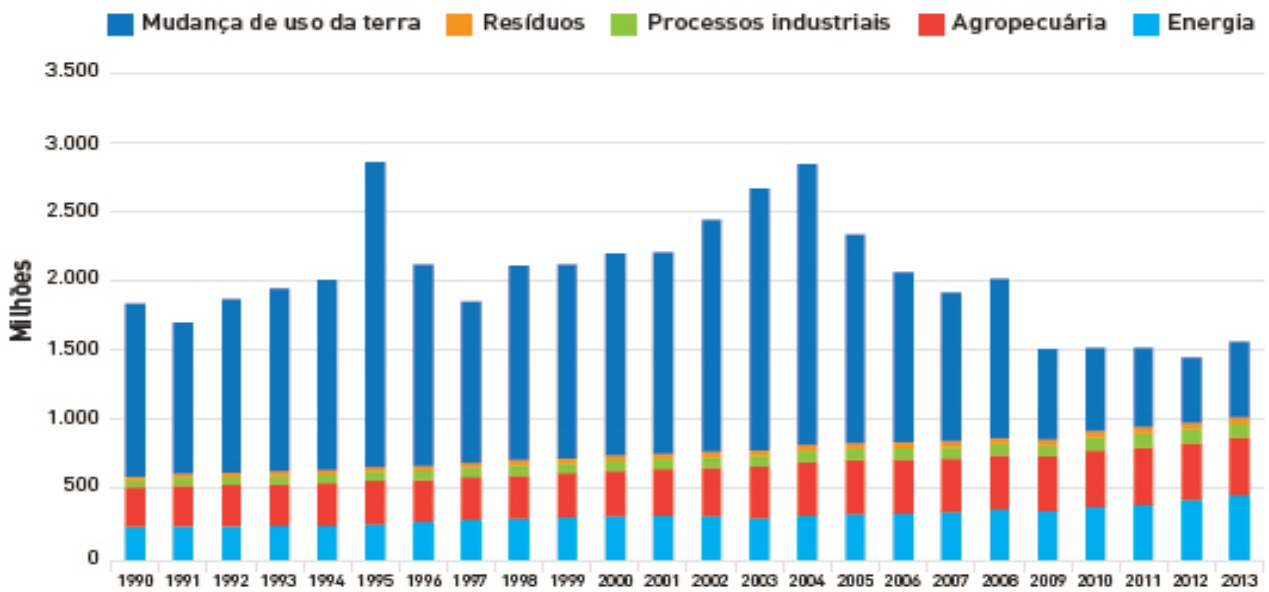
Segundo McKinsey & Company, no horizonte de 2030, o Brasil é um dos cinco (5) países com o maior potencial de redução das emissões. Sua liderança nas ações para enfrentar a mudança do clima global tem um número de implicações, assim como a criação significativa de oportunidades.

Com o crescimento econômico, houve um reflexo das emissões de CO<sub>2</sub> nos setores de Processos Industriais, Agropecuário, Resíduos e Energia. De acordo com as Estimativas Anuais de emissões de GEE no Brasil, elaborado pelo Ministério de Ciências, Tecnologia e Inovação (MCTI), observamos que as emissões do setor de Energia aumentaram 109%, sendo o mais significativo entre os setores.

De acordo com a análise das emissões de GEE provida pela SEEG1 (Figura 5), que avalia o período de 1990 a 2013, o Brasil emitiu neste último ano um total de 1,59 Gt CO<sub>2</sub>e. Nota-se que o setor de energia obteve um aumento de 103% das emissões, o maior entre os setores.

<sup>1</sup> O Sistema de Estimativa de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SEEG), um produto do Observatório do Clima e parceiros, utiliza-se de fatores de emissão publicados no Segundo Inventário Brasileiro de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa (desenvolvido pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação), assim como metodologia definida pelo IPCC, para produzir estimativas brasileiras no período entre 1990 a 2012. Disponível em: <http://seeg.eco.br/>, acessado em 23/09/2015.

FIGURA 5: EVOLUÇÃO DAS EMISSÕES BRASILEIRAS (1990-2013).

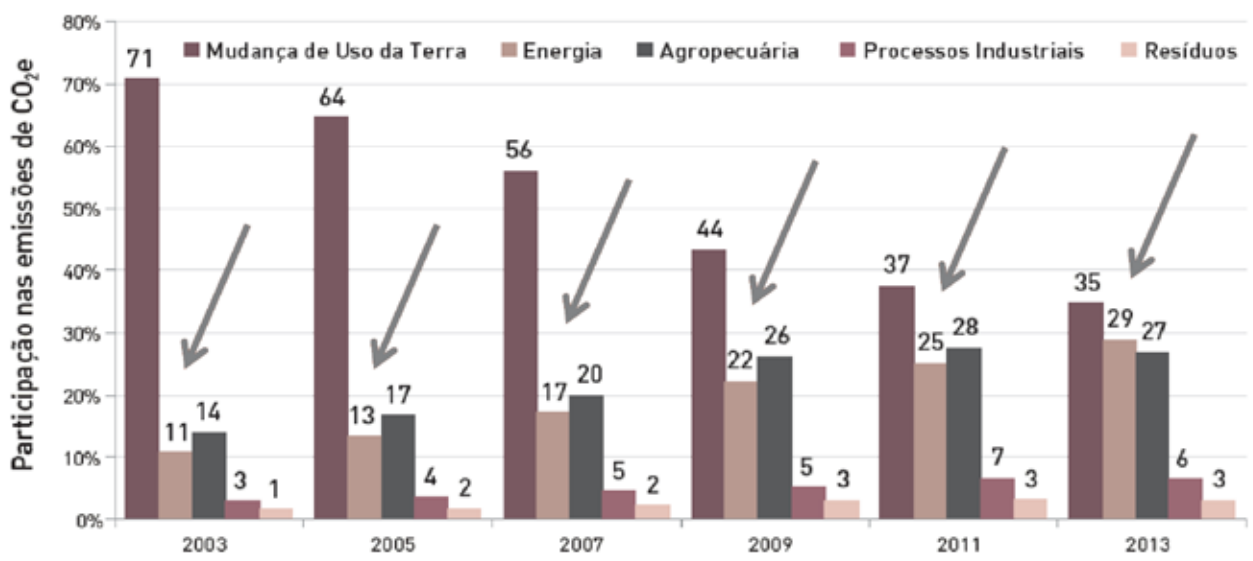


Fonte: (SEEG, 2015)

Com as reduções das emissões advindas da redução do desmatamento, a participação das emissões do

setor de energia saltou de 11% em 2003 para 29% em 2013, como demonstrado na Figura 6.

FIGURA 6: PARTICIPAÇÃO DAS EMISSÕES DE CO<sub>2</sub>e POR SETORES NO BRASIL ENTRE 2003 E 2013.

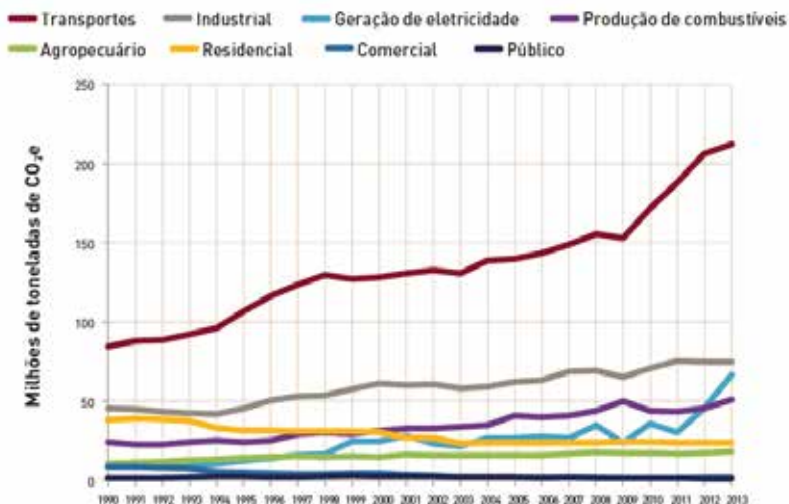


Fonte: (SEEG, 2015)



Note-se que 72% das emissões do setor de energia é advindo da produção e consumo de petróleo, cujo principal destino é o transporte. Na Figura 7, observa-se que no período de 1990 a 2013, o subsetor de transportes obteve a mais impactante evolução no setor de energia.

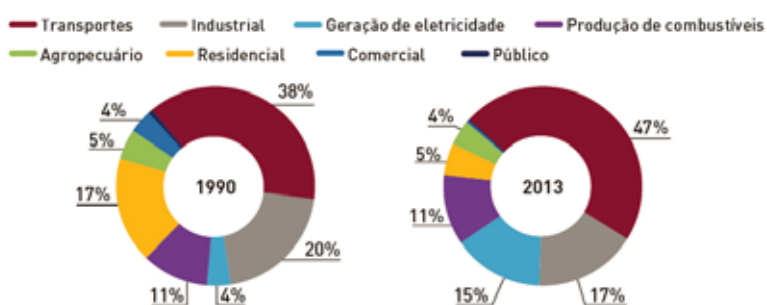
**FIGURA 7: EVOLUÇÃO DAS EMISSÕES NO SETOR DE ENERGIA ENTRE 1990 E 2013.**



Fonte: (SEEG, 2015)

Em 2013, as emissões do subsetor de transporte foi de 2Mt CO<sub>2</sub>e, que corresponde a 47% do setor de energia, ou seja, o seu maior emissor, conforme evidencia a Figura 8 abaixo.

**FIGURA 8: PARTICIPAÇÃO DAS DIFERENTES ATIVIDADES NAS EMISSÕES DO SETOR DE ENERGIA.**



Fonte: (SEEG, 2015)

#### 2.4.2 Desafios no Brasil – socioeconômicos e mudança do clima

O Brasil é um país em desenvolvimento com vários desafios relacionados à erradicação da pobreza, educação, saúde pública, emprego, ha-

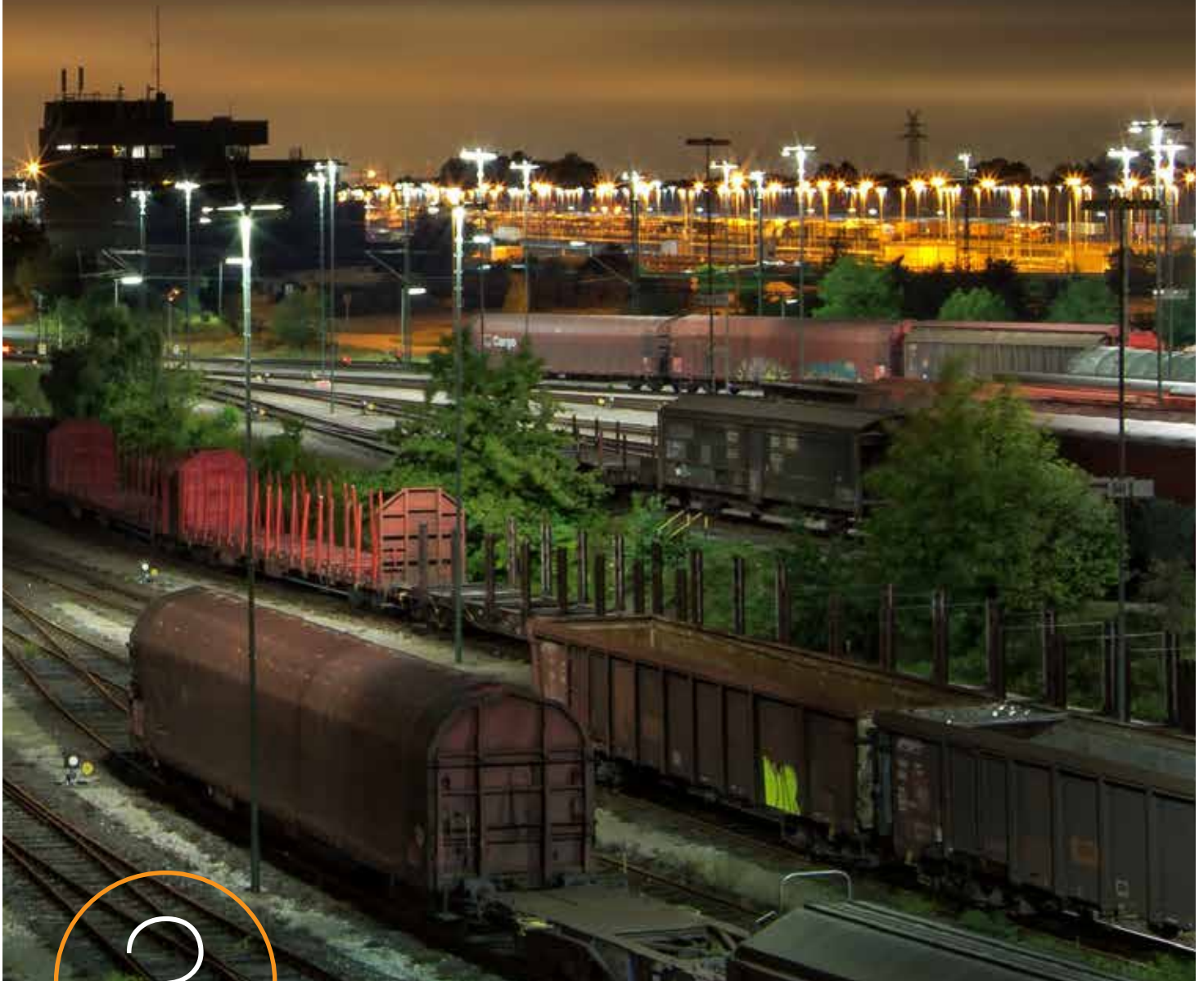
bitação, infraestrutura e acesso a energia. Apesar desses desafios, as ações atuais do Brasil no combate global à mudança do clima representam um dos maiores esforços de um único país até hoje, tendo reduzido suas emissões em mais de 41% (GWP-100; IPCC SAR), em 2012, em relação aos níveis de 2005.

Com o desafio de acabar com a exclusão de energia elétrica no país e com a meta de levar o acesso à energia elétrica gratuitamente para mais de 10 milhões de pessoas do meio rural até 2008, o governo lançou o Decreto 4.873 de 11/11/2003 o "Programa Luz para Todos". O Programa é coordenado pelo Ministério de Minas e Energia (MME) e, mesmo superando a meta, ainda faltam milhões de residências a serem atendidas. O Decreto 8.387 de 30/12/2014 prorrogou o programa até 2018 para atender populações localizadas em áreas de extrema pobreza.

Para o atendimento de toda essa população, foram destinados recursos provenientes de fundos setoriais de energia – a Conta de Desenvolvimento Energético (CDE) e a Reserva Global de Reversão (RGR). O restante do investimento foi partilhado entre governos estaduais e as empresas distribuidoras de energia elétrica. Com a edição da Lei Nº 12.783/2013, os recursos da CDE passaram a ser assegurados pelo Tesouro Nacional. A eles somase uma linha de financiamento da Caixa Econômica Federal (CEF), nos mesmos moldes da RGR.

Os investimentos chegam a R\$ 22,7 bilhões. Desses R\$ 16,8 bilhões são recursos do Governo Federal.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8



# Transporte de CARGAS NO BRASIL



### 3.1 Contexto Geral

Assim como destacado na discussão anterior, as questões relativas ao transporte de cargas vêm sendo discutidas há muito tempo no Brasil. É amplamente divulgado e sabido que a competitividade econômica internacional e os atrasos no desenvolvimento nacional estão intimamente relacionados à atenção e à prioridade que é dada ao transporte de carga e à logística.

O transporte ferroviário é reconhecido por ser “catalisador da transformação econômica” (CNT, 2013, p. 9). Ferrovias são conhecidas por sua capacidade de transportar grandes cargas a longas distâncias com custos mais competitivos que os demais modais de transporte de cargas terrestre.

Apesar destes benefícios, como resultado de anos de incentivos ao modal rodoviário e ao uso de combustíveis fósseis, o transporte de cargas por rodovia se apresenta como o modal mais difundido no Brasil. A disparidade na distribuição modal num país de proporções continentais como o Brasil pode ser constatada na Tabela 1, a seguir. Diferentemente do caso brasileiro, países com grandes áreas, como é o caso da Rússia, Estados Unidos, Canadá, México e Austrália, apresentam forte participação de ferrovias e/ou hidrovias na sua distribuição modal.

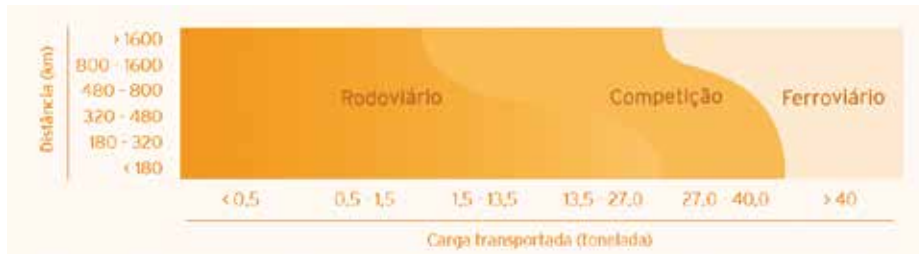
TABELA 1: PARTICIPAÇÃO MODAL NO SISTEMA DE TRANSPORTE EM DIFERENTES PAÍSES.

Países	Rodovia	Ferrovias	Hidrovia
Rússia	8	81	11
Estados Unidos	32	43	25
Canadá	43	46	11
Austria	49	45	6
Austrália	53	43	4
México	55	11	34
Brasil	58	25	17
Alemanha	71	15	14
França	81	17	2

Fonte: PNL (Ministério dos Transportes, 2012)

Não se trata, entretanto, de favorecer um modal em prejuízo aos demais. Como o gráfico representado na Figura 9 demonstra, os modais ferroviários e rodoviários, por exemplo, cumprem funções diferentes no transporte de cargas e são complementares a fim de se atingir a maior eficiência possível. Para isso é preciso que se observe a distância a ser percorrida e o peso a ser transportado para que se possa obter o melhor desempenho financeiro.

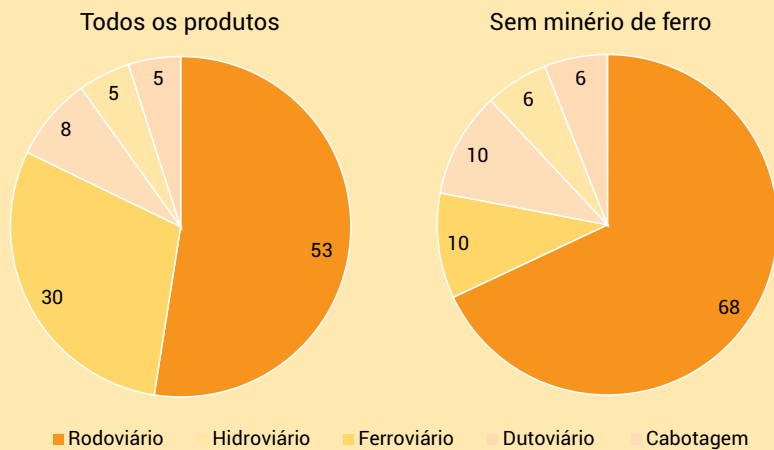
FIGURA 9: COMPETIÇÃO MODAL NO TRANSPORTE DE CARGA SEGUNDO A DISTÂNCIA PERCORRIDA E PESO DE CARGA (CNT, 2013)



Apesar dos esforços das últimas décadas para que a matriz de distribuição modal seja mais equilibrada e beneficie os modos não rodoviários – como é determinado, por exemplo, no PNLT (SPNT/MT, 2012) – é possível analisar pela figura abaixo que ainda existe um grande predomínio do transporte de mercadorias pelo modo rodoviário, especialmente quando se desconsidera o transporte de minério de ferro, grande responsável pela participação ferroviária no Brasil.

fica clara a preferência pelas ferrovias que utilizam locomotivas movidas a diesel, contrariando as tendências de países desenvolvidos como, por exemplo, Alemanha, Noruega, Espanha e França, que têm grande parte da sua frota movida por tração elétrica.

FIGURA 10: DISTRIBUIÇÃO MODAL DA MATRIZ BRASILEIRA DE TRANSPORTES REGIONAIS DE CARGAS EM 2011 (COM E SEM MINÉRIO DE FERRO), EM PORCENTAGEM.



Fonte: PNLT 2011

Além da grande dependência no transporte rodoviário, atualmente no Brasil, quase 100% de todo o transporte de cargas é dependente de combustíveis fósseis. Muitos foram os motivos ao longo da história do Brasil que resultaram na distribuição modal que temos hoje e que fortemente favorece a rodovia e o uso de caminhões para o transporte de produtos e mercadorias. No setor ferroviário, entretanto, também

*“Hoje, lamentavelmente, a eletrificação se restringe aos sistemas de metrô e trens de subúrbios. As únicas linhas eletrificadas ainda operacionais para o transporte ferroviário de cargas são o sistema cremalheira na serra do Mar da antiga E.F. Santos a Jundiá, entre Raiz da Serra e Paranapiacaba, e o trecho entre São Paulo e Amador Bueno da antiga linha tronco da E.F. Sorocabana.” (Gorni, 2009, p. 4)*

Quando da implementação de uma ferrovia, o custo de implementação de infraestrutura, com a terraplanagem, dormentes, trilhos, sinalização e outros é alto e gera impactos sociais, econômicos e ambientais, por isso a escolha de diferentes tecnologias deve ser cuidadosamente pensada e bem planejada.



### 3.2 O Transporte Ferroviário

O Brasil conta atualmente com uma malha ferroviária de pouco mais de 27 mil quilômetros em funcionamento, distribuídas entre 13 operadoras de cargas (Revista Ferroviária, 2014). Nesta infraestrutura, em junho

de 2015 a Agência Nacional de Transporte Terrestre (ANTT) (2015) registrou uma frota de 3.897 locomotivas ativas, 84.497 vagões e uma carga transportada de 465.211 toneladas úteis em 2014, número que, segundo mostram os dados da ANTT, representados na Figura 12, vem crescendo ao longo dos últimos anos.

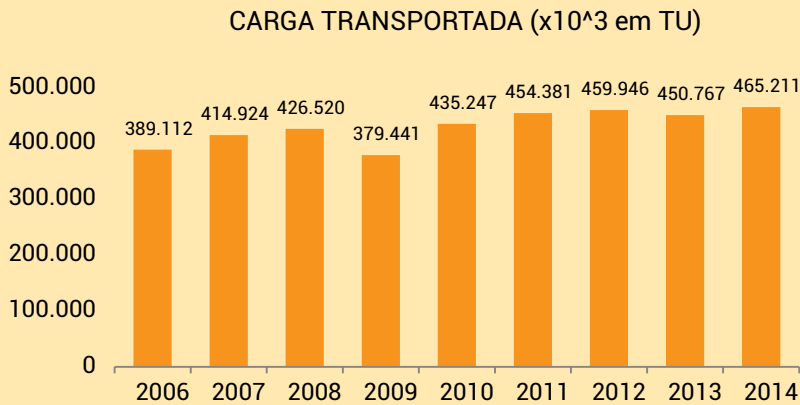
FIGURA 11: MAPA FERROVIÁRIO BRASILEIRO.



Fonte CNT



**FIGURA 12: EVOLUÇÃO DA CARGA TRANSPORTADA ENTRE 2006 E 2014.**

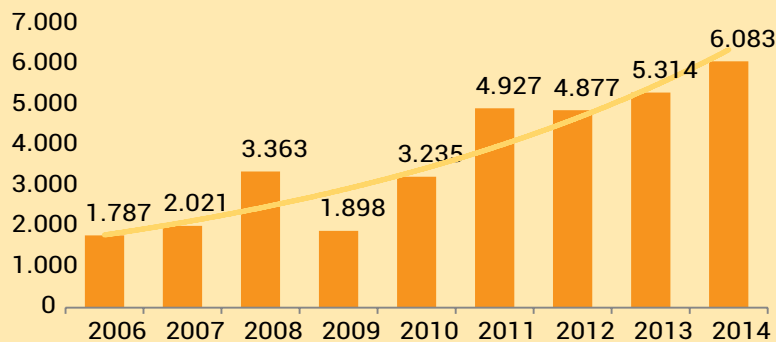


Fonte (ANTT, 2015)

A Figura 13 demonstra o aumento em investimento nas ferrovias ao longo dos anos por parte das operadoras.

**FIGURA 13: TOTAL DE INVESTIMENTOS ENTRE 2006 E 2014.**

**TOTAL DE INVESTIMENTOS (em milhões de R\$ - preço corrente)**



Fonte (ANTT, 2015)

### 3.3 Investimentos do PIL 2

Anunciado em junho de 2015, o Programa de Investimento em Logística 2 (PIL2) é a nova etapa do projeto do governo<sup>1</sup> que visa a ampliar e modernizar a infraestrutura de transporte do país com foco no crescimento econômico. Foram anunciados R\$ 198,4 bilhões, sendo a maior parte destes investimentos – R\$ 86,4 bilhões – em ferrovias<sup>2</sup>, resultando em

<sup>1</sup> O Programa de Investimento em Logística (PIL) foi inicialmente lançado no ano de 2012, incluindo “um conjunto de projetos que contribuirão para o desenvolvimento de um sistema de transportes moderno e eficiente e serão conduzidos por meio de parcerias estratégicas com o setor privado, promovendo-se sinergias entre as redes rodoviária e ferroviária, hidroviária, portuária e aeroportuária.” (Logística Brasil, 2012). Na época, foram propostos investimentos de R\$ 99,6 bilhões para ferrovias.

<sup>2</sup> Os demais valores se distribuem da seguinte maneira: R\$ 66,1 bilhões em rodovias, R\$ 37,4 bilhões em portos e R\$ 8,5 bilhões em aeroportos.

uma adição de aproximadamente oito mil novos quilômetros de linhas férreas na malha brasileira. Nesta área, os investimentos estão divididos em cinco novas concessões, como representado pela Tabela 2 abaixo, e também em investimentos em concessões existentes (Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, 2015).

#### 3.3.1 Investimentos em concessões existentes

- Investimentos Estimados em R\$ 16 bilhões;
- Projetos em negociação com concessionários como ampliação da capacidade de tráfego, novos pátios, redução de interferências urbanas, duplicações, novos ramais, equipamentos de via e sinalização e ampliação de frota.

...

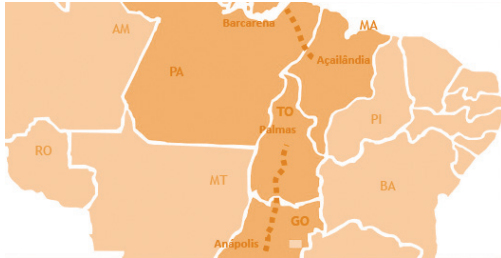
Anunciado em junho de 2015, o Programa de Investimento em Logística 2 (PIL2) é a nova etapa do projeto do governo que visa a ampliar e modernizar a infraestrutura de transporte do país com foco no crescimento econômico.



### 3.3.2 Investimentos em novas concessões

TABELA 2: PROPOSTAS DE INVESTIMENTO EM FERROVIAS NO PIL 2.

#### 1) Ferrovia Norte-Sul Palmas-Anápolis e Barcarena-Açailândia



- Ferrovia em GO/TO/MA/PA;
- Extensão total de 1.430km;
- Investimento estimado em R\$7,8 bilhões;
- Objetivo: Concluir o corredor Norte-Sul, no seu trecho norte, com saídas pelos portos do Arco Norte.

#### 2) Ferrovia Norte-Sul Anápolis – Estrela D’oeste – Três Lagoas



- Ferrovia em GO/MG/SP/MS;
- Extensão total de 895 km;
- Investimento estimado em R\$4,9 bilhões;
- Objetivo: Concluir o corredor Norte-Sul no seu trecho sul com interligação com o polo agroindustrial em Três Lagoas.

#### 3) Ferrovia Lucas do Rio Verde – Miritituba



- Ferrovia em MT/PA;
- Extensão total de 1.140km;
- Investimento estimado em R\$9,9 bilhões;
- Objetivo: Melhorar o escoamento da produção agrícola do MT pela hidrovia do Tapajós.

#### 4) Ferrovia Rio-Vitória



- Extensão total de 895km;
- Investimento estimado em R\$4,9 bilhões;
- Objetivo: Concluir o corredor Norte-Sul no seu trecho sul com interligação com o polo agroindustrial em Três Lagoas.

#### 5) Ferrovia Bioceânica (Trecho Brasil)



- Extensão de 3.500km;
- MoU assinado entre Brasil, China e Peru com diretrizes. Realização de estudos com conclusão em maio de 2016;
- Investimentos aprox. R\$ 40 bilhões;
- Objetivo: Rota Estratégica de escoamento da produção via Pacífico para mercados asiáticos.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8



4

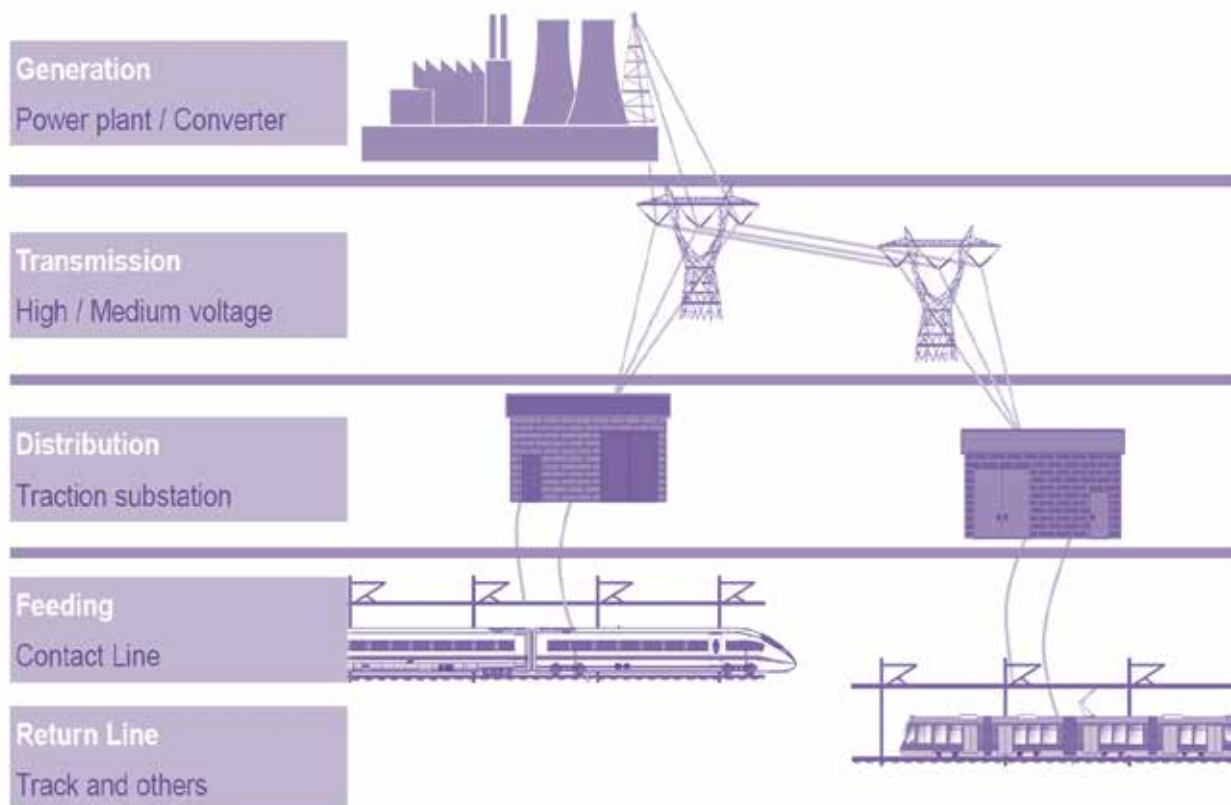
# Benefícios e desafios do uso da FERROVIA ELÉTRICA



## 4.1 Apresentação

Como pode ser observado pela Figura 14, ferrovias eletrificadas estão ligadas a uma cadeia de sistemas que vão desde a produção da energia a ser utilizada pelas locomotivas, até os sistemas que transformam esta energia e a distribuem, diferentemente de locomotivas diesel-elétricas que são abastecidas e têm uma independência temporária, utilizando-se apenas da infraestrutura básica de uma ferroviária para o seu deslocamento. Apesar de parecer mais complexo, o sistema de eletrificação de uma ferrovia pode oferecer diversos benefícios como será explorado ao longo desta seção.

FIGURA 14: ELETRIFICAÇÃO DA FERROVIA: O FLUXO DE ENERGIA E A INFRAESTRUTURA NECESSÁRIA.



Fonte: Siemens Ltda.

A geração de energia é um ponto fundamental para o funcionamento da ferrovia. De uma forma geral, a alimentação de energia é proveniente do "grid" nacional. Uma outra opção é a de que as empresas operadoras possam optar por serem produtoras da sua própria energia, o que em muitos casos, devido às longas distâncias e às pesadas cargas a serem transportadas, demandarão quantidades significativas de energia, justificando, assim, a autogeração. A ferrovia, desse modo, ficará também imune às variações externas de disponibilidade de energia e de preços, diminuindo os riscos relacionados ao suprimento de energia.



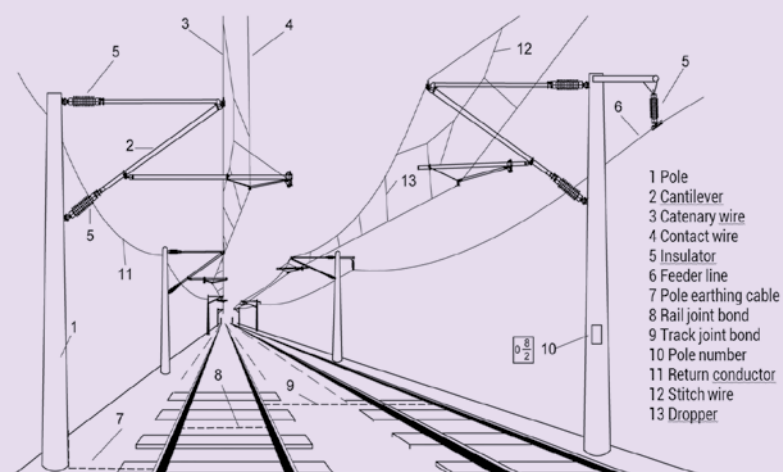
...

(...) o uso de energia elétrica permite que diferentes fontes sejam usadas, podendo-se buscar de várias fontes e, principalmente, optar por fontes mais limpas ao longo da ferrovia (...)

Outro ponto importante com relação à geração de energia é que, diferentemente de locomotivas diesel-elétricas que dependerão na totalidade de seu uso da queima de combustíveis fósseis, o uso de energia elétrica permite que diferentes fontes sejam usadas, podendo-se buscar de várias fontes e, principalmente, optar por fontes mais limpas ao longo da ferrovia, conforme a disponibilidade (ver item 4.3.3.1).

A infraestrutura necessária é complementada pelo sistema de eletrificação e alimentação das locomotivas elétricas. Os sistemas de alimentação podem ser diversos para o transporte ferroviário, de acordo com a situação e as análises de custo-benefício a serem executadas. A alimentação pode ser a partir de terceiro trilho (utilizado usualmente em soluções de transporte urbano), *overhead conductor rail* (linhas de contato rígidas mantidas acima do veículo) e *overhead contact line*, denominadas catenárias (linhas instaladas acima ou próximas ao limite horizontal do veículo que os abastecem com energia elétrica através de um pantógrafo montado acima do teto do veículo). Este terceiro método está representado na Figura 15 e é o mais utilizado em soluções de transporte de carga.

FIGURA 15: VISTA PRINCIPAL DE UM SISTEMA DE CATENÁRIA



Fonte: Siemens Ltda.



## 4.2 Visão geral das Características Técnicas e Operacionais

Potência disponível	<p>Para locomotivas diesel-elétricas, a potência é limitada ao tamanho do motor. A potência elétrica é apenas limitada pelas saídas da rede, que é normalmente maior do que qualquer locomotiva precisaria.</p> <p><b>Resultado:</b> Maior aceleração e maior velocidade resultam em desempenho mais elevado (TKM/loc.)</p>
Esforço de Tração Inicial	<p>Esforço de tração inicial é a função da massa da locomotiva à adesão entre o coeficiente de aderência roda-trilho e é independente do tipo de tração.</p> <p><b>Resultado:</b> Maior esforço de tração inicial permite estações em relevos mais acentuados.</p>
Esforço de Tração Contínuo	<p>Esforço de tração contínuo acima de 15-20km/h é maior para locomotivas elétricas, o que resulta em maiores velocidades e aceleração.</p> <p><b>Resultado:</b> Maiores velocidades em maiores relevos resultam em maior rendimento.</p>
Eficiência Energética	<p>Eficiência energética é substancialmente maior para locomotivas elétricas (29% comparado a 19,5%)</p> <p><b>Resultado:</b> Menor consumo de energia específico por quantidade transportada (Energia/TKM<sup>1</sup>)</p>
Regenerative Braking	<p>A recuperação (regeneração) de energia baseada na tecnologia do freio elétrico de indução resulta em maiores ganhos em eficiência (dependendo da otimização da topologia da via).</p> <p>Elétrica: 10-30% na média Diesel: 1-3% em média (usado nos sistemas auxiliares)</p> <p><b>Resultado:</b> Eficiência energética aprimorada, resultando na redução do custo de energia.</p>
Fonte Primária de Energia	<p>Diesel é dependente das volatilidades da oferta de petróleo e seus preços. A tração elétrica pode ser suprida por um mix de energia otimizado (hidráulica, biomassa, gás natural comprimido – GNC, eólica, solar, etc.)</p> <p><b>Resultado:</b> Dependência mínima do mercado de energia global e a possibilidade de operações com sustentabilidade.</p>
Alcance e Flexibilidade	<p>O alcance das locomotivas elétricas é limitado apenas pela extensão da rede, enquanto locomotivas a diesel necessitam de reabastecimento com significativa perda de tempo (5%); porém, locomotivas a diesel são mais flexíveis em termos de operação e desvios.</p> <p><b>Resultado:</b> Redução do tempo ocioso e maior performance com menos locomotivas.</p>
Manutenção	<p>Locomotivas elétricas requerem leves manutenções em ciclos similares. Motores diesel requerem grandes revisões (manutenção pesada) a cada oito (8) anos, que são muito frequentes e exaustivos se comparadas aos motores elétricos que podem rodar por anos sem a necessidade de manutenção pesada.</p> <p><b>Resultado:</b> Significativa redução de custos de manutenção (50-70%) e redução no tempo em que as locomotivas estão indisponíveis.</p>

1 TKM é o momento de transporte.

## 4.3 Benefícios e Desafios

### 4.3.1 Aspectos Econômicos

#### 4.3.1.1 CAPEX x OPEX

A decisão de optar por um sistema que utiliza combustíveis fósseis é muitas vezes justificada principalmente pelo custo de implantação do sistema que, devido à infraestrutura extra e as tecnologias envolvidas, acaba tendo investimentos em bens de capital (CAPEX) mais elevados



(Figura 16). O que recentes estudos ressaltam, entretanto, é que sendo ferrovias investimentos de longo prazo e com grande impacto local, é importante que se leve em consideração também os custos envolvidos na operação do empreendimento (OPEX), assim como demais benefícios de natureza social e ambiental que estão envolvidos na escolha do tipo de transporte de carga a ser utilizado.

FIGURA 16: CUSTOS INCLUÍDOS NO CAPEX DE ELETRIFICAÇÃO PARA FERROVIA.



Considerando os custos não só nos primeiros anos do projeto, mas levando-se em consideração o longo prazo no qual a ferrovia operará, as vantagens econômicas, que primeiramente podem indicar o uso de locomotivas a diesel como a solução econômica mais vantajosa, começam a ser questionadas quando custos de operação ao longo dos anos começam a ser computados. Para melhor exemplificar este tópico, a seção 5 apresentará um estudo de caso brasileiro onde os custos de CAPEX e OPEX foram analisados a longo prazo comparando as duas soluções tecnológicas (diesel x elétrica).

#### 4.3.1.2 Possibilidade de PPP

Em 30 de dezembro de 2004 o governo federal instituiu "normas gerais para licitação e contratação de parceria público-privada (PPP)" também conhecidas como "Lei da PPP" (Brasil, 2012; Brasil, 2004). Como o nome já diz, PPP é um acordo envolvendo o governo (poder público federal, estadual ou municipal) e empresas privadas. Este tipo de acordo ocorre respeitando características muito específicas, que diferencia este tipo de contrato de uma concessão normal sendo a principal diferença a pressuposição de que o governo contribuirá financeiramente com o projeto. Também, em uma PPP, os contratos de prestações de obras ou serviços não podem ser inferiores a R\$ 20 milhões e a duração deve estar entre 5 e 35 anos.

Este mecanismo de estruturação de projetos de infraestrutura é amplamente utilizado mundialmente. Considera-se que a caracterização da viabilidade econômica de projetos de eletrificação de ferrovias, além



dos seus benefícios ambientais e sociais, aumenta o interesse e a atratividade no desenvolvimento de PPP deste modal de transporte com esta tecnologia.

## 4.3.2 Aspectos Sociais

### 4.3.2.1 Acesso à Energia Elétrica

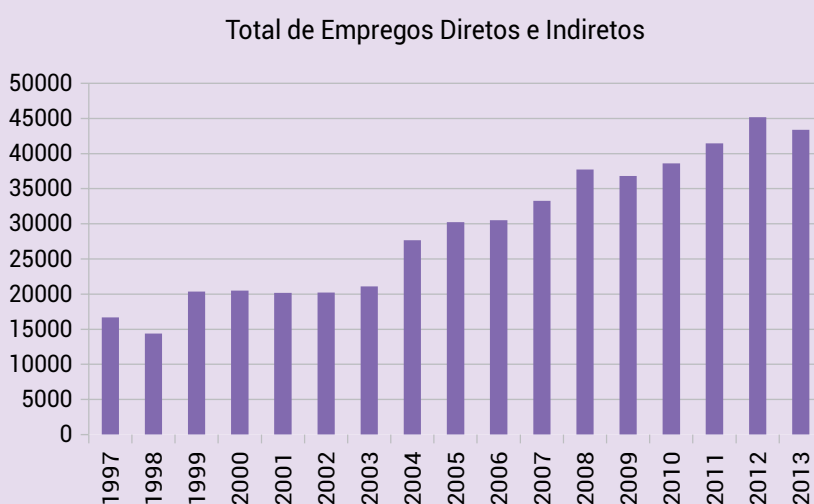
A energia gerada para o funcionamento da ferrovia e ao longo de sua extensão poderá ser compartilhada com as populações locais, assim auxiliando o Programa Luz para Todos na erradicação da exclusão de energia elétrica de populações do meio rural e distantes.

Além disto, o acesso à energia elétrica das pequenas e médias cidades aumenta a atratividade para investimentos de indústrias e comércios, gerando empregos mais qualificados, além da elevação do conforto dos cidadãos locais.

### 4.3.2.2 Geração de Emprego e Renda

Em 1997, os investimentos realizados nas ferrovias concedidas à iniciativa privada foram de R\$ 574 milhões e os empregos diretos e indiretos correspondiam a 16.662 pessoas. Em 2008, os valores passaram respectivamente para R\$ 4,3 bilhões e 37.720 funcionários.

FIGURA 17: TOTAL DE EMPREGOS GERADOS DIRETA E INDIETAMENTE NO SETOR FERROVIÁRIO NO PERÍODO ENTRE 1997-2013.



Fonte: (CNT, 2011)

De 1996 a 2003, segundo o Banco Mundial (BIRD), as concessionárias aumentaram a receita por TKU transportado em 12,8% e melhoram a produtividade por:

- empregado em 291,5%
- quilometragem de malha em 78,7%

- número de locomotiva em 23,6%
- número de vagões em e 53,9%.

Os investimentos para o setor previstos para os próximos anos deverão impactar na geração de empregos, que já no primeiro momento será no setor de construção pesada. Além das fornecedoras de soluções de transporte, o investimento em logística gera um impacto em toda a cadeia produtiva. A operação buscará capacitar o sistema ferroviário brasileiro e alinhar-se ainda mais às demandas exportadoras de minério, grãos agrícolas, fertilizantes, açúcar e combustíveis. Além de gerar empregos nestes setores, outros como comércio e serviços também serão expandidos.

### 4.3.2.3 Transferência de Tecnologia

Com a adoção de novas tecnologias de transportes ferroviários, espera-se que os conhecimentos técnicos e científicos sejam transferidos e adaptados para as condições locais como leis, normas, materiais, utilitários, processos, métodos, ferramentas, serviços de assistências técnicas necessários para a construção, operação e manutenção.

### 4.3.2.4 Desenvolvimento Local

As demandas advindas das implementações da infraestrutura e operações do sistema ferroviário eletrificado refletem no desenvolvimento socioeconômico local. A mão-de-obra local deverá passar por qualificação profissional de conhecimento técnico desde a operação até níveis mais complexos de engenharia, como também em áreas de administração e de

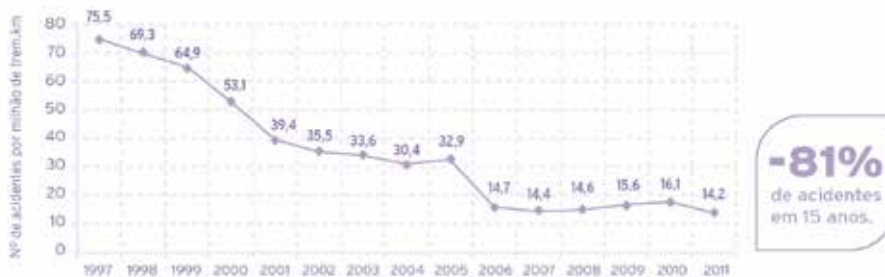


gestão específicas no setor ferroviário. Os investimentos na ferrovia também desenvolvem fornecedores dos setores da indústria e prestadores de serviços locais e, com isto, a demanda por mais postos de trabalhos. Toda esta cadeia produtiva reflete no crescimento do comércio. A população local ainda pode se beneficiar do acesso a energia demandada pela infraestrutura do sistema de eletrificação, geração, transmissão e distribuição de energia.

#### 4.3.2.5 Segurança/Acidentes

A Figura 18 analisada pela CNT mostra que o número de acidentes registrados no período de 1997 a 2011 caiu em 81%.

FIGURA 18: REDUÇÃO NO NO DE ACIDENTES FERROVIÁRIO NOS ÚLTIMOS 15 ANOS.



Fonte (CNT, 2013, p. 29)

#### 4.3.2.6 Segurança de Carga e Redução de Custo

Além do pequeno número de ocorrências de roubo de cargas, a flexibilidade do sistema resulta em menores níveis de perda de mercadoria. De acordo com a "Pesquisa CNT de Ferrovias", o índice de perda em ferrovias é 0,2% e, geralmente, ocorre "em operações de transbordo em terminais intermodais e portuários" (CNT, 2011, p. 125).

### 4.3.3 Aspectos Ambientais

O uso da energia elétrica para a tração no transporte tem como uma de suas principais vantagens em relação aos aspectos ambientais a redução de emissões de CO<sub>2</sub>. Estes aspectos serão profundamente estudados na seção 6. Entretanto, outros benefícios ambientais como a garantia de um mix de energia mais renovável, contribuição para evitar o desmatamento e consequente diminuição das emissões locais podem ser vistos a seguir:

#### 4.3.3.1 Mix de Energia

As emissões resultantes da geração de energia elétrica necessária para movimentar uma quantidade "x" de produtos é muito menor do que as emissões que resultarão na produção e queima de óleo necessária para





uma locomotiva a diesel transportar a mesma carga. Somado a isso, dentre os países do mundo, o Brasil apresenta uma matriz energética relativamente “limpa” devido a sua alta capacidade hídrica, resultando em grande quantidade de usinas hidrelétricas. Isso significa que a cada unidade de energia gerada, menor quantidade de GEE é emitida em comparação com países que possuem matrizes com maior participação de geração termelétrica por queima de carvão, por exemplo. As proporções continentais e os recursos naturais nas diferentes regiões do país também permitem que no futuro demais fontes renováveis – como solar e eólica – possam ter maior participação. Consequentemente, nestas condições, as emissões resultantes da ferrovia eletrificada são ainda menores no contexto brasileiro.

Ao propor uma ferrovia eletrificada estas questões podem ser exploradas mutuamente, de modo que a fonte de geração de energia seja desenvolvida de forma a contribuir com uma matriz energética mais sustentável para o país. As locomotivas elétricas também oferecem a possibilidade, diferentemente de locomotivas a diesel, de que ao longo do tempo, sua forma de alimentação possa ser fornecida por fontes mais limpas.

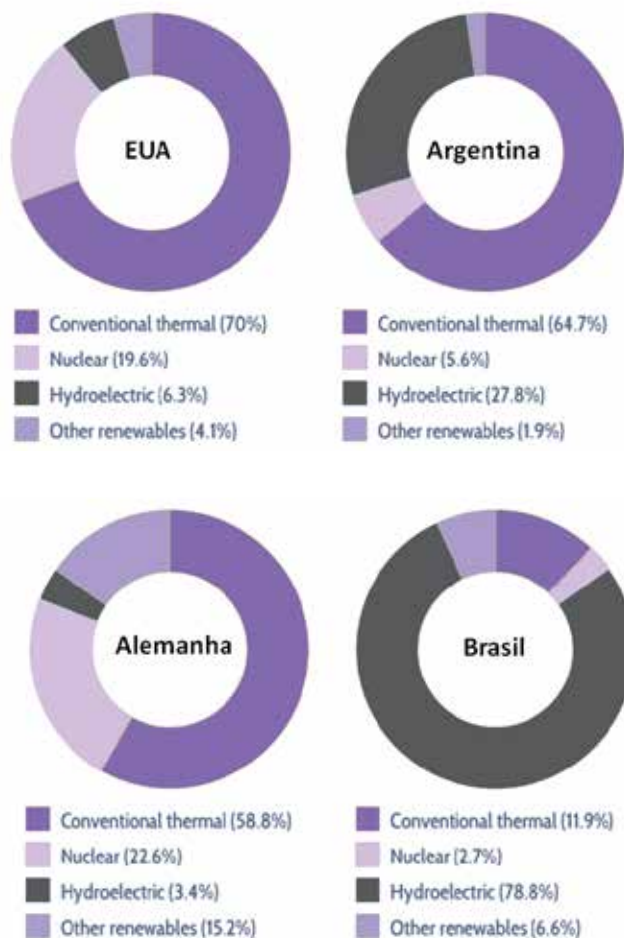
#### 4.3.3.2 Contribuição para evitar o desmatamento

Como mencionado anteriormente, atualmente, no Brasil o maior responsável pelas emissões de CO<sub>2</sub> são as mudanças do uso do solo, principalmente o desmatamento. Esses números foram drasticamente reduzidos nos últimos anos devido ao combate ao desmatamento (SEEG, 2015). A escolha de ferrovias para o transporte de cargas pode também ter efeitos positivos neste aspecto. De acordo com especialistas em mudança do clima do Instituto de Conservação e Desenvolvimento Sustentável do Amazonas (IDESAM), a escolha pelo modal rodoviário cortando áreas florestais permite a possibilidade de acesso a áreas até então inacessíveis. Segundo os autores do estudo, “cerca de 70% de todo o desmatamento na região está localizado a uma distância de até 50 km das margens de rodovias.” (Cenamo, Pavan, & Carrero, 2008). A escolha pelo modal ferroviário, logo, permite o transporte, porém evita o acesso fácil a lugares que hoje são inacessíveis e se caracterizam como mata virgem.

#### 4.3.3.3 Sem emissões locais

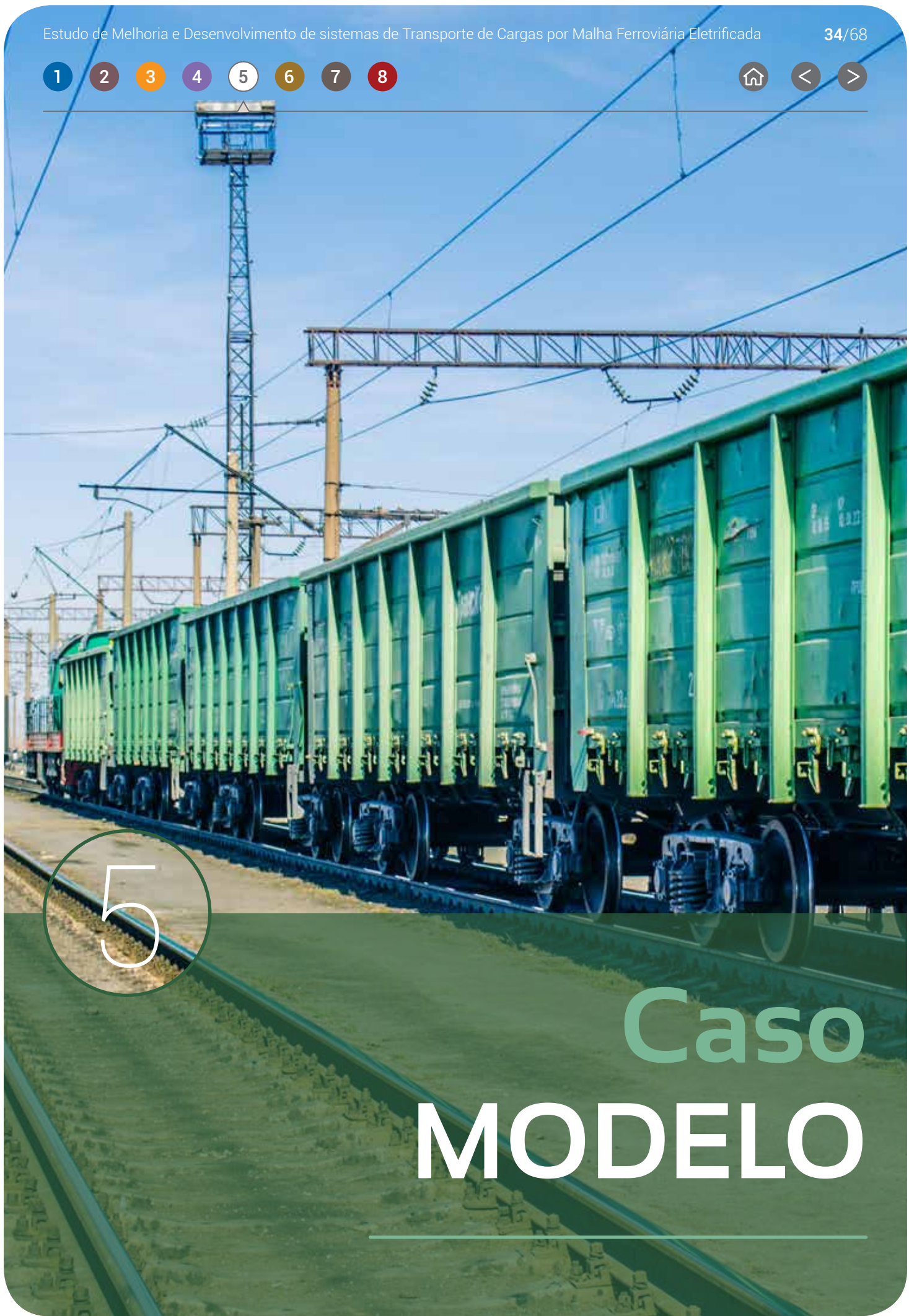
Uma grande vantagem apresentada pela mobilidade de ferrovia eletrificada é a ausência de emissões locais. As emissões nesse caso ocorrem somente no local onde a energia é gerada. Este ponto pode ser muito interessante em situações especiais como o caso de proximidade com áreas urbanas ou áreas de preservação e pode representar uma grande vantagem.

FIGURA 19: MATRIZ ENERGÉTICA DE DIFERENTES PAÍSES EM 2013.



Fonte: (World Energy Council, 2013)

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8



5

# Caso MODELO



Apesar de amplamente conhecidos e postos em prática em diversos lugares do mundo, os benefícios do uso de ferrovias eletrificadas não podem ser verdadeiramente constatados no cenário nacional devido à falta de ferrovias eletrificadas no país. A fim de avaliar as comparações mencionadas anteriormente no contexto brasileiro, principalmente em relação aos desafios econômicos, foi realizado um estudo considerando uma possível ferrovia – chamada de “Caso Modelo” – onde se tentou modelar uma situação real, utilizando dados de situações concretas, também baseados no cenário atual do país. No exemplo estudado, foram considerados os diversos fatores que incorrem em custos ao longo da implantação e operação de uma ferrovia utilizando locomotivas diesel-elétricas e, em seguida, foi feita a comparação do mesmo cenário caso locomotivas elétricas fossem utilizadas.

O que ficou comprovado é que, apesar de no caso das locomotivas elétricas a infraestrutura necessária para o seu funcionamento tornarem os custos de investimento iniciais mais altos, as vantagens oferecidas durante a operação fazem com que este modal se torne economicamente mais vantajoso em apenas alguns anos de operação, sem contar os benefícios sociais e ambientais adicionais associados, conforme mencionado nas seções anteriores.

### 5.1 Características do “Caso Modelo”

- Extensão: 1.300 km (*Green Field* – Ferrovia em implantação);
- Carga a ser transportada: ~ 90 milhões de toneladas/ano;
- Considerando uma concessão de 50 anos;
- Localização: Centro/Norte do Brasil, conforme a maioria dos projetos do PIL<sup>2</sup>.

### 5.2 CAPEX

Como já exemplificado pela Figura 16 (seção 4.3.1.1), dois aspectos influenciam diretamente o CAPEX de uma ferrovia eletrificada quando comparamos a tecnologia diesel com a elétrica: o custo dos *materiais rodantes* e os custos da *infraestrutura*.

No gráfico abaixo é possível observar que grande parte dos custos está concentrada na construção de infraestrutura civil, que é a mesma para ambas as soluções (76% do CAPEX diesel). Custos relacionados com infraestrutura operacional e automação ferroviária também são similares para ambos os casos.

A eletrificação, necessária apenas no sistema ferroviário eletrificado, representa um custo adicional de 12%, distribuído entre o sistema de tração e o centro de controle.

Finalmente, o material rodante apresenta uma diferença de 12,5% a mais para o sistema diesel. Apesar de locomotivas elétricas, devido a

...  
No exemplo estudado, foram considerados os diversos fatores que incorrem em custos ao longo da implantação e operação de uma ferrovia utilizando locomotivas diesel elétricas e, em seguida, foi feita a comparação do mesmo cenário caso locomotivas elétricas fossem utilizadas.

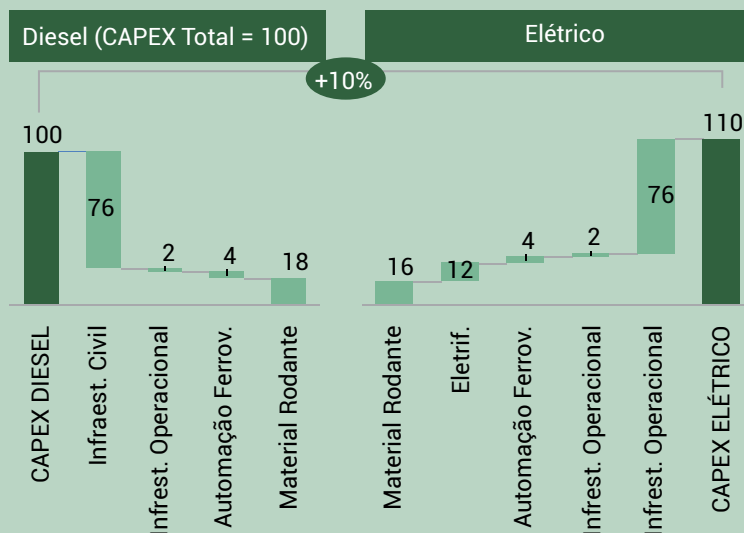
<sup>1</sup> Consiste na segunda etapa do Programa de Investimento em Logística (PIL), que deu continuidade ao processo de modernização da infraestrutura de transportes do país.



sua tecnologia, serem mais caras que locomotivas a diesel, alguns fatores quando considerado o longo prazo de operação, mostraram as vantagens da modalidade elétrica. Pesaram neste resultado os seguintes parâmetros:

- Velocidade comercial das locomotivas (locomotivas elétricas podem alcançar velocidades médias maiores);
- Vida útil das locomotivas (necessidade de renovação da frota de locomotivas diesel após 30 anos. Locomotivas elétricas têm vida útil mais longa);
- Disponibilidade das Locomotivas;
- Disponibilidade dos Vagões, como consequência;
- Necessidade de locomotivas para tracionar uma composição.

FIGURA 21: COMPARAÇÃO DE CAPEX ENTRE FERROVIAS DIESEL X ELETRIFICADA.



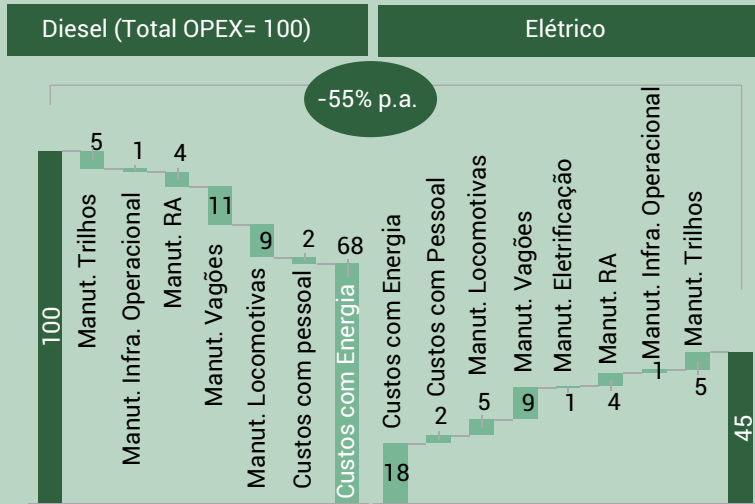
Fonte: Elaboração Própria

Considerados todos estes aspectos, percebe-se que é necessário um investimento de 10% a mais para a implementação de uma ferrovia eletrificada, quando comparada a uma ferrovia que utiliza locomotiva a diesel. Esta diferença pode passar para 18%, caso seja decidido que o projeto seja autoprodutor e tenha sua própria geração e transmissão de energia.

### 5.3 OPEX

Os custos de operação envolvem diversos aspectos como, por exemplo, os custos com manutenção do material rodante, da infraestrutura operacional, da própria ferrovia, os custos de funcionários, entre outros, mas principalmente, o custo com a energia.

FIGURA 22: COMPARAÇÃO ENTRE O OPEX ENTRE FERROVIAS DIESEL X ELETRIFICADA.

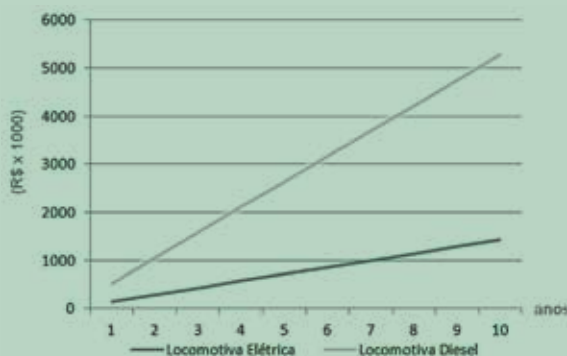


Fonte: Elaboração Própria.

O gráfico acima comprova que uma das maiores influências positivas na redução do OPEX ao longo de uma possível concessão e que pode ser claramente observada no estudo de caso aqui apresentado são as economias resultantes do uso da energia elétrica em oposição ao diesel. Como o gráfico que se segue demonstra, é possível ver a considerável diferença de custos, considerando-se uma carga fixa ao longo de apenas dez anos.

- Valor da energia;
- Eficiência energética;
- Necessidade de manutenção das locomotivas;
- Necessidade de manutenção dos vagões;

FIGURA 23: COMPARAÇÃO ENTRE CUSTOS DE ENERGIA EM UM PERÍODO DE 10 ANOS.



Fonte: Elaboração própria.

Logo, pode-se perceber que quanto maior o uso da ferrovia (maior quantidade de carga transportada por km), destaca-se cada vez mais os benefícios do uso da tecnologia elétrica para malhas ferroviárias.



6

# Relação entre eficiência ferroviária e eficiência alimentar **NO BRASIL**



A proposta na área de mobilidade, a qual o CEBDS identificou com uma das prioridades para o desenvolvimento sustentável brasileiro, está centrada na oportunidade de desenvolvimento de sistemas ferroviários eletrificados, com foco no escoamento para as regiões Norte e Nordeste do País.

Essa proposta abrange simultaneamente ineficiências em três áreas diferentes, porém conectadas:

1. Eficiência na segurança alimentar, isto é, na produção e distribuição sustentável de alimentos;
2. Eficiência no sistema de transporte, pela transferência de carga do modal rodoviário para o ferroviário;
3. Eficiência no uso e conversão de energia, pela adoção de ferrovias eletrificadas e composições com vagões de menor peso e maior capacidade.

Superar essas questões significa criar uma plataforma sustentável de crescimento nacional, cujos benefícios serão criados em diferentes níveis, incluindo:

- a) Para a economia: incremento da competitividade, geração de empregos, aumento da confiança dos investidores, desenvolvimento rural;
- b) Para o meio ambiente: emissões de CO<sub>2</sub> mais baixas, redução na perda de alimentos, uso mais eficiente dos recursos naturais;
- c) Para a população: aumento da segurança rodoviária, aumento da segurança alimentar, preços mais baixos dos alimentos.

Para ilustrar e reforçar essa oportunidade, cabem algumas considerações a partir da perspectiva da agricultura sobre a eficiência no transporte e na oferta de alimentos.

O agronegócio está no centro da economia brasileira: é responsável por 21% do Produto Interno Bruto (PIB) nacional e por 42% das exportações. Há a expectativa de continuidade do crescimento da produção, das exportações e da produtividade. A agricultura nacional ocupa uma posição de destaque entre as mais importantes globalmente.

Por outro lado, o sistema de transporte e infraestrutura estão entre os piores do mundo. O custo para transportar uma tonelada de soja produzida no Mato Grosso (US\$ 92) é dez vezes maior do que mover uma tonelada nos Estados Unidos (US\$ 8,5). Como consequência dessa ineficiência, cerca de 26 milhões de toneladas de alimentos são perdidos todo ano, o suficiente para alimentar 35 milhões de pessoas.

Os consumidores brasileiros estão pagando essa diferença: de cada dólar pago com alimentação, cerca de US\$ 0,08 são para cobrir o transporte – isso é aproximadamente três vezes mais do que nos Estados Unidos. Para frutas e legumes o preço para cobrir os custos de transporte pode chegar a aumentar mais de 30%.

Os alimentos perdem competitividade por conta do transporte. Para mudar essa realidade, um elemento chave é uma infraestrutura eficiente e sustentável, com foco em ferrovias. Destaca-se que ainda há muito



espaço para melhorar nesse setor: no Brasil, por exemplo, há apenas 3 quilômetros de rede ferroviária por 1.000 km, enquanto nos EUA essa relação é de 23 quilômetros e na Índia 20 quilômetros. O Brasil investe apenas 0,3% de seu PIB no transporte, enquanto a China e a Índia investem mais de 3%. Tais melhorias e priorização de investimentos podem criar uma oportunidade de economia na logística de mais de R\$ 20 bilhões.

É necessário, portanto, ampliar e fortalecer a infraestrutura ferroviária particularmente para ligar as regiões agrícolas do Centro-Oeste e do MATOPIBA (área de fronteira agrícola que recobre parte dos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia) para os portos do Norte e Nordeste. Deve-se, ainda, modernizar a malha ferroviária existente, adotando tecnologias mais econômicas e ambientalmente eficientes.

## 6.1 Contextualização: o agronegócio brasileiro

Importante setor da economia brasileira, o agronegócio acumulou um PIB de R\$ 1,178 trilhão em 2014, representando 21,3% do PIB nacional – aumento de 3,8% em relação ao ano anterior (gráfico 1). O Valor Bruto da Produção (VPB) agropecuária foi de R\$ 451,42 bilhões em 2014 e as safras de cereais, fibras e oleaginosas atingiram conjuntamente a produção recorde de 193,4 milhões de toneladas, sendo 86,1 milhões de toneladas de soja e 79,9 milhões de toneladas de milho (tabela 1). Os principais estados produtores foram (tabela 2): São Paulo (14,12% da produção nacional), Minas Gerais (12,95%), Paraná (12,89%), Mato Grosso (10,67%), Rio Grande do Sul (9,53%) e Goiás (8,09%).

GRÁFICO 1 – PARTICIPAÇÃO DO AGRONEGÓCIO NO PIB BRASILEIRO

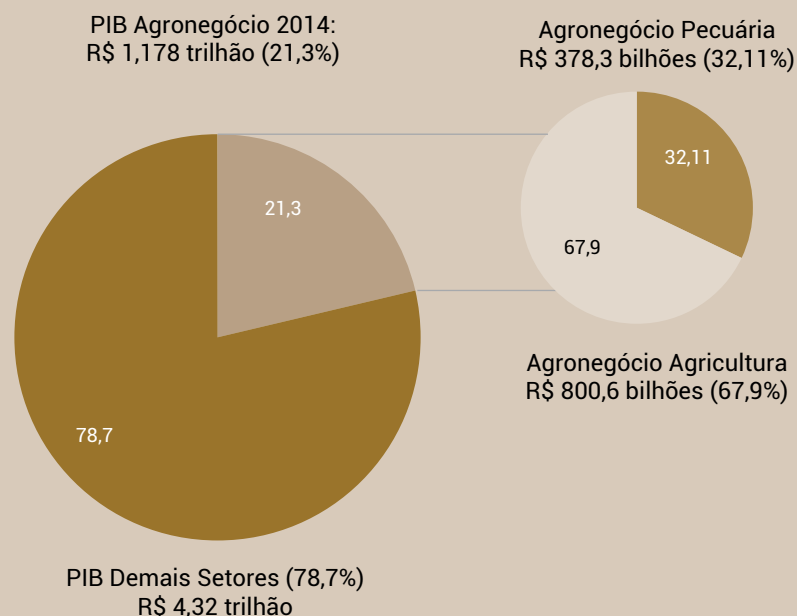






TABELA 1 – PRODUÇÃO E EXPORTAÇÃO DO AGRONEGÓCIO BRASILEIRO (PRINCIPAIS CULTURAS)

Cultura	Produção			Exportação		
	Mundo	Brasil	Ranking	Mundo	Brasil	Ranking
Soja <sup>1</sup>	319,4	94,5	2º	124,9	50,0	1º
Milho <sup>2</sup>	1.007,5	84,0	3º	131,7	28,0	2º
Café <sup>3</sup>	141,0	45,3	1º	114,0	36,7	1º
Laranja <sup>4</sup>		13,7	1º		2,1	1º
Açúcar <sup>5</sup>	178,5	25,1	1º		24,3	1º

1. Safra 2014/15, em milhões de toneladas (Deagro/Fiesp, 2016) | 2. Safra 2014/15, em milhões de toneladas. (Deagro/Fiesp, 2016) | 3. Safra 2014/15, em milhões de sacas de 60kg (café cru, solúvel e torrado). (Abic, 2016) | 4. Milhões de toneladas | 5. Safra 2013/14, em milhões de toneladas (Única, 2016).

TABELA 2 – VALOR DA PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA, POR UNIDADE DA FEDERAÇÃO (2012)

Ordem	Unidade da Federação	Valor da produção			Valor do principal produto da UF		
		R\$ 1.000	%	%Acum.	Produto	R\$ 1.000	% daUF
1	São Paulo	8.338.747	14,12	14,12	Cana-de-açúcar	22.430.536	46,40
2	Minas Gerais	44.314.181	12,95	27,07	Café	9.931.539	22,41
3	Paraná	44.119.073	12,89	39,06	Carne de frango	11.240.064	25,48
4	Mato Grosso	36.508.825	10,67	50,63	Soja	14.932.755	40,90
5	Rio Grande do Sul	32.613.621	9,53	60,16	Carne de frango	5.644.218	17,31
6	Goiás	27.697.320	8,09	68,25	Soja	6.240.152	22,53
7	Santa Catarina	18.534.093	5,42	73,67	Carne de frango	6.872.515	37,08
8	Bahia	17.467.261	5,10	78,77	Soja	2.682.367	15,36
9	Mato Grosso do Sul	15.886.995	4,64	83,41	Carne bovina	5.455.301	34,34
10	Pará	9.650.039	2,82	86,23	Carne bovina	4.721.106	48,92
11	Espírito Santo	6.314.474	1,84	88,08	Café	3.259.904	51,63
12	Maranhão	5.573.539	1,63	89,71	Carne bovina	1.900.857	34,11
13	Rondônia	5.552.538	1,62	91,33	Carne bovina	3.100.477	55,84
14	Pernambuco	4.824.451	1,41	92,74	Cana-de-açúcar	908.785	18,84
15	Tocantins	4.061.470	1,19	93,92	Carne bovina	5.050.925	50,50
16	Ceará	3.584.068	1,05	94,97	Carne bovina	688.869	19,22
17	Piauí	2.668.579	0,78	95,75	soja	934.416	35,02
18	Alagoas	2.580.462	0,75	96,50	Cana-de-açúcar	1.627.102	63,05
19	Rio de Janeiro	2.576.987	0,75	97,26	Carne bovina	557.654	21,64
20	Paraíba	1.740.027	0,51	97,77	Cana-de-açúcar	407.070	23,39
21	Amazona	1.727.499	0,50	98,27	Carne bovina	366.862	21,24
22	Sergipe	1.717.371	0,50	98,77	Carne bovina	293.379	17,08
23	Rio Grande do Norte	1.689.479	0,49	99,27	Cana-de-açúcar	286.591	16,96
24	Acre	1.192.209	0,35	99,61	Carne bovina	668.507	56,07
25	Distrito Federal	668.911	0,20	99,81	Milho	149.123	22,29
26	Roraima	426.868	0,12	99,93	Carne bovina	174.200	40,81
27	Amapá	223.708	0,07	100,00	Mandioca	99.957	44,68
-	Brasil	342.252.794		-	Carne bovina	53.612.914	16,23

Fonte: TSUNECIRO & MIURA, 2014



O agronegócio exportou US\$ 100,1 bilhões em 2014, respondendo por 42,34% das exportações brasileiras e gerando um saldo na balança comercial de US\$ 83,3 milhões (tabela 3). Os principais mercados compradores dos produtos agropecuários brasileiros foram (gráfico 2): a China (28,2%), a União Europeia (21,8%), os Estados Unidos (7%), o Mercosul (5,3%), a Rússia (3,8%) e o Japão (2,8%). No período de 2000 a 2014, o volume exportado do agronegócio acumulou um crescimento de 216,45%. Os principais itens da pauta de exportação agrícola (gráfico 3) são soja (32%), carnes (18%), produtos sucroenergéticos (11%), produtos florestais (10%) e café (7%).

TABELA 3 – PARTICIPAÇÃO DO AGRONEGÓCIO NA BALANÇA COMERCIAL DO BRASIL

	Janeiro - Dezembro								
	Exportação (US\$ Milhões)			Importação (US\$ Milhões)			Saldo		
	2013	2014	Δ%	2013	2014	Δ%	2013	2014	
Total Brasil	242,2	236,4	-2,4	239,6	236,4	-1,5	2,60	0,0	
Demais produtos	142,3	136,3	-4,2	222,5	219,20	-1,5	-80,20	-82,90	
Agronegócio	99,9	100,1	0,2	17,1	16,8	-1,7	82,9	83,3	
Participação %	41,25	42,34	2,6	7,14	7,12	-0,3	-	-	

Fonte: CNA a partir de CGOE/DPI/SRI/MAPA - Novembro e Dezembro/2014 Projeções CNA.

GRÁFICO 2 – PRINCIPAIS DESTINOS DAS EXPORTAÇÕES AGRÍCOLAS E PARTICIPAÇÃO NA BALANÇA COMERCIAL

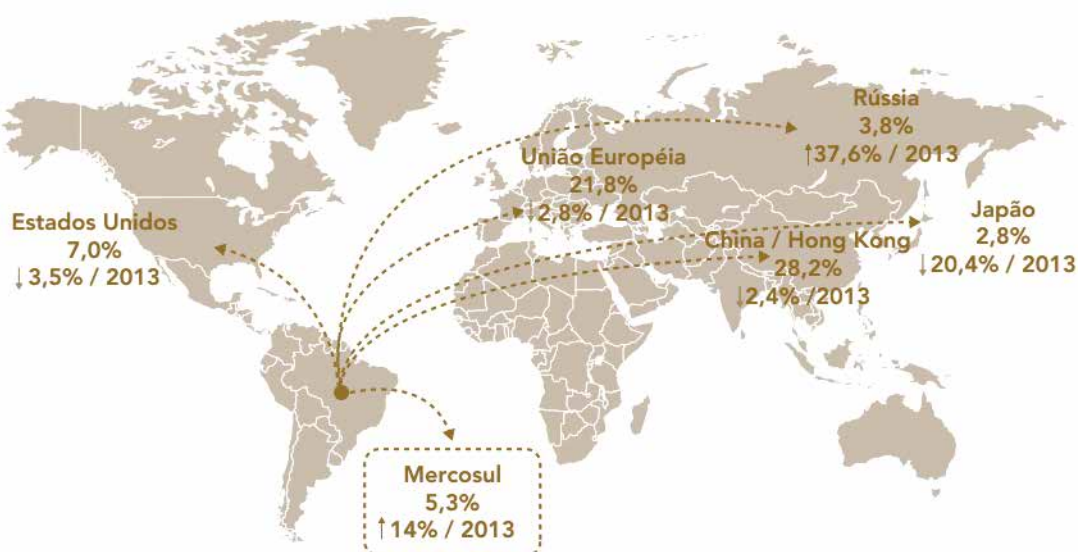
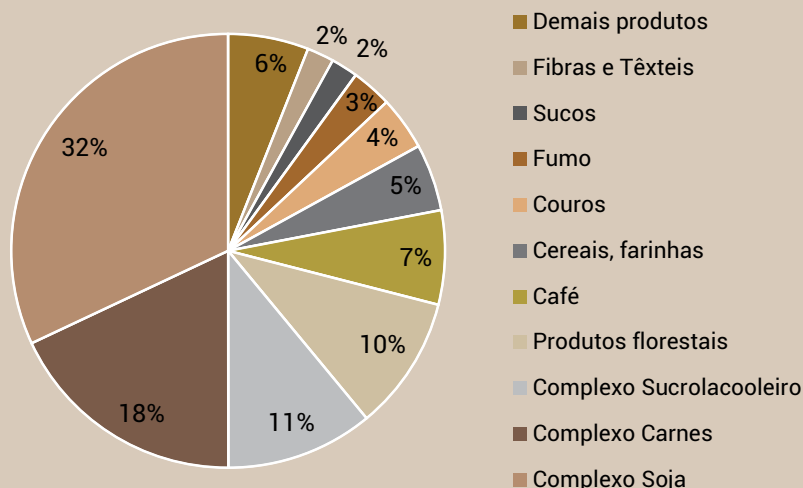


GRÁFICO 3 – PAUTA DE EXPORTAÇÃO DO AGRONEGÓCIO BRASILEIRO



Fonte: Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA, 2015).

As estimativas para os próximos dez anos apontam para crescimento ininterrupto da produção e ganhos de produtividade superiores ao aumento da área cultivada na maioria das culturas-chave do agronegócio brasileiro (tabelas 4 e 5). É projetado também aumento das exportações brasileiras das principais commodities agrícolas: 58,4% para o algodão em pluma (taxa de crescimento anual de 4,5%), representando em 2024/25 cerca de 14% do comércio mundial; 51,2% para o milho; 42% para a soja em grão e 17,4% para o farelo de soja; 22,7% para o café (taxa de crescimento anual de 2,2%); e 44,2% para o açúcar.

TABELA 4 – PROJEÇÃO DAS EXPORTAÇÕES BRASILEIRAS DE SOJA E MILHO EM 2024/2025

Cultura	Participação no comércio mundial	Posição no ranking
Milho	17,8%	2º
Soja em grão	45,9%	1º
Farelo de soja	23,6%	2º
Óleo de soja	15,4%	2º

Fonte: MAPA, 2015.

• • •

As estimativas para os próximos dez anos apontam para crescimento ininterrupto da produção e ganhos de produtividade superiores ao aumento da área cultivada na maioria das culturas-chave do agronegócio brasileiro



TABELA 5 – PROJEÇÃO DE VARIAÇÃO NA PRODUÇÃO NACIONAL DAS PRINCIPAIS CULTURAS AGRÍCOLAS

Cultura	Área	Produção	Produtividade (t/ha)
Algodão <sup>1</sup>	27%	47%	15%
Arroz <sup>1</sup>	-5,2%	7,5%	13,4%
Café <sup>2</sup>	-1%	26%	28%3
Cana-de-açúcar <sup>2</sup>	19%	41%	19%
Milho <sup>1</sup>	13%	20%	7%
Soja (grão) <sup>1</sup>	18%	43%	21%
Suco de laranja <sup>1</sup>	8%	22%	13%

1. safra 2023/2024 em relação à safra 2013/2014 | 2. safra 2024/2025 em relação à safra 2013/2014 | 3. sacas/ha

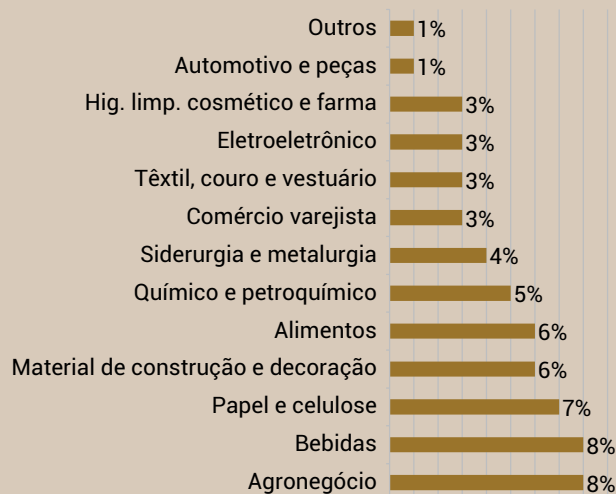
Fonte: FIESP, 2015.

## 6.2 Logística do agronegócio no Brasil

Hoje, grande parte do agronegócio brasileiro ainda é movimentado pelos portos das regiões Sul e Sudeste, e a carga é transportada principalmente pelo modal rodoviário. No entanto, a saturação desses portos e o grande crescimento previsto no setor – sobretudo na região Centro-Oeste e no MATOPIBA – orientam a logística cada vez mais para os portos do Norte do Brasil. Essa mudança de eixo deve alterar o cenário nos próximos anos e se apoiar na expansão da malha intermodal, em especial ferroviária. As oportunidades de economia logística com melhorias e investimentos priorizados para os eixos de competitividade do Norte, Nordeste, Centro-Oeste e Sul chegam a mais de R\$ 20 bilhões, e têm o potencial para mudar a realidade de muitas regiões.

Os custos logísticos correspondem a cerca de 8% da receita líquida do agronegócio (gráfico 4), o que faz com que o setor seja fortemente impactado pela qualidade da malha logística brasileira; uma malha de alta diversidade e complexidade.

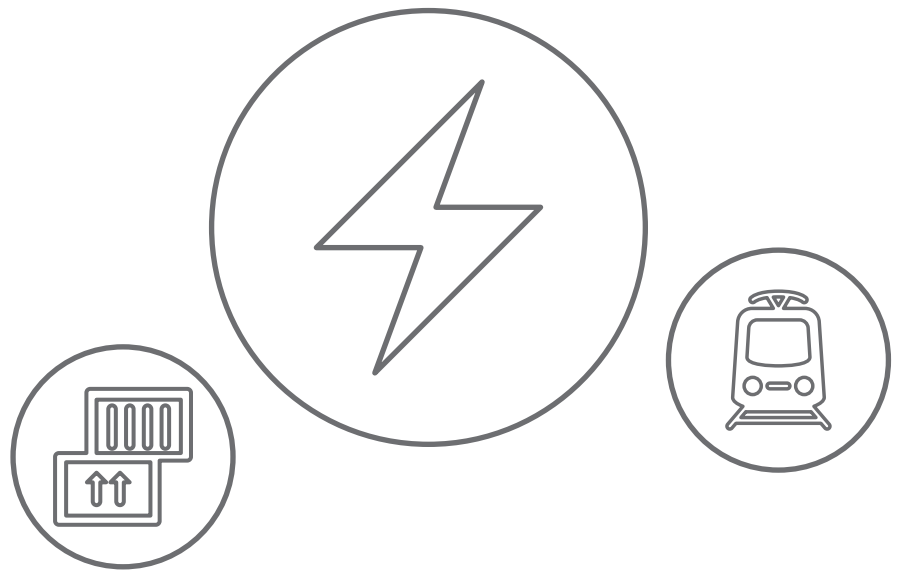
GRÁFICO 4 – CUSTOS LOGÍSTICOS DE TRANSPORTE EM RELAÇÃO À RECEITA LÍQUIDA



O escoamento de grãos no Brasil apresenta as seguintes características:

...

Essa mudança de eixo deve alterar o cenário nos próximos anos e se apoiar na expansão da malha intermodal, em especial ferroviária.



- Armazenamento pós-colheita: transporte rodoviário dos produtos da lavoura para os armazéns das propriedades rurais, públicos, de cooperativas ou de *tradings*; pulverizado e alto custo com ausência de pavimentação em grande parte das estradas rurais.
- Exportação de grãos não processados: transporte por rodovias, ferrovias, hidrovias ou combinações desses modais dos armazéns para os portos; longas distâncias percorridas e maior *transit time* (concentração da produção em áreas distantes dos portos de exportação, a exemplo da produção originada no Centro-Oeste do país, escoada por terminais do Sul e Sudeste devido à ausência de vias de escoamento pela região Norte).
- Processamento de grãos: transporte rodoviário dos armazéns para a indústria de processamento.
- Exportação e distribuição para o mercado interno de grãos processados: da indústria de processamento os derivados são destinados ao mercado interno por rodovias ou ao mercado externo, por rodovias, ferrovias ou hidrovias.
- Por vezes, em razão da falta de armazéns ou por opção do produtor ou embarcador (dadas as condições de oferta e demanda do mercado), a safra colhida pode seguir, diretamente, da propriedade rural para o porto de destino; ou ainda, para a indústria de processamento que, geralmente faz a manutenção do seu estoque nas proximidades das suas instalações.

Apesar de o Brasil apresentar graves deficiências nas infraestruturas de transporte, armazenagem e distribuição – tendo como referência os países desenvolvidos – o setor de logística ocupa posição importante na economia brasileira. O setor de alimentos é o 3º maior usuário, atrás dos setores químico e petroquímico e automotivo. Entre os principais serviços oferecidos pelas operadoras logísticas destacam-se os de armazenagem, controle de estoques e transporte nas funções de coleta, transferência e distribuição, compondo o núcleo central da gestão integrada da logística.

Para que o fluxo logístico de distribuição funcione adequadamente, são essenciais pontos de interligação e conectividade entre as modalidades de transporte, desde a origem até o destino dos deslocamentos. Esse papel é exercido, sobretudo, pelos terminais de transbordo, armazéns e terminais portuários. Tais infraestruturas podem ser públicas ou privadas, operadas pelos próprios embarcadores ou terceiros. Empresas ou cooperativas de maior porte, em geral, possuem e operam esse tipo de infraestrutura.

Os nove principais produtos movimentados por ferrovia no Brasil em 2012 representaram 94% do tráfego sendo o minério do ferro o principal produto. O agronegócio representa por volta de 10% da movimentação ferroviária (gráfico 5).

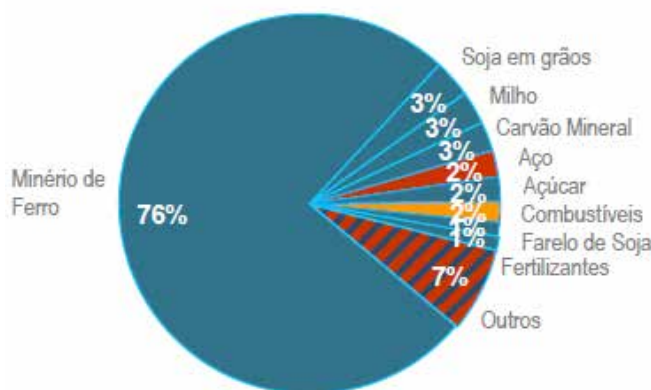
Quase 80% das exportações de soja em grãos são movimentadas pelos portos das regiões Sul e Sudeste apesar destas representarem apenas 37% das exportações brasileiras. Isso faz com que haja grandes fluxos de cargas em direção aos portos do Sul/Sudeste. Algo similar acontece com o farelo de soja: 90% das exportações brasileiras desse item são realizadas pelos portos das regiões Sul/Sudeste, apesar das mesmas só serem responsáveis por 47% da produção. Da mesma forma, a região Sul/Sudeste é responsável por apenas 26% das exportações brasileiras de milho em grãos, porém os portos da região movimentam mais de 92% do total exportado pelo país. Por fim, os grãos exportados pelos portos das regiões Sul/Sudeste competem cada vez mais por espaço com o açúcar, este sim produzido em larga escala nestas regiões. A produção de açúcar terá um crescimento significativo na região Centro-Oeste, o que ampliará a produção global a taxas bem relevantes até 2020.

Com o crescimento de cargas previsto para 2020, caso não haja intervenções relevantes, os principais corredores ferroviários atuais que atendem à região Sudeste deverão ter sua capacidade de movimentação totalmente esgotada (tabela 6). Ademais, a tendência de escoamento da produção no Centro-Oeste pelos portos do Sul-Sudestes precisa ser revertida já que estima-se um crescimento de 23% na produção de soja até 2020 sendo o maior crescimento esperado no Mato Grosso. O farelo de soja também tem previsão de crescer a altas taxas com o Mato Grosso crescendo a taxas bem superiores aos demais estados.

**GRÁFICO 5 – MOVIMENTAÇÃO FERROVIÁRIA POR TIPO DE PRODUTO (2012)**

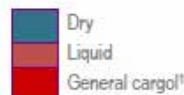
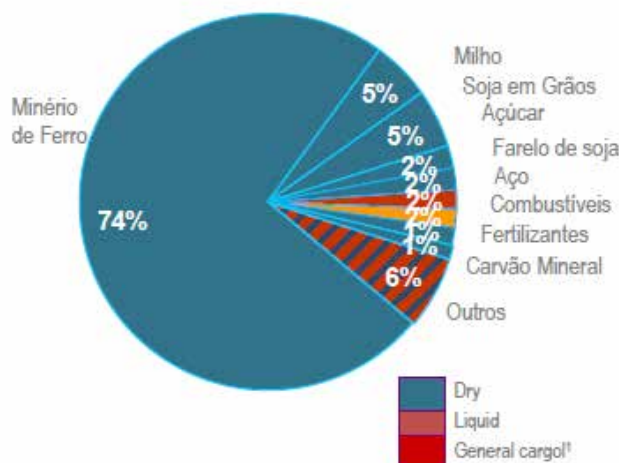
**Movimentação Ferroviária por tipo de produto – Tons (2012)**

100% = 459,9 milhões tons



**Movimentação Ferroviária por tipo de produto – TKU (2012)**

100% = 301,5 bilhões TKU



Fonte: CNT, 2015



TABELA 6 – CONDIÇÕES DE USO DOS PRINCIPAIS TRECHOS FERROVIÁRIOS (2020)

Ferrovia	Origem	Destino	Principais Mercadorias	Utilização (mil tons/ao)	Capacidade Anual (mil tons/ano)	Utilização da Capacidade	Utilização pico de demanda (%)
CPTM	Itaquaquecetuba	São Paulo	Areia, aço e cimento	5.390	2.628	205%	233%
FCA	Uberlândia	Uberaba	Açúcar, grãos e bauxita	5.274	3.599	147%	211%
FCA	Uberaba	Ribeirão Preto	Açúcar, grãos e bauxita	6.143	4.340	142%	204%
All Malha Paulista	Mairinque	Paratinga	Açúcar, combustíveis e grãos	33.216	24.236	137%	185%
EP Vitória Minas	Belo Horizonte	Ipatinga	Minério de ferro	201.707	154.395	131%	142%
MRS	Itaguaí	Mangaratiba	Minério de ferro	59.634	45.713	130%	139%
All Malha Norte	Santa Fé do sul	Estrela D'Oeste	Milho e soja	21.732	16.724	130%	154%
FCA	Araguari	Uberlândia	Açúcar, grãos e bauxita	4.630	3.599	129%	185%
FCA	Anhanguera	Araguari	Fertilizantes e grãos	4.551	3.606	126%	178%
All Malha Paulista	Fernandópolis	Votuporanga	Grãos e combustíveis	22.641	18.630	122%	151%
All Malha Paulista	Votuporanga	Mirassol	Grãos e combustíveis	22.816	18.841	121%	150%
All Malha Paulista	Estrela D'Oeste	Fernandópolis	Grãos e combustíveis	21.732	18.630	117%	145%
All Malha Paulista	Mairinque	Idaiatuba	Açúcar, combustíveis e grãos	30.570	26.492	115%	151%
All Malha Paulista	Araraquara	Catanduva	Grãos e combustíveis	23.997	21.170	113%	140%
All Malha Paulista	Catanduva	S.J. do Rio Preto	Grãos e combustíveis	23.719	21.805	109%	135%
All Malha Paulista	S.J. do Rio Preto	Mirassol	Grãos e combustíveis	22.816	21.593	108%	131%
All Malha Paulista	Paratinga	Cubatão	Açúcar, combustíveis e grãos	33.2161	31.682	105%	141%
All Malha Paulista	Araraquara	Itirapina	Grãos e combustíveis	24.093	23.287	103%	128%

Segundo dados do Sistema de Acompanhamento e Fiscalização do Transporte Ferroviário (SAFF) da ANTT, existem aproximadamente 100 mil vagões em operação nas malhas ferroviárias brasileiras. Destes, os mais comumente utilizados para o transporte de granéis sólidos agrí-

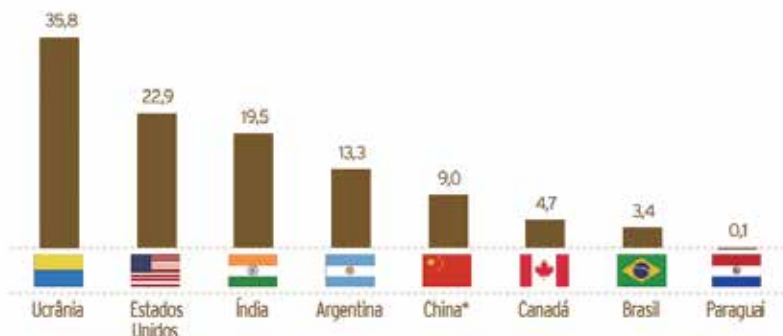


colas são os vagões do tipo *hopper*, que representam 25% da frota ferroviária brasileira. Os vagões fechados, 12,1% do total, e vagões gôndola, com 44,2%, também são utilizados no deslocamento das safras de milho e soja.

As principais malhas utilizadas para o transporte de soja e milho em grão e farelo de soja são a Malha Norte e a Malha Sul da América Latina Logística (ALLMN e ALLMS), a Ferrovia Centro Atlântica (FCA) e a Ferrovia Norte-Sul – Tramo Norte (FNSTN). Em 2014, juntas, essas ferrovias apresentaram movimentação de mais de 33 milhões de toneladas, sendo 16 milhões de soja, 12,3 milhões de milho e 5 milhões de farelo de soja.

Comparativamente aos principais produtores e exportadores mundiais de soja e milho, a densidade da malha ferroviária brasileira é pequena: há somente três quilômetros de infraestrutura para cada 1.000 km<sup>2</sup> de área. Ucrânia, Estados Unidos, Índia e, inclusive, Argentina, são os países de maior destaque com, respectivamente, 35,8, 22,9, 19,5 e 13,3 km de ferrovias a cada 1.000 km<sup>2</sup> de área (gráficos 6 e 7).

**GRÁFICO 6 – DENSIDADE DA INFRAESTRUTURA FERROVIÁRIA DOS PRINCIPAIS EXPORTADORES MUNDIAIS DE SOJA E MILHO (KM DE INFRAESTRUTURA FERROVIÁRIA POR 1.000 KM<sup>2</sup> DE ÁREA)**



\*Embora não seja um dos principais exportadores mundiais de soja e milho, a China foi considerada por representar o principal comprador da soja brasileira.

Fonte: CNT, 2015

**GRÁFICO 7 – POSIÇÃO DOS PRINCIPAIS EXPORTADORES MUNDIAIS DE SOJA E MILHO NO RANKING DE QUALIDADE DA INFRAESTRUTURA FERROVIÁRIA DO FÓRUM ECONÔMICO MUNDIAL 2014/2015**



\*Embora não seja um dos principais exportadores mundiais de soja e milho, a China foi considerada por representar o principal comprador da soja brasileira.

Nota: o Paraguai não foi avaliado nesse ranking.

Fonte: CNT, 2015

...  
**Comparativamente aos principais produtores e exportadores mundiais de soja e milho, a densidade da malha ferroviária brasileira é pequena**

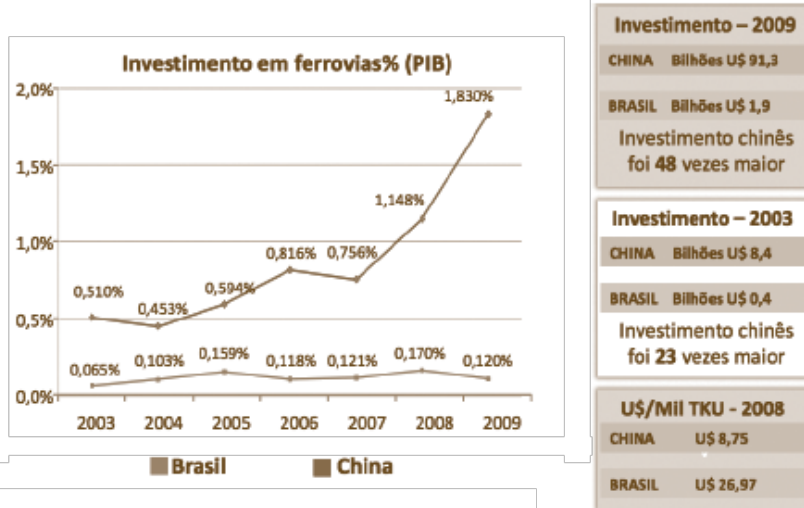
Os três principais operadores ferroviários são responsáveis por 99,6% do tráfego ferroviário sendo a Vale e sua afiliada VLI sendo responsáveis por 65,1% do tráfego em toneladas por quilômetros úteis (TKU). Com a recente fusão da ALL com a Rumo, todos os principais players são ligados ao transporte de cargas específicas: minério (Vale), aço (MRS) e açúcar (ALL).

Enquanto países como Estados Unidos (220 mil Km de ferrovias), Índia (63 mil), Rússia (87 mil) e China (77 mil) estruturaram uma malha ferroviária de alta densidade, o Brasil possui 30 mil km de ferrovias, dos quais apenas 10 mil são utilizados. A China construiu mais ferrovias em 25 anos do que o Brasil em 500 (gráfico 8). Somente 73% da rede ferroviária nacional é considerada operacional mas de fato apenas uma pequena fração (menos de 30%) atualmente movimentam grandes quantidades (mais de 1 milhão tons/ano). Do total de mais de 30.000 km de ferrovias sob concessão, 77% estão em bitola estreita de 1 metro com baixa eficiência operacional e com diversas invasões de faixa de domínio.





GRÁFICO 8 – INVESTIMENTO EM FERROVIAS NO BRASIL E NA CHINA



O “vazio ferroviário” brasileiro é especialmente preocupante nas regiões Centro-Oeste, Norte e Nordeste. É importante entender o transporte de carga como essencial para a continuidade do progresso observado nos últimos anos do agronegócio no Brasil. No que se refere a logística do agronegócio, a ampliação do modal ferroviário é essencial para a competitividade brasileira, em especial para os transportes de longa distância.

Infelizmente, os sistemas de logística do país são dependentes de uma matriz do transporte de carga bastante desbalanceada em termos da participação dos modais. O transporte rodoviário é responsável por 61% da movimentação de cargas do país. Se excluído da matriz o minério de ferro (principal carga cativa da ferrovia), a participação do transporte por caminhões se aproxima dos 70%, o que não tem paralelo em países com as dimensões continentais do Brasil. Nos Estados Unidos, Canadá, Austrália, Rússia e China, as ferrovias, dutos e navegação (fluvial ou costeira) têm participação muito mais expressiva, apesar do inevitável avanço do transporte rodoviário.

Comparado com o sistema norte americano, o brasileiro carrega, em média, 22 dias adicionais de estoque, equivalentes a um acréscimo desnecessário de investimento estimado em cerca de R\$ 120 bilhões. Por outro lado, os custos logísticos no Brasil são estimados em 12,6% do PIB, contra 8,6% nos Estados Unidos. O transporte é responsável por 7,5% dos custos logísticos no Brasil, contra 5% dos custos norte-americanos.

A armazenagem, por sua vez, é sistêmica e está diretamente ligada ao sistema de transporte, funcionando como o regulador deste. Atualmente, apenas 15% da safra é armazenada na propriedade rural (nos Estados Unidos este número é de 65%), originando um déficit de 50% da safra atual de 183 milhões de toneladas, ou seja, 100 milhões de toneladas.

Armazenagem no produtor apresenta os seguintes benefícios potenciais: elimina as perdas (5%) por colheita de grão com umidade não re-

comendada colhendo mais seco, devido a falta de armazenagem e secagem na propriedade; evita a diminuição do preço do produto pela perda de qualidade; diminui as pragas; regula o fluxo da colheita; diminui o custo do frete; e mantém o estoque regulador na propriedade por mecanismos apropriados, evitando investimentos públicos de baixo retorno.

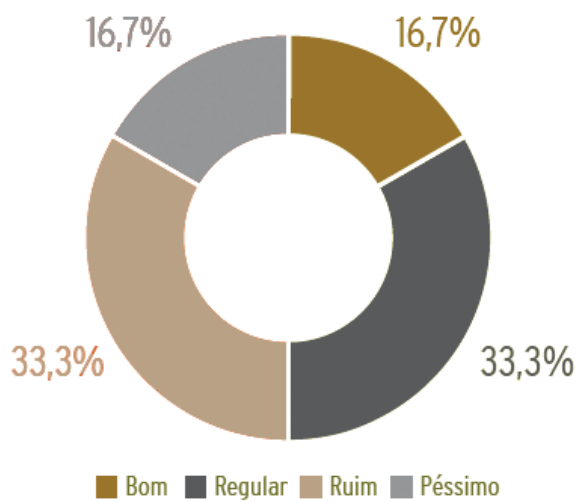
Olhando do ângulo oposto, a falta de armazenagem do produtor rural é a principal deficiência do atual sistema nacional de armazenagem, onerando o país pela perda de competitividade do agronegócio, causando congestionamentos em todo o sistema logístico, e pressionando a armazenagem coletora: formam-se extensas filas de caminhões nas portas dos armazéns, ocasionando perdas de qualidade que chegam a 10% do volume do valor do produto.

Por fim, vale mencionar pesquisa da Confederação Nacional do Transporte (CNT), que atesta que 50% dos embarcadores usuários



dos serviços ferroviários no Brasil avaliam a qualidade da infraestrutura ferroviária como péssima ou ruim (gráfico 9), sendo as principais falhas apontadas: pouca disponibilidade de ferrovias; altos custos de fretes ferroviários; pouca oferta de vagões e locomotivas; invasões das faixas de domínio e passagens de nível críticas; e má qualidade dos trilhos (gráfico 10).

**GRÁFICO 9 – AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA INFRAESTRUTURA FERROVIÁRIA UTILIZADA PELOS EMBARCADORES ENTREVISTADOS**

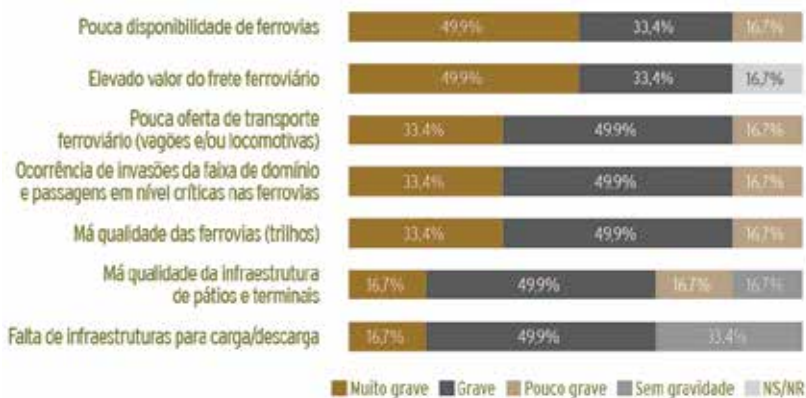


Nota 1: foram consideradas apenas as respostas válidas.

Nota 2: não houve avaliação Ótimo neste item.

Fonte: BARAT; PAVAN

**GRÁFICO 10 – AVALIAÇÃO DOS PROBLEMAS ASSOCIADOS AO TRANSPORTE FERROVIÁRIO PELOS EMBARCADORES ENTREVISTADOS**



Fonte: BARAT; PAVAN

Para aumentar sua competitividade internacional, o setor agropecuário precisa eliminar internamente gargalos de produção e aprimorar os



fatores de sua diferenciação. Apesar do aumento constante da produtividade, o agronegócio brasileiro enfrenta dificuldades para crescer de forma mais rápida e contínua, uma vez que o setor esbarra em gargalos que vão desde a logística e infraestrutura inadequadas – como deficiência na qualidade das rodovias, falta de capilaridade da malha ferroviária e grande extensão territorial não litorânea, que dificultam o escoamento da produção para as exportações (tabela 7) –, até a baixa qualidade da educação e falta de mão-de-obra qualificada.

**TABELA 7 – GARGALOS RELACIONADOS AO TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO NO AGRONEGÓCIO BRASILEIRO**

	Cenário	Oportunidade
Infraestrutura do transporte	Agronegócio movimentado por portos das regiões Sul e Sudeste. Modal rodoviário predominante no país.	Melhoria nos eixos de transporte pode gerar grandes economias. Logística orientada para portos do Norte e investimentos em ferrovias.
Logística do transporte	Custos logísticos no agronegócio maiores do que em outros setores da economia.	Planos integrados = maior impacto de escoamento por região.
Armazenagem	Déficit nas propriedades muito maior do que nos outros elos da cadeia.	Tratar e reduzir perdas para aumentar a competitividade.

Fonte: ABAG, 2015.

Um olhar para a infraestrutura e logística do transporte do agronegócio de forma geral e especificamente o modal ferroviário aponta para a possibilidade de benefícios de curto prazo na produtividade e rentabilidade do setor, bem como a redução dos índices de desperdício de alimentos no transporte e armazenamento.

### 6.3 Perda e desperdício de alimentos

A Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO, na sigla em inglês) define *perda de alimentos* como a diminuição no volume de alimentos disponível para consumo humano ao longo da cadeia de abastecimento, principalmente nas fases de produção, pós-colheita, armazenamento e transporte. O *desperdício de alimentos*, por sua vez, refere-se às perdas decorrentes da decisão de descartar alimentos que ainda têm valor, e relaciona-se principalmente com o comportamento dos atacadistas e varejistas, serviços de vendas de comida e consumidores.

As perdas e desperdícios de alimentos:

- Reduzem a disponibilidade local e mundial de alimentos;
- Reduzem a rentabilidade dos produtores rurais;
- Aumentam os preços para os consumidores;
- Prejudicam a nutrição e saúde da população;
- Impactam o meio ambiente devido ao uso não sustentável dos recursos naturais;
- Prejudicam a competitividade da economia brasileira.



Estudos da FAO estimam que a perda e o desperdício de alimentos anual global são da ordem de 30% dos cereais, 40-50% das culturas de raízes, frutas e legumes, 20% das sementes oleaginosas, carne e produtos lácteos, e 35% dos peixes. Essas perdas e resíduos são fortemente dependentes das condições específicas de um determinado país ou cultura. Em países com baixa renda, por exemplo, a perda de alimentos resulta de limitações administrativas e técnicas na colheita, no armazenamento, no transporte, no processamento, nas instalações de refrigeração, na infraestrutura, nas embalagens e nos sistemas de comercialização.

Ainda segundo a FAO, 6% das perdas mundiais de alimentos ocorrem na América Latina e Caribe. A cada ano, a região perde ou desperdiça ao menos 15% de seus alimentos disponíveis: 28% do desperdício ocorrem na produção, 22% no manejo e armazenamento, 6% no processamento 17% na comercialização e distribuição e 28% no consumo. Os alimentos desperdiçados no varejo poderiam atender as necessidades alimentares de mais de 30 milhões de pessoas (64% da população em situação de fome na região).

Dados recentes divulgados pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (Pnuma) e FAO apontam que um terço da produção de alimentos no planeta é desperdiçado entre a colheita e a mesa do consumidor. No Brasil, o estudo apontou que pelo menos 10% se perdem nas plantações; do que sobra, 50% são perdidos na distribuição, no transporte e no abastecimento; e do restante, 40% se perdem na cadeia do consumo, como nas feiras livres.

Relatório da FAO de julho de 2014 apontou a perda de desperdício de alimentos na América Latina por segmento: 28% no consumo, 28% na produção, 22% no manuseio e armazenamento, 17% na distribuição e comercialização, 6% no processamento.

No Brasil, segundo a Embrapa, mais de 26 milhões de toneladas de alimentos são desperdiçados todos os anos, quantidade suficiente para alimentar 35 milhões de pessoas. Dados da entidade mostram que o maior desperdício de alimentos acontece durante a manipulação e logística; cerca de 50% do desperdício de alimentos é perdida nas fábricas, durante os procedimentos de processamento ou enquanto estão sendo transportados. De todo o alimento perdido ou desperdiçado, 30% é perdido nos centros de distribuição e cerca de 10% acontecem

durante a colheita nas fazendas. Outros 10% das perdas acontecem diretamente nas residências dos consumidores. Esse montante não representa apenas o que estraga sem ser cozidos, mas também sobras e partes de produtos que poderia ser usado para cozinhar, como sobras e cascas de vegetais. As causas desses resíduos no Brasil podem ser explicadas por vários fatores: nos supermercados, por exemplo, muitos produtos – especialmente frutas e legumes – estragam antes de serem vendidos; muitos produtos comprados também estragam antes de serem servidos; e uma parte considerável dos alimentos servidos não é consumida. A alta dependência do transporte rodoviário é um fator que impacta também: caminhões e veículos similares são usados para cobrir longas distâncias, o que propicia o desperdício de alimentos, uma vez que estão sujeitos a acidentes ou perdas graduais da carga nos trajetos. O clima quente brasileiro associado às condições logísticas resulta em perdas significativas de alimentos.

A produção dos principais frutos frescos comercializados no Brasil é aproximadamente de 17,7 milhões de toneladas/ano. A perda desses principais frutos é em média de 30%. Isso dá um total de 5,3 milhões de toneladas/ano de produtos que não são consumidos. Partindo do princípio que o Brasil possui cerca de 150 milhões de habitantes, tem-se que o índice de perdas em frutos é da ordem de 35 kg/habitante/ano. Considerando-se um valor médio de 412 dólares/tonelada, preço médio das exportações de frutos do Brasil com seus respectivos pesos na balança comercial, tem-se um valor de 2,2 bilhões de dólares considerados como perda. O consumo de frutos é da ordem de 40 kg/habitante/ano nas 10 principais capitais do Brasil (1998). A produção das principais hortaliças frescas (folha, flor, fruto, haste, raízes e rizoma) comercializadas no Brasil é aproximadamente de 16 milhões de toneladas. O índice de perdas destes produtos é cerca de 35%. Sendo assim, tem-se um valor de 5,6 milhões de toneladas/ano de produto não consumido – 37 kg/habitante/ano. O consumo de hortaliças é da ordem de 35 kg/habitante/ano nas 10 principais capitais do Brasil (1998). Neste caso verifica-se que joga-se fora mais hortaliças do que se consome no Brasil. As perdas pós-colheita de frutos e hortaliças podem ser divididas em 10% no campo; 50% no manuseio e transporte; 30% nas centrais de abastecimento e comercialização; e 10% nos supermercados e consumidores (tabela 8).



TABELA 8 – ÍNDICE DE PERDAS EM FRUTOS E HORTIFRUTIGRANJEIROS IN NATURA NO BRASIL

Produto	Perdas (%)
Abacate	26
Abacaxi	20
Banana	40
Laranja	22
Mamão	21
Melancia	30
Manga	25
Morango	40
Alface	45
Alho	30
Batata	25
Cebola	21
Cenoura	20
Chuchu	15
Couve-flor	50
Pimentão	40
Tomate	40
Repolho	35

Fonte: SOARES, 2014.

Segundo levantamento da Macrologística, de cada US\$ 1 gasto por um brasileiro, cerca de US\$ 0,08 serão gastos com o traslado dos alimentos, da fazenda para indústrias, portos e supermercados. Nos Estados Unidos, esse custo, segundo levantamento da Associação de Produtores de Milho de Iowa, equivale a quase um terço do brasileiro. De cada dólar desembolsado por um americano para pagar uma refeição, US\$ 0,03 ou apenas 3% do total serão usados para cobrir o custo com o transporte dos produtos. Na maioria das vezes, o peso desse diferencial no custo é lembrado pelas empresas como um prejuízo para a competitivi-

dade nas exportações brasileiras de produtos agrícolas. Mas, a diferença também chega à mesa de todos os brasileiros na forma de comida mais cara.

## 6.4 Relação entre melhoria no sistema ferroviário e eficiência alimentar

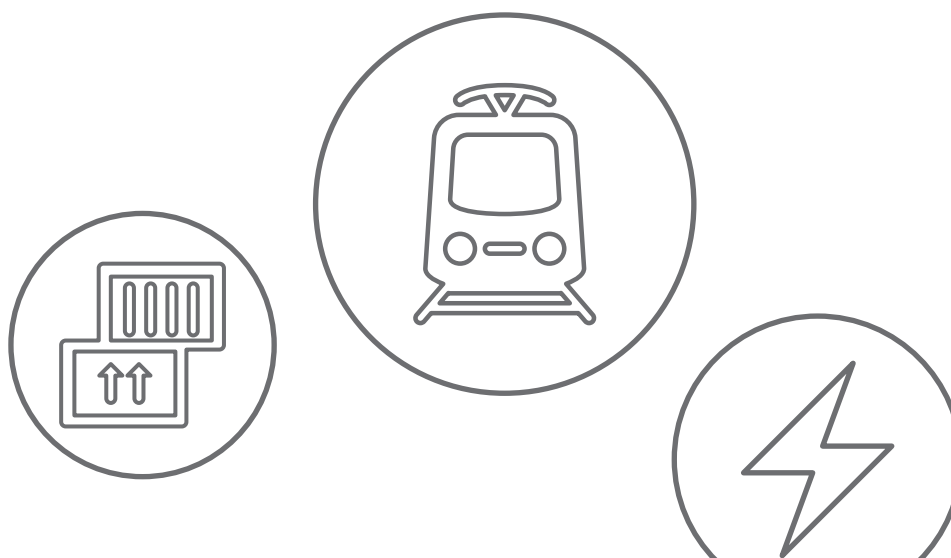
Estudos sobre perdas e desperdício de alimentos apontam para 30% de perdas de frutas e 35% de hortaliças produzidas no Brasil (SOARES, 2014). Também estimam entre 45% de perda na distribuição, transporte e abastecimento a 50% no transporte e processamento.

Para elevar a eficiência alimentar no Brasil – resultando em redução na perda de alimentos e em incremento na competitividade agrícola – é necessária uma eficiente política de infraestrutura e logística, com enfoque preponderante no modal ferroviário.

Além da ampliação da estrutura portuária, faz-se necessária a modernização da malha ferroviária existente e expansão de novos trechos, adotando tecnologias mais eficientes do ponto de vista econômico e ambiental.

Outro aspecto importante é o incentivo à expansão dos sistemas de armazenagem por parte dos produtores (com redução potencial de 5% nas perdas de grãos) e diminuição da pressão sobre a armazenagem coletora (com redução potencial de 10% nas perdas causadas pela dependência do transporte rodoviário – filas de caminhões nos portos e perda gradual de carga nos trajetos).

Além de investimentos na manutenção da infraestrutura existente e na implantação de novos trechos ferroviários, é preciso estimular a substituição do material rodante, como locomotivas e vagões.



- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8



# Extrapolação para o cenário BRASILEIRO

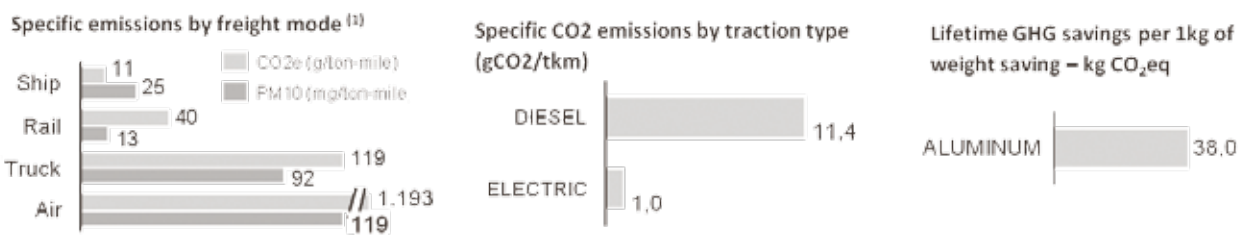


A fim de trazer os dados e pontos levantados até então neste estudo para um cenário realista e traduzir em números as vantagens oferecidas pela adoção da solução de ferrovias eletrificadas nos próximos anos, nesta seção será demonstrada a aplicação desta tecnologia como um possível meio de alcançar as metas de redução propostas pelo governo brasileiro em sua NDC.

## 7.1 Soluções para reduzir emissões de CO<sub>2</sub> advindas de transporte

Encorajar mudanças para modais mais eficientes: como é possível observar na Figura 24, em geral, ferrovias e modais de transporte aquáticos estão associados com menor emissão de CO<sub>2</sub> quando comparados ao modal rodoviário. A mudança de uma carga de caminhão para os trilhos é capaz de reduzir de 11 BTUs para 1 BTU de diesel.

FIGURA 24: (A) EMISSÕES ESPECÍFICAS POR MODAL DE TRANSPORTE.



Fonte: NRDC. (b) Emissões específicas de CO<sub>2</sub> por tipo de tração (gCO<sub>2</sub>/tkm) Fonte: (c) Economia de GEE por 1kg de peso reduzido (kg CO<sub>2</sub>eq). Fonte: Institut für Energieund Umweltforschung Heidelberg GmbH

- Eletrificação de Malhas Ferroviárias para cargas: especialmente com o mix energético brasileiro<sup>1</sup>, a eletrificação da malha ferroviária tem emissões de GEE muito menores por tkm do que ferrovias utilizando locomotivas a diesel. Eletrificando 100% da carga transportada por ferrovias e transferindo metade da atual carga transportada por caminhões, necessitaria-se de aproximadamente 7-10 TWh, menos de 0,01% da eletricidade gerada no Brasil.
- Além disso, como demonstrado na Figura 24, é possível que outras soluções, como o uso de vagões de alumínio, ao reduzir o peso transportado, venham contribuir com mais reduções nas emissões do transporte ferroviário. A locomotiva também poderia aumentar a sua capacidade de transportar mais cargas com mais vagões de alumínio.

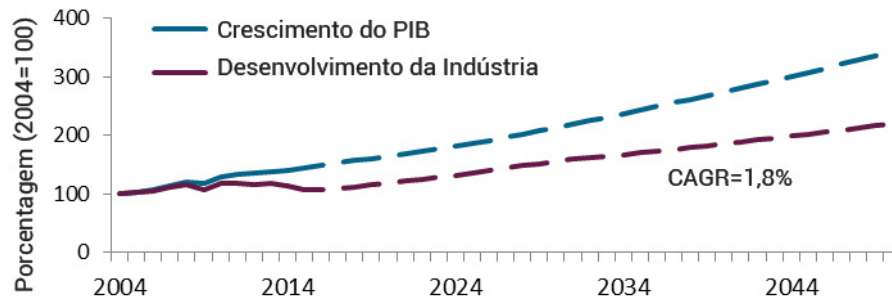
## 7.2 Projeções

Utilizando-se de indicadores gerais da economia e indústria, a Figura 25 apresenta a Taxa de Crescimento Anual Composta (CAGR - *Compound Annual Growth Rate*, em inglês), de acordo com a evolução do PIB (2,5%) e com a evolução da indústria (1,8%) no período 2004-2050.

<sup>1</sup> Europa: 0,45 kg CO<sub>2</sub>/kWh; Brasil: 0,09 kg CO<sub>2</sub>/kWh em 2011. Fonte: IEA (2011).



FIGURA 25: PREVISÕES BASEADAS EM INDICADORES GERAIS DA ECONOMIA E INDÚSTRIA.

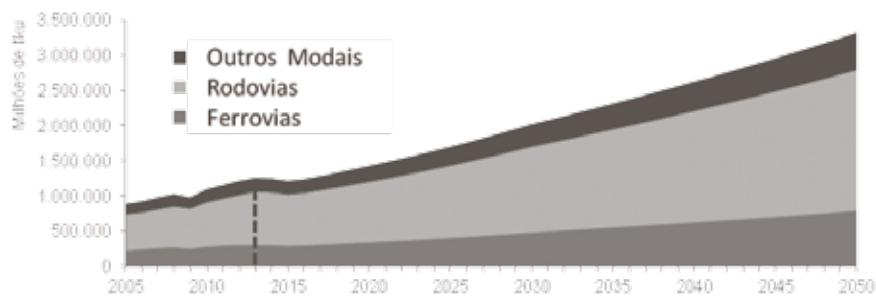


Fonte: Elaboração Própria e fontes mencionadas na imagem.

Foram consideradas também metas mais ambiciosas para o transporte de carga, partindo-se dos atuais 30% em 2011 para 43% em 2035. Para isso, foram levados em conta os projetos de extensão da malha ferroviária presentes no PNLT (Ministério dos Transportes, 2012).

Entretanto, a imagem a seguir (Figura 26) representa o crescimento de 2,7% por ano previsto sem alteração nas proporções dos modais.

FIGURA 26: REPRESENTA O CRESCIMENTO DE 2,7% POR ANO PREVISTO SEM ALTERAÇÃO NAS PROPORÇÕES DOS MODAIS



Fonte: PNLT 2011, Considerando a implementação dos projetos do PAC projects e do portfólio da PNLT

## 7.3 Proposição de Cenários

### 7.3.1 Business As Usual (BAU)

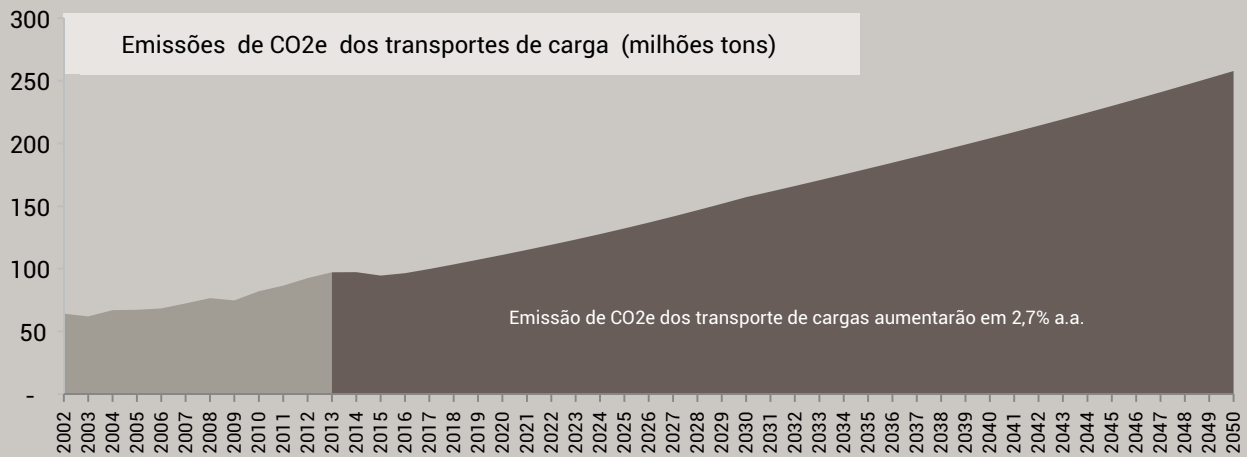
A partir dos princípios retro-mencionados e para fins de comparação ao longo do exercício, foi elaborado o cenário "BAU" para emissões de GEE como demonstrado na Figura 27, onde foram considerados o crescimento previsto de 2,7% por ano, sem redistribuição modal e 0% da malha de transporte de cargas eletrificada, mantendo a tendência atual, que tem seu foco principal nas tecnologias a diesel. Neste cenário, as emissões de GEE representam mais de 250 milhões de toneladas em 2050.





Nele são considerados os dados de 2005 para a distribuição modal para transporte de carga, incluindo todos os modais: rodoviário, ferroviário, hidroviário, navegação de cabotagem, dutos e transporte aéreo.

FIGURA 27: *BUSINESS AS USUAL* (BAU). PROJEÇÕES DAS EMISSÕES DE GEE COM CRESCIMENTO DE 2,7% P.A. ATÉ 2050.



Fonte: Elaboração Própria

## 7.3.2 Mudança de Modal: Dois Cenários

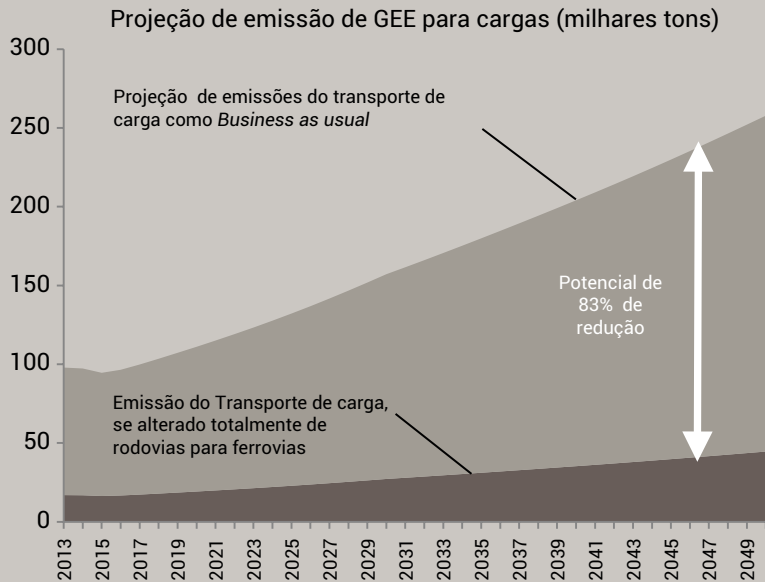
### 7.3.2.1 Mudança do Rodoviário para o Ferroviário

Para fins de comparação no exercício, foi considerado um cenário no qual toda a carga nacional seria transferida do transporte rodoviário para o ferroviário e o resultado é o demonstrado pela Figura 28. Como as emissões advindas do modal rodoviário são calculadas para ter um crescimento de 3% por ano até 2050, a mudança modal permitiria uma redução de 83% no total de GEE emitidos nos próximos 35 anos. Neste cálculo não foram consideradas melhorias na eficiência dos veículos nem a possibilidade de desenvolvimento de novas tecnologias.

...

Foi considerado um cenário no qual toda a carga nacional seria transferida do transporte rodoviário para o ferroviário.

FIGURA 28: EMISSÕES DE GEE PROJETADAS E POSSÍVEL POTENCIAL DE MUDANÇA DE MODAL.

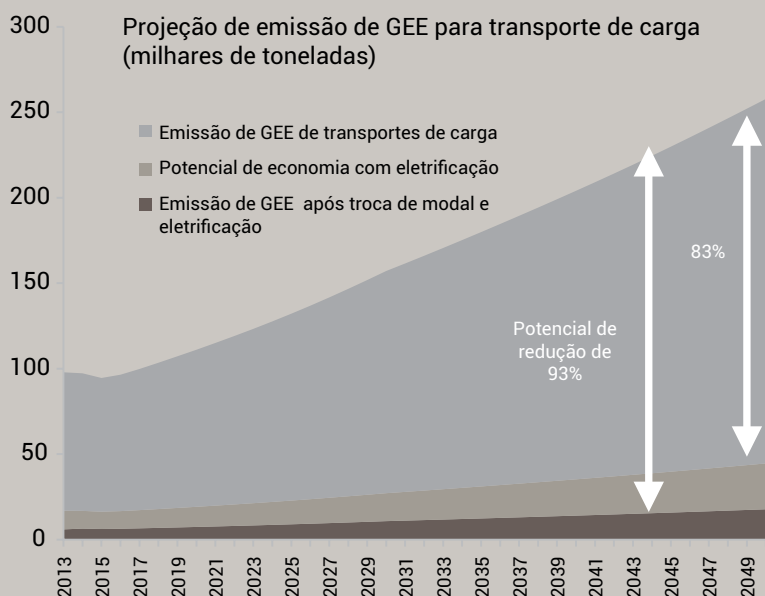


Fonte: Elaboração Própria.

### 7.3.2.2 Mudança do Rodoviário para o Ferroviário Eletrificado

O mesmo exercício anterior – examinar o potencial de redução de emissões de GEE possíveis caso toda a carga nacional fosse transportada pelo modo ferroviário – foi repetido considerando-se, desta vez, que toda a malha ferroviária seria eletrificada. O resultado é demonstrado pela Figura 29.

FIGURA 29: EMISSÕES DE GEE PROJETADAS CASO OCORRA MUDANÇA MODAL PARA FERROVIÁRIO ELETRIFICADO.



Fonte: Elaboração Própria.



Neste caso, é possível observar um potencial de redução de 93% comparado ao cenário BAU nas emissões projetadas para 2050. Isso representaria uma possibilidade de evitar a emissão de 6 bilhões de toneladas de CO<sub>2</sub>e nos próximos 35 anos apenas através do transporte de carga.

### 7.3.3 Três Cenários para 2050: 10%, 25% e 50% de eletrificação da malha.

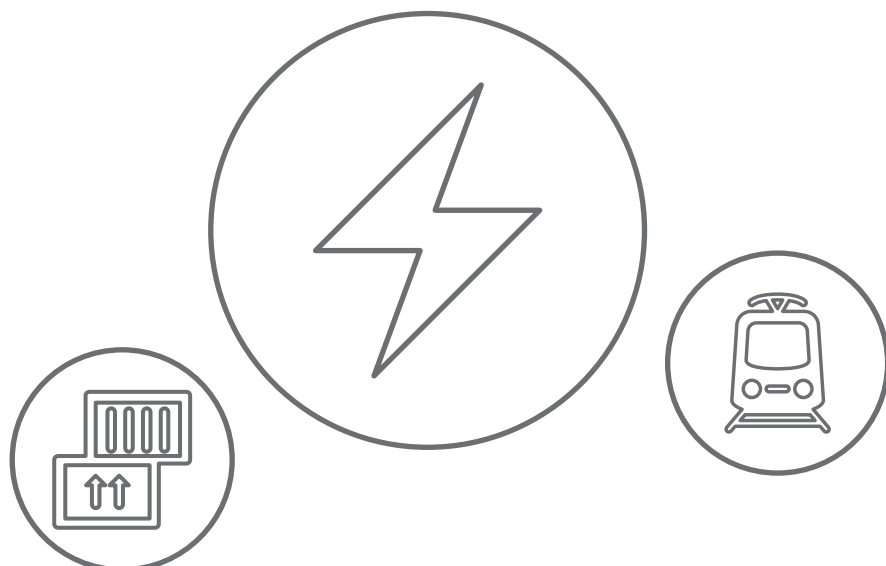
Os cenários analisados acima, entretanto, servem para auxiliar o raciocínio e certamente estão longe da realidade. Um transporte de cargas, como já foi abordado anteriormente, necessita ser composto pelos diversos modos disponíveis de acordo com suas características para alcançar a maior eficiência possível. Há também limitações econômicas, sociais e ambientais que impediriam que uma malha 100% eletrificada fosse implementada em um período tão curto de tempo. Desta forma, foram propostos para uma análise mais realista três cenários distintos para 2050:

#### 1) Cenário A:

- 10% de eletrificação;
- Eletrificação moderada da rede;
- Provável, se o preço das mercadorias (como por exemplo minério de ferro) continuar com o preço abaixo do nível desejado;
- Incluiria provavelmente sistemas isolados e sem necessidade de interoperabilidade.

#### 2) Cenário B

- 25% de eletrificação;
- Expansão realista da malha eletrificada baseada no desenvolvimento do mercado mundial e as necessidades da cadeia logística nacional;
- Dentro das previsões de novas linhas a serem construídas até 2050 (27% de novas linhas)



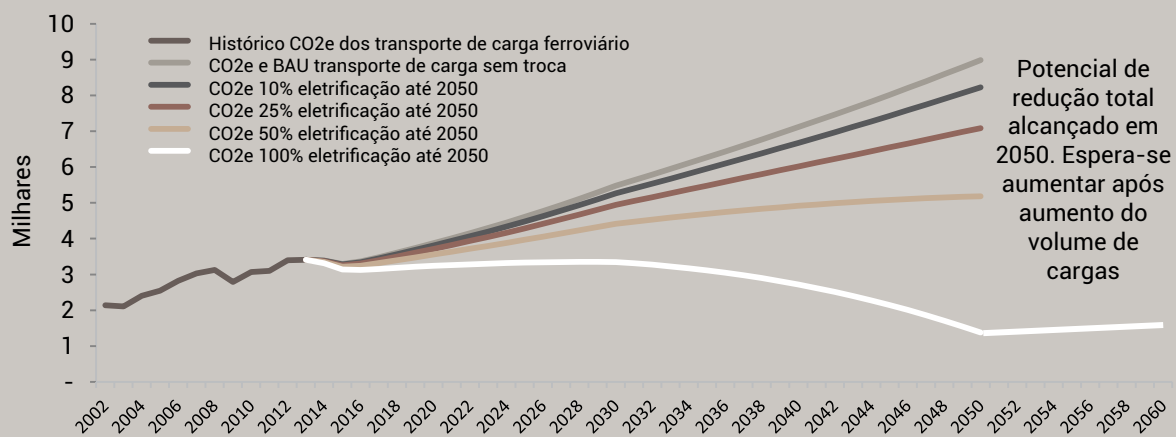


### 3) Cenário C

- 50% de eletrificação;
- Extensa expansão da malha eletrificada;
- Pode se tornar realista se os preços do petróleo retornarem a ascender;
- O crescimento de demanda por mercadorias brasileiras pode acelerar os investimentos;
- Políticas de transporte apoiando eletrificação.

A Figura 30 abaixo mostra o resultado deste exercício. É possível observar que mesmo se considerarmos o cenário A, com implementação de apenas 10% da malha ferroviária eletrificada, é possível evitar que 11 milhões de toneladas de GEE sejam emitidas no transporte de cargas nos próximos 35 anos. Já o cenário B, mais realista – 25% de malha ferroviária eletrificada até 2050 – oferece a possibilidade de evitar que 27 milhões de toneladas de GEE sejam emitidas. Ideal, entretanto, seria atingir o cenário C, ou seja, 50% de malha eletrificada, que oferece um potencial de redução de emissões de 42%, o que significa poupar 55 milhões de toneladas de GEE até o final do período previsto.

FIGURA 30: CÁLCULO DAS EMISSÕES ATÉ 2050 DOS 3 DIFERENTES CENÁRIOS (10%, 25% E 50%) .



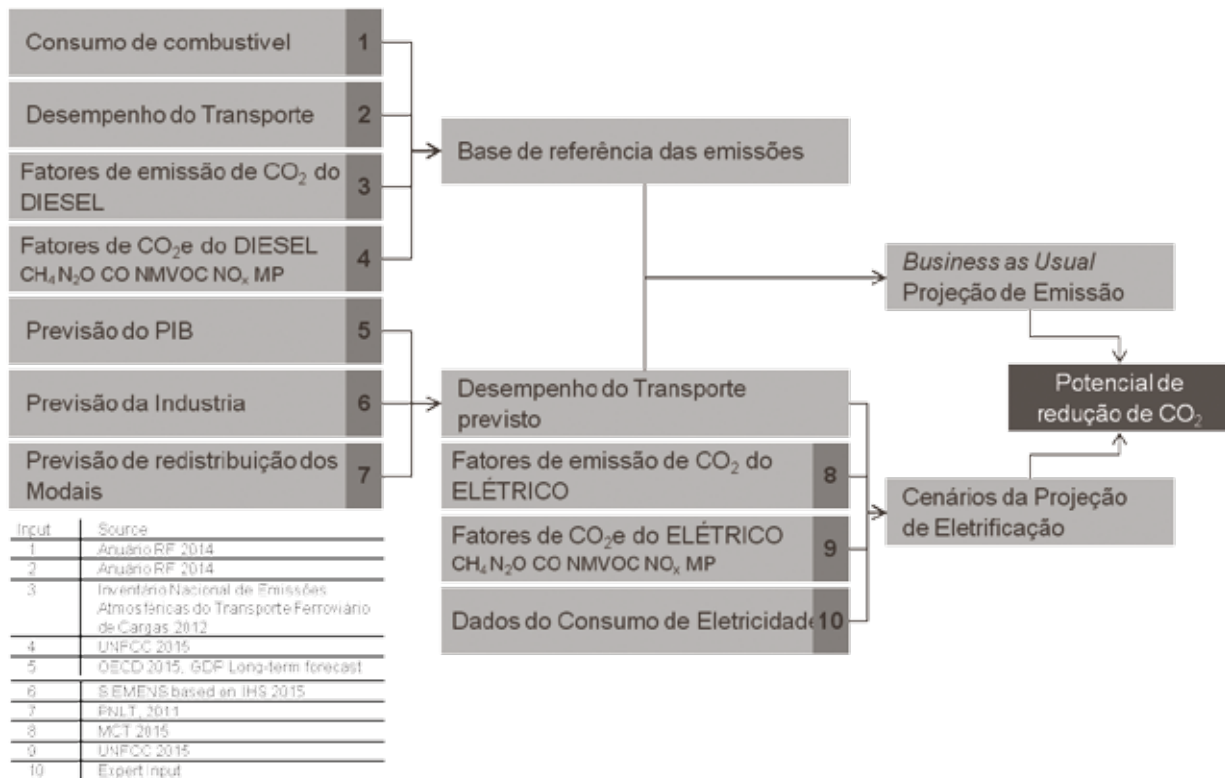
	Emissões em 2050 e potencial de redução	Abatimento até 2050
Cenário A: 10% eletrificação até 2050	8,2 milhões t em 2050 → 8% potencial de redução	11 milhões t
Cenário B: 25% eletrificação até 2050	7 milhões t em 2050 → 21% potencial de redução	27 milhões t
Cenário C: 50% eletrificação até 2050	5,2 milhões t em 2050 → 42% potencial de redução	55 milhões t
100% eletrificação até 2050	1,4 milhões t em 2050 → 85% potencial de redução	110 milhões t

Fonte: Elaboração Própria.

## 7.4 Metodologia

Para realização da proposição acima, foi utilizada a seguinte metodologia (Figura 31):

FIGURA 31: METODOLOGIA PARA CÁLCULOS DE PROJEÇÕES DE EMISSÕES DE GEE NO TRANSPORTE FERROVIÁRIO.



Fonte: Elaboração Própria.

## 7.5 Dimensão Política

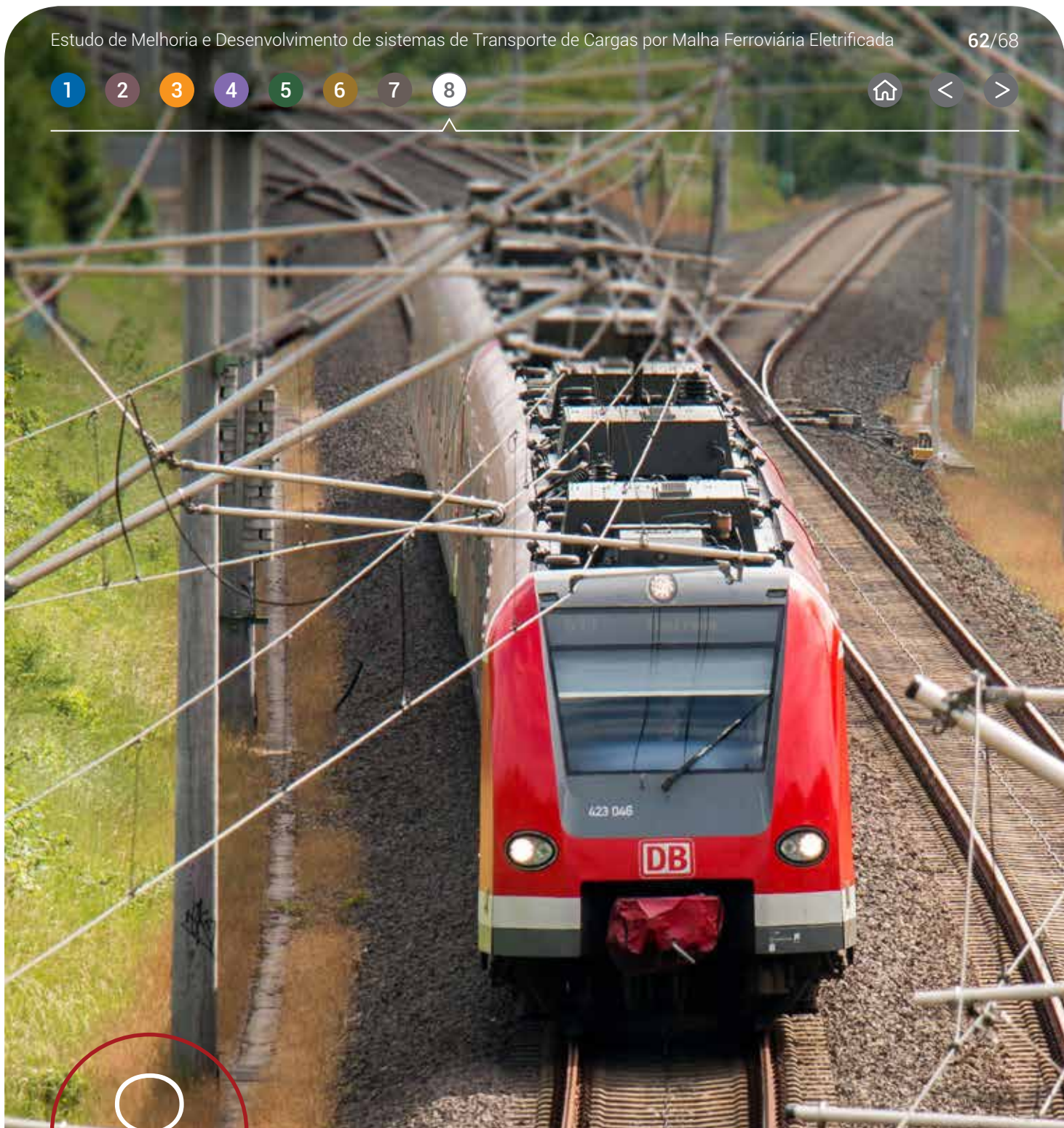
Com a redução das emissões advindas do desmatamento, outros setores, principalmente energia e transporte deverão ser apontados como principais atores para ações de mitigação. A utilização de malha ferroviária eletrificada e vagões de alumínio pode contribuir para a redução das emissões de GEE do Brasil, conforme apresentado na INDC. Porém, a política de transportes hoje é voltada à logística rodoviária, mais intensiva em emissões de GEE.

Para viabilizar o desenvolvimento do setor ferroviário com malha eletrificada, que possui CAPEX 10% mais alto, é necessário criar uma agenda favorável que integre políticas públicas intermodais com a participação dos vários atores (*stakeholders*) envolvidos na questão. O programa deve incluir a implementação de medidas voltadas à política de comércio exterior, industrial e tecnológica com propostas de

regime tributário para incentivo à modernização e ampliação da estrutura ferroviários (máquinas equipamentos e outros bens) no mercado interno e externo, e que inclua a criação de uma especificação para malha eletrificada.

Soluções tecnológicas e expertise na gestão e operação podem ser compartilhadas entre os setores privado e o público. Áreas remotas, com escassa conexão à rede elétrica, poderão ser beneficiadas com os investimentos na infraestrutura para eletrificação.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8



# Conclusões



**P**roblemas com logística afetam diretamente na competitividade do país. O modal ferroviário, portanto, se apresenta como uma solução interessante para esse cenário. Com a inclusão da malha eletrificada ampliam-se os benefícios econômicos, sociais e ambientais gerados pelos investimentos na infraestrutura e desenvolvimento local.

Após os pontos desenvolvidos neste estudo, é possível perceber que a implementação da malha ferroviária eletrificada vai de acordo a PNMC, quando esta afirma que as soluções para a mudança do clima “deverão estar em consonância com o desenvolvimento sustentável com a finalidade de buscar o crescimento econômico, a erradicação da pobreza e a redução das desigualdades sociais.” (Brasil, 2009)

Este estudo mostra a existência de soluções tecnológicas de setores privados viáveis para combater o aumento de emissões de GEE em um horizonte após 2020 que vão além das reduções advindas do controle de desmatamento. A implantação de transporte de carga por malha eletrificada oferece a possibilidade de reduzir as emissões de CO2 na troca do uso de energia de fonte fóssil pela energia elétrica, criar um sistema nacional de logística mais competitivo e eficiente, com um business case positivo. Este potencial ainda pode ser ampliado com o uso de vagões de alumínio, mais leve que o usual, portanto com menor consumo energético.

Com uma política de transportes mais favorável ao modal ferroviário eletrificado, os investimentos na implementação do modelo sugerido impactarão no aumento da eficiência da produtividade e consequentemente na competitividade da economia nacional. A melhora da eficiência na infraestrutura do transporte e da energia impactam na melhoria das condições do ar, da segurança do transporte e de questões ambientais e ainda no desenvolvimento econômico e social local.

•••  
**A melhora da eficiência na infraestrutura do transporte e da energia impactam na melhoria das condições do ar, da segurança do transporte e de questões ambientais e ainda no desenvolvimento econômico e social local.**



## Referências Bibliográficas

- ABAG. Logística e Competitividade no Agronegócio Brasileiro. Associação Brasileira do Agronegócio. São Paulo, agosto de 2015. Disponível em: <http://www.abag.com.br/media/abag-folder-final.pdf>
- ABIC. Exportação Brasileira de Café – 1961 a 2015. Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <http://www.abic.com.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=49>
- ANTT. (2012). *1º Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas do Transporte Ferroviário de Cargas*. Brasília: Agência Nacional de Transportes Terrestres.
- ANTT. (2014). *Acompanhamento das Concessões Ferroviárias. Relatório Anual 2013*. Brasília.
- ANTT. (2015). *Evolução do Transporte Ferroviário de Cargas*. Brasília: Agência Nacional de Transportes Terrestres.
- BARAT, Josef; PAVAN, Renato Casali. Logística e Transporte no Brasil: desafios para o novo Governo Federal. Brasília. Disponível em: <http://www.macrologistica.com.br/images/stories/palestras/Artigo%20ACSP%20-%20Barat-%20Pavan%2028-04-10.pdf>
- Brasil. (Abril de 2012). *Brasil Portal: Economia e Trabalho. Parceria Público-Privada (PPP)*. Acesso em 23 de Setembro de 2015, disponível em Portal Brasil: <http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2012/04/parceria-publico-privada-ppp>
- Brasil. (30 de Dezembro de 2004). Lei nº 11.079, de 30 de dezembro de 2004. Brasília, Brasil.
- Brasil. (20 de Dezembro de 2009). Lei nº 12.187/2009. *Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências*. Brasília, Brasil.
- Cenamo, M. C., Pavan, M. N., & Carrero, G. C. (14 de Abril de 2008). *Ferrovia e BR 319: escolha para o futuro do Amazonas*. Acesso em 16 de Setembro de 2015, disponível em IPAM - Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia: <http://www.ipam.org.br/noticias/Ferrovia-e-BR-319-escolha-para-o-futuro-do-Amazonas-/156>
- ClimateWorks. (2015). *Challenges*. Acesso em 1 de Setembro de 2015, disponível em ClimateWorks: <http://www.climateworks.org/challenges/>
- CNA. Os números do agronegócio brasileiro. Confederação da Agricultura e da Pecuária do Brasil. Brasília, 2015. Disponível em: <http://www.faculadecna.com.br/agronegocio#.V8bVSI-cHIV>
- CNT. (2013). *O sistema ferroviário brasileiro*. Brasília: CNT.
- CNT. (2011). *Pesquisa CNT de Ferrovias 2011*. Brasília: Confederação Nacional do Transporte.
- CNT. Entraves Logísticos ao Escoamento de Soja e Milho. Confederação Nacional do Transporte. Brasília, 22/06/2015. Disponível em: [http://cms.cnt.org.br/Imagens%20CNT/ECONOMIA%20FOCO/economia\\_em\\_foco\\_22jun2015.pdf](http://cms.cnt.org.br/Imagens%20CNT/ECONOMIA%20FOCO/economia_em_foco_22jun2015.pdf)
- CNT. Pesquisa CNT de Ferrovias 2011. Confederação Nacional do Transporte. Brasília, 2015. Disponível em: <http://www.cnt.org.br/Pesquisa/pesquisa-cnt-ferrovias>
- DEAGRO/FIESP. Safra Mundial de Soja 2015/16 - 5º Levantamento do USDA. São Paulo, 2016. Disponível em: [http://az545403.vo.msecnd.net/uploads/2015/09/boletim\\_safra-mundial-milho\\_setembro2015.pdf](http://az545403.vo.msecnd.net/uploads/2015/09/boletim_safra-mundial-milho_setembro2015.pdf)
- FIESP. Outlook FIESP 2025: Projeções para o agronegócio brasileiro. Federação das Indústrias do Estado de São Paulo. São Paulo, 2015. Disponível em: <http://apps2.fiesp.com.br/outlookDeagro/pt-BR/Impresso>
- Ge, M., Friedrich, J., & Damassa, T. (25 de Novembro de 2014). *6 Graphs Explain the World's Top 10 Emitters*. Acesso em 17 de Setembro de 2015, disponível em World Resource Institute: <http://www.wri.org/blog/2014/11/6-graphs-explain-world%E2%80%99s-top-10-emitters>
- Gorni, A. A. (2009). *A Eletrificação nas Ferrovias Brasileiras*. (L. H. Oliveira, Ed.) São Vicente, SP, Brasil.
- Logística Brasil. (15 de Agosto de 2012). *Concessões Ferroviárias*. Acesso em 23 de Setembro de 2015, disponível em Programa de Investimentos em Logística: <http://www.logisticabrasil.gov.br/ferrovias2>
- MAPA. Projeções do Agronegócio: Brasil 2014/15 a 2024/25. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília, julho de 2015. Disponível em: <http://>





[www.agricultura.gov.br/arq\\_editor/PROJECOES\\_DO\\_AGRONEGOCIO\\_2025\\_WEB.pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/PROJECOES_DO_AGRONEGOCIO_2025_WEB.pdf)

Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. (2014). *Estimativas Anuais de Emissões de Efeito Estufa no Brasil. 2a Edição*. Brasília.

Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. (09 de Junho de 2015). *Ferrovias*. Acesso em 18 de Setembro de 2015, disponível em Site do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão: <http://www.planejamento.gov.br/apresentacoes/pil/ferrovias-pil2015>

Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. (09 de Junho de 2015). *Programa de Investimento em Logística*. Acesso em 18 de Setembro de 2015, disponível em Site do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão: <http://www.planejamento.gov.br/assuntos/programa-de-investimento-em-logistica-pil>

Ministério dos Transportes e Ministério das Cidades. (2013). *Plano Setorial de Transporte e de Mobilidade Urbana para Mitigação e Adaptação à Mudança do Clima (PSTM)*. Brasília.

Ministério dos Transportes. (2012). *Plano Nacional de Logística e Transportes. Projeto de Reavaliação de Estimativas e Metas do PNL*. Brasília.

Revista Ferroviária. (2014). *Anuário RF 2014*. São Paulo: Editora Ferroviária Ltda.

SEEG. (2015). *Documento Síntese: Análise das Emissões de GEE no Brasil (1970-2013) e suas Implicações para Políticas Públicas*. Observatório do Clima.

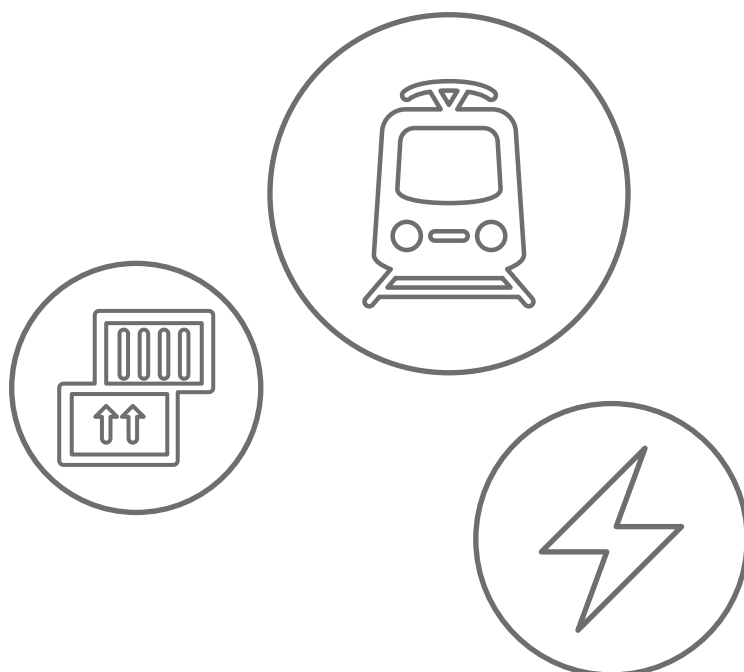
SOARES, Antônio Gomes. *Desperdício de Alimentos no Brasil – um desafio político e social a ser vencido*. EMBRAPA. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <http://atividaderural.com.br/artigos/508fc56454d19.pdf>

SPNT/MT. (2012). *Plano Nacional de Logística e Transportes - Relatório Final*. Brasília: Ministério das Cidades.

TSUNECHIRO, Alfredo & MIURA, Maximiliano. *Valor da Produção Agropecuária: a geografia da agricultura e da pecuária brasileira em 2012*. Instituto de Economia Aplicada. São Paulo, 08/12/2014. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/out/LerTexto.php?codTexto=13550>

ÚNICA. *Detalhamento das exportações mensais de açúcar pelo Brasil: safra 2016/2017*. São Paulo, julho de 2016. Disponível em: <http://www.unicadata.com.br/listagem.php?idMn=73>

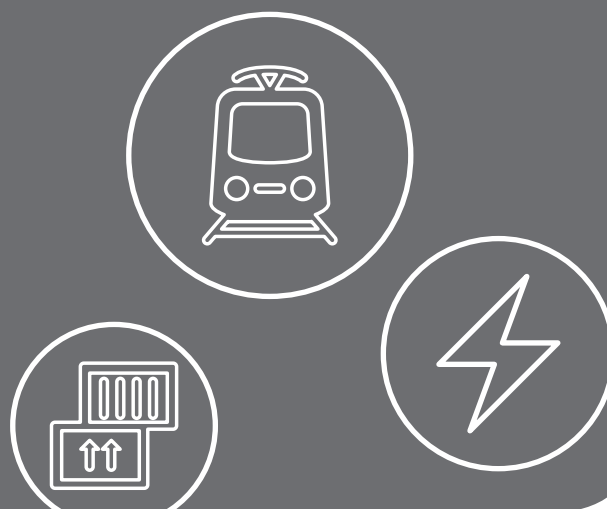
World Energy Council. (2013). *Energy Trilemma Index*. Acesso em 24 de Setembro de 2015, disponível em World Energy Council: <http://www.worldenergy.org/data/trilemma-index/>





### Nota de Isenção de Responsabilidade

Este documento foi publicado em nome do CEBDS. Isso não significa que todos os associados do CEBDS endossem ou concordem necessariamente com todas as declarações neste relatório. Fica a critério do leitor usar o relatório ou nele basear-se.







cebds

Conselho Empresarial Brasileiro  
para o Desenvolvimento Sustentável