

Análise da infraestrutura no transporte ferroviário brasileiro: a viabilidade da estrada de ferro Minas a Espírito Santo

Infrastructure analysis in Brazilian rail transport: The viability of the Minas to Espírito Santo Railroad

Savio Montovaneli Santos¹

Valter Barrueco Filho²

Resumo: A infraestrutura de transporte ferroviário desempenha um papel crucial no desenvolvimento econômico, permitindo o transporte eficiente de pessoas e mercadorias. A viabilidade econômica mensura a capacidade de atender às demandas de transporte, reduzir os custos logísticos e promover o crescimento sustentável. Diante desses argumentos, o objetivo da presente pesquisa foi apresentar como ocorre os investimentos da infraestrutura da malha ferroviária brasileira. Para efetuar esse objetivo foi utilizado um estudo de caso, a Ferrovia de Estrada de Ferro Vitória a Minas, com os dados disponíveis da Vale, organização responsável pela ferrovia, no período de 2014 a 2018. Ao longo dos resultados identificou-se que a Estrada de Ferro Vitória a Minas apresenta-se como uma das grandes modernizações no transporte de grandes volumes de cargas, assim como apresenta um número significativo na venda de passagens ferroviárias. Ademais, observou-se que apesar dos custos com infraestrutura e gastos com danos ambientais, o investimento nessa ferrovia é considerado viável, uma vez que o custo de capital exigido pela empresa no investimento é retomado a médio prazo. Conclui-se que manutenção e o aprimoramento da infraestrutura são fundamentais para garantir a segurança do transporte, a eficiência dos processos e a competitividade da economia brasileira. Dessa forma, é essencial que haja investimentos contínuos nesse setor, a fim de melhorar a infraestrutura das ferrovias e acompanhar o desenvolvimento do país.

Palavras-chave: Malha. Investimento. Mercadoria. Cargas. Moderna.

¹ Acadêmico do Curso de Engenharia Civil – Faculdade de Engenharia de Minas Gerais; Projetista Sênior(atualmente, início em 2021); Coordenador e projetista de projetos de infraestrutura(2010 a 2020); Projetista Sênior, Desenhista Projetista, Projetista e Supervisor de instalação de compressores (antes de 2010); Cursos de curta duração: Introdução à micro-informática, digitação, Windows, Word, Pacote Office. • Autocad Civil 3D 2020 • Autocad 2D e 3D 2020 • Corel Draw. • Infracad • Qgis E-mail. saviognv@yahoo.com.br.

²Acadêmico do Curso de Engenharia Civil – Faculdade de Engenharia de Minas Gerais; Diretor de Projetos (atualmente, início em 2016); Gerente Comercial Externo(2016);Diretor Técnico e Comercial(2015 -2016); Projetista (antes de 2015); Formação Acadêmica: Pós-graduação em Gestão de Projetos – conclusão em 12/2011; Graduação em Engenharia de Agrimensura – conclusão em 12/2009; Técnico em Estradas – conclusão em 12/1990: E-mail: valter.barrueco@strata.com.br.

Abstract: Rail transport infrastructure plays a crucial role in economic development, enabling the efficient transport of people and goods. Economic viability measures the ability to meet transportation demands, reduce logistics costs and promote sustainable growth. Given these arguments, the objective of this research was to present how the investments of the infrastructure of the Brazilian railway network occur. To accomplish this objective, a case study was used, the Vitória-Minas Railroad, with the available data from Vale, the organization responsible for the railway, from 2014 to 2018. Throughout the results it was identified that the Vitória-Minas Railroad presents itself as one of the great modernizations in the transportation of large volumes of cargo, as well as presents a significant number in the sale of railway tickets. In addition, it was observed that despite the costs with infrastructure and expenses with environmental damage, the investment in this railroad is considered viable, since the capital cost required by the company in the investment is resumed in the medium term. It is concluded that maintenance and improvement of infrastructure are fundamental to ensure transport safety, process efficiency and competitiveness of the Brazilian economy. Thus, it is essential that there are continuous investments in this sector in order to improve the infrastructure of the railways and accompany the development of the country.

Keywords: Mesh. Investment. Commodity. Loads. Modern.

1 INTRODUÇÃO

O sistema ferroviário brasileiro é amplamente utilizado como uma opção viável e econômica para deslocamentos de longa distância, sendo considerado o segundo meio de transporte mais utilizado. Com sua capacidade de transportar grandes volumes de carga em um único conjunto ferroviário, sua importância para a economia e desenvolvimento do país tem se tornado cada vez mais evidente (LIMA, FERREIRA e PERES, 2022; PIRES e CAMPOS, 2019).

Nesse contexto, torna-se crucial a análise da infraestrutura do transporte ferroviário no Brasil, considerando que esta é composta por uma série de obras que integram a plataforma da via e sustentam a superestrutura, abrangendo elementos como terraplanagem (aterros e cortes), sistemas de drenagem, obras de arte correntes e especiais (pontilhões, pontes e viadutos) e túneis (PIRES e CAMPOS, 2019; ANTF, 2017).

É relevante destacar que, nos últimos anos, a malha ferroviária tem sido um fator importante para o crescimento e mudança das alternativas de transporte de carga no Brasil. Além disso, os aportes na infraestrutura preservados, vagões e

locomotivas foram impulsionados por meio da implementação de tecnologias avançadas de controle de tráfego e sistemas (SEDGHI et al., 2021).

Com base no exposto, a questão de partida que norteou a presente pesquisa foi: Como ocorre a infraestrutura da malha ferroviária brasileira? Para responder à questão foi analisado o projeto da malha ferroviária da Estrada de Ferro Vitória a Minas (EFVM).

Desse modo, o objetivo geral da pesquisa foi apresentar como o ocorre os investimentos da infraestrutura da malha ferroviária brasileira.

A partir do objetivo geral, foram propostos os seguintes objetivos específicos:

- i) Descrever os investimentos com a infraestrutura de transporte ferroviário brasileiro;
- ii) Ilustrar o mapeamento da malha ferroviária brasileira;
- iii) Analisar os investimentos e orçamentos da malha ferroviária de Estrada de Ferro Vitória a Minas;
- iv) Mensurar a viabilidade econômica da malha ferroviária de Estrada de Ferro Vitória a Minas.

A justificativa deste estudo é de grande importância por abordar uma temática relacionada à infraestrutura logística nacional, buscando agregar direitos para tornar a infraestrutura mais eficiente e contribuir para o crescimento econômico, bem como para a segurança e defesa do país. Com base em resultados positivos de modelos de exploração de infraestrutura em outros países, e considerando os pontos positivos do modelo ferroviário, é possível propor um modelo de parceria de investimentos para incentivar o desenvolvimento da infraestrutura conectada no Brasil.

Cabe destacar, conforme Vasconcelos (2019), que no atual cenário a malha ferroviária brasileira abrange as principais regiões produtivas, de grande dinamismo econômico, com pontos no litoral. Todavia, vale pontuar, que mesmo com a concessão das ferrovias ao setor privado, a incumbência pela expansão e problemas relacionados ao setor cabe as políticas públicas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Investimentos com a infraestrutura de transporte ferroviário brasileiro

As ferrovias brasileiras possuem padrões competitivos internacionalmente, e as operações de qualidade permitem a agilidade necessária para a integração multimodal. O uso do modal ferroviário torna-se viável economicamente quando se tem a necessidade de transportar grandes volumes a longas distâncias, atendendo consideravelmente os custos logísticos (VILLELA e LOPES, 2006; SILVA JUNIOR, 2005).

Contextualmente, a partir do ano 2000, o sistema ferroviário concedido a uma fase de investimentos expressivos, com o objetivo de aumentar a capacidade e assumir serviços logísticos. Nessa fase, ocorreu a ampliação dos pátios de manobras, o aumento da capacidade da via permanente, a construção de terminais de integração rodoviários e aquisição de novo material rodante (VILLAR; MARCHETTI, 2007).

Os autores aludidos argumentam que após 2000, houve aumento na demanda de granéis agrícolas e minérios que pressionam o sistema ferroviário brasileiro. Durante esse período, elevou-se o patamar de investimento setorial de R\$ 353 milhões (1997) para cerca de R\$ 3,3 bilhões (2005). A partir de 2003, os investimentos destinaram-se também à aquisição de vagões e locomotivas, responsável pela retomada da indústria de materiais e equipamentos ferroviários, que apresenta uma demanda média de cerca de 4.500 vagões/ano.

Machado et al. (2022) argumentam que o governo tenha investido consideravelmente em ferrovias, em comparação com outros modais, esses investimentos ainda estão bem abaixo do esperado e do investimento destinado ao setor rodoviário.

Campos Neto et al. (2010) e Pego e Campos Neto (2008) relatam que em 2007, o governo federal lançou o Programa de Aceleração do Crescimento 1 (PAC1), que tinha como objetivo fornecer condições para o crescimento do país em áreas prioritárias, como transporte, energia, saneamento, habitação e recursos hídricos, entre 2007 e 2010. O PAC1 envolveu a expansão da malha ferroviária e a superação dos gargalos no transporte brasileiro, com a construção de grandes ferrovias que ligam diferentes regiões do país. Em 2009, houve um reinvestimento de R\$ 37,1 bilhões no setor de transporte do PAC1.

O PAC2 foi lançado pelo governo federal em março de 2010, com previsão de implementação entre 2011 e 2014. Dentre os seis eixos estratégicos que formam a infraestrutura do programa, o setor de transporte teve uma previsão preliminar de investimento de R\$ 109 bilhões, representando 6,87% do total do programa. No que tange ao transporte ferroviário, o objetivo principal é expandir a malha de bitola larga e conectar áreas de produção agrícola e mineral aos portos e indústrias (HUERTAS, 2011).

Pontua-se que além do auxílio das políticas públicas nacionais, os investimentos na ferrovia brasileira são moldados pelo setor privado. Em que consiste o setor privado, haja vista que o incremento dos investimentos na expansão da capacidade ferroviária pode elevar a rentabilidade das linhas já existentes, estimulando, por conseguinte, o setor privado a aportar recursos nas ferrovias concedidas, ampliando, assim, suas capacidades e respectiva rentabilidade (CAMPOS NETO et al., 2012).

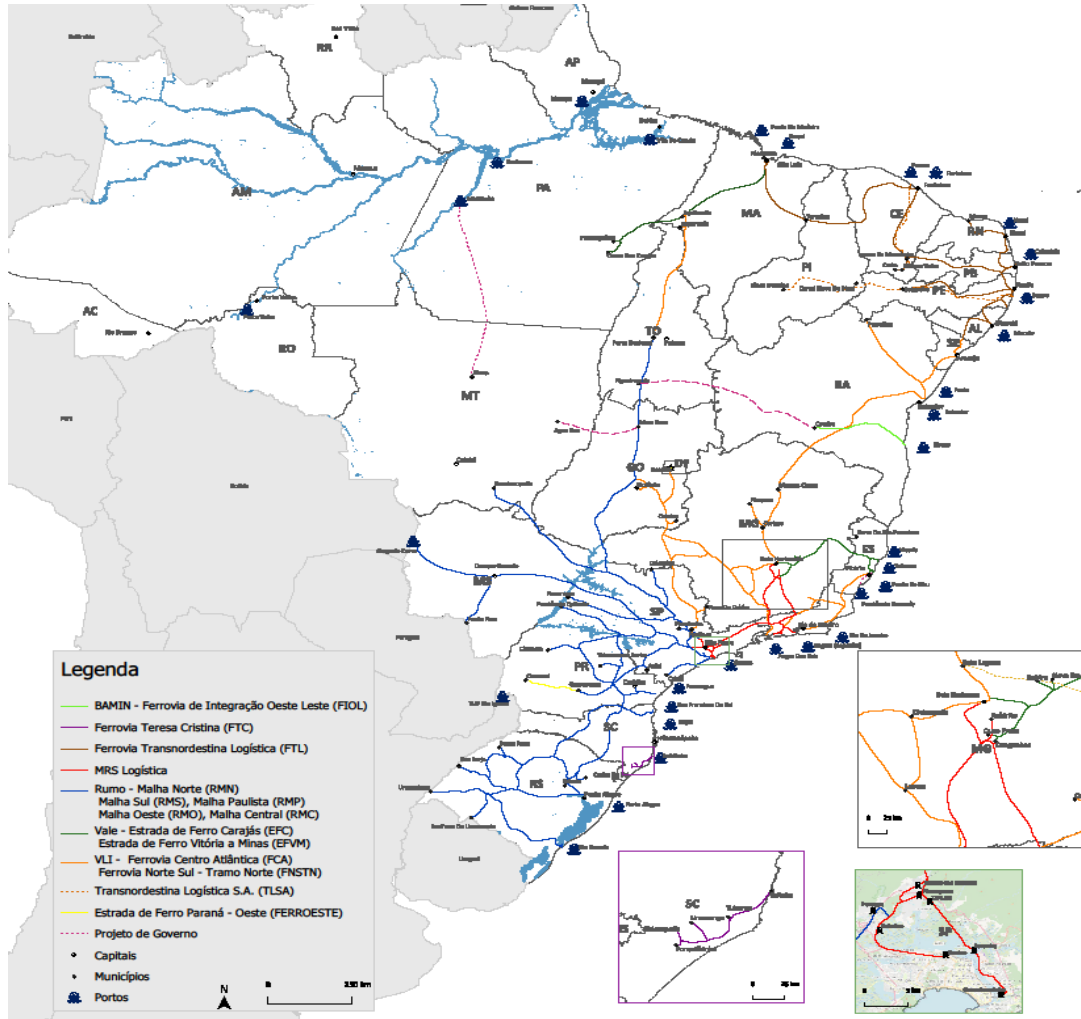
Em linhas gerais, pode se afirmar que o setor ferroviário, atualmente, está entrando em uma nova fase de investimentos, que busca expandir a malha ferroviária e superar gargalos logísticos. Para isso, é necessário encontrar um equilíbrio entre os interesses do poder concedente, dos estados, municípios e concessionários. Para expandir a via permanente, espera-se que haja parcerias público-privadas. A expansão pode ocorrer por meio de concessões para a construção de novos trechos ou melhorias na via permanente existente (VILLAR; MARCHETTI, 2007).

2.2 Mapeamento da Malha ferroviária brasileira

Lima, Ferreira e Peres (2022) sugerem que a ferramenta BIM é uma alternativa de mapeamento da malha ferroviária, pois é capaz de promover maior eficiência na qualidade de empreendimentos de infraestrutura, por hipótese, a verificação de interferências em pontes, pode ser analisada por combinações paramétricas concomitante com imagens aéreas no monitoramento da construção.

Apesar das sugestões de Lima, Ferreira e Peres (2022), a ANTF (2023) perante a suas análises de mapeamentos geoestatísticos, elucida o mapeamento da malha ferroviária brasileira (Figura 1).

Figura 1 – Mapeamento da malha ferroviária brasileira

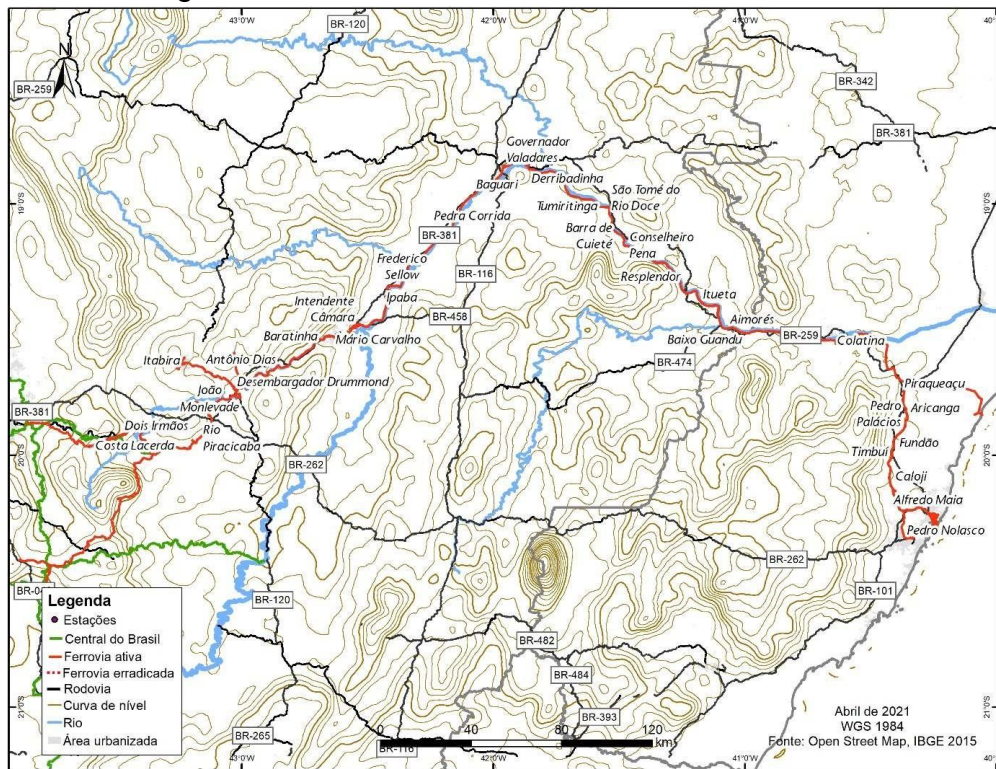


Fonte: ANTF (2023).

Na Figura 1, é possível verificar cada uma das malhas em operação atualmente. As empresas associadas à ANTF possuem mais de 31 mil km de ferrovias que conectam importantes centros de mineração e siderurgia, áreas agrícolas e polos industriais aos principais portos brasileiros, como Santos (SP), Itaquí (MA), Vitória (ES) e Rio de Janeiro (ANTF, 2023).

Como o nosso objeto de estudo tangência a Ferrovia de Estrada de Ferro Vitória a Minas, torna-se importante elucidar que ao longo dos anos a EFVM passou por modernizações que possibilitaram o transporte de grandes volumes de cargas. Foram realizadas obras de retificação do traçado, duplicação, inauguração de ramais e portos especializados, além da substituição das locomotivas a vapor pelas movidas à combustão interna (Figura 2). Como resultado, a EFVM se destacou como uma das ferrovias mais modernas do Brasil (CARVALHO, 2021).

Figura 2 - Ferrovia de Estrada de Ferro Vitória a Minas



Fonte: Carvalho (2021).

Essas modificações, ao longo dos anos, surtiram um grande efeito na economia brasileira, permitindo um aumento exponencial do tráfego e transporte de produtos.

2.3 Vantagens e Desvantagens da infraestrutura de transporte ferroviário

Vantagens do transporte ferroviário

- Pode ter terminais particulares dentro ou próximo às unidades de produção das mercadorias;
- Frete mais barato comparado ao rodoviário, só perdendo para o hidroviário;
- Menor custo de transporte visto que a maioria é movida a energia elétrica ou diesel, isto é, eficaz em termos energético;
- A concorrência ocorre apenas entre as modalidades;
- Independente de condições climáticas;
- Adequado para grandes volumes e vários tipos de produtos;
- Baixo índice de poluição.
- Consegue ser um serviço substituto com eficácia.

Desvantagens do transporte ferroviário

- Linhas Férreas ainda se apresentam em uma pequena extensão no país;
- Não possui flexibilidade de percurso;
- Necessidade de maior transbordo;
- Elevados custos de manuseio e manutenção;
- Horários pouco flexíveis.

3 METODOLOGIA

3.1 Identificação e seleção do estudo de caso

O estudo de caso tangência a uma análise na infraestrutura da estrada de ferro Vitória a Minas. A Ferrovia de Estrada de Ferro Vitória a Minas (EFVM) é uma importante via de transporte ferroviário que liga a cidade de Vitória, no estado do Espírito Santo, à cidade de Belo Horizonte, em Minas Gerais. A ferrovia é operada pela empresa Vale SA e é utilizada principalmente para o transporte de minério de ferro.

A EFVM, uma ferrovia centenária que conecta as cidades de Belo Horizonte (MG) e Vitória (ES), atualmente opera sob regime de concessão pela Vale SA (VALE) e tem sido responsável pelo transporte de aproximadamente 17% da carga movimentada pelas ferrovias brasileiras nos últimos cinco anos. Com uma extensão de 905 km, a ferrovia atende a 42 municípios ao longo de seu percurso e oferece transporte a cerca de 1 milhão de passageiros.

Foi selecionado este estudo de caso com intuito de avaliar a viabilidade econômica da ferrovia, incluindo os custos de operação, os investimentos necessários para manter ou expandir a capacidade da ferrovia, e a concorrência com outras formas de transporte.

3.2 Coleta de dados

A coleta de dados foi realizada no site oficial da ANTT e Vale. Com intuito de analisar a viabilidade financeira dos últimos anos que se correlaciona custos de operação, os investimentos necessários para manter ou expandir a capacidade da ferrovia, e a concorrência com outras formas de transporte.

Os dados serão extraídos do Balanço de Pagamentos da EFVM, com intuito de analisar os investimentos com infraestrutura do transporte ferroviário brasileiro, nos anos de 2014(período no qual iniciou-se a modalidade de passeios por transporte ferroviário/vendas de passagens) a 2018 (última divulgação da Vale). Essa última

divulgação da Vale justifica-se pelo sigilo de informações referentes a territórios que estão sendo explorados nos últimos anos, com intuito de viabilizar a logística de transporte de cargas, nesse sentido demonstrando uma imprecisão nas suas receitas líquidas finais e custos prospectivos.

3.3 Análise dos dados

Inicialmente a análise de dados irá ocorrer a partir do site oficial ANTT e Vale(<https://antt-hml.antt.gov.br/vale-estrada-de-ferro-vitoria-a-minas>), no qual serão extraídos dados, que irão constituir os seguintes passos para análise:

1. Estudo de mercado: avaliação do potencial de demanda para o transporte ferroviário na região e identificação dos concorrentes no mercado;
2. Estudo técnico: análise dos custos de construção e operação da ferrovia, como topografia, condições climáticas, tecnologia utilizada, entre outros;
3. Análise de custos gerais;

A partir desses passos de análise será mensurado os cálculos da viabilidade econômica da EFVM (Tabela 1).

Tabela 1- Calculos Economicamente viáveis

	CÁLCULO	DESCRIÇÃO
Retorno sobre as vendas	$RSV = \frac{\text{Lucro líquido do exercício}}{\text{Receita operacional líquida}} \times 100$	O cálculo da margem de lucro líquido ocorre a partir da divisão do lucro líquido do exercício pela receita operacional líquida, multiplicado o resultado por 100 para indicar a porcentagem do retorno líquido sobre as vendas.
Retorno sobre investimentos	$RSI = \frac{\text{Lucro Líquido do exercício}}{\text{Ativo Total}} \times 100$	O cálculo do retorno sobre o investimento é calculado a partir da divisão do lucro líquido do exercício pelo ativo total, multiplicado o resultado por 100 para indicar a porcentagem.
Retorno sobre o Patrimônio Líquido	$\frac{\text{Lucro líquido do exercício}}{\text{Patrimônio líquido}} \times 100$	Apresenta-se o retorno sobre o patrimônio líquido, que é calculado a partir da divisão do lucro líquido do exercício pelo patrimônio líquido, multiplicando o resultado por 100 para indicar a porcentagem.

Payback	$= \frac{\text{Investimento}}{\text{Retorno no período}}$	A técnica do payback mede o tempo necessário para a recuperação do capital investido.
VPL	$VPL = \left(\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right)$	Faz-se uma estimativa do valor atual para os futuros fluxos de reais que estarão sendo gerados pelo projeto, e deduz-se o investimento
TIR	$TIR = \sum_{i=0}^n \frac{Bi - Ci}{(1+r)^i} = 0$	É a taxa de retorno de um empreendimento, que zera o VPL e leva em conta o valor do dinheiro no tempo.

Fonte: Adaptado por Ribeiro (2013)

3.4 Riscos e Benefícios

O estudo de caso sobre a viabilidade econômica da infraestrutura da estrada de ferro Minas a ES pode apresentar riscos e benefícios. Entre os riscos, pode-se citar a possibilidade de aumento de custos, atrasos na execução, problemas técnicos, gastos e custos com danos ambientais em consonância com as leis, além de problemas de aceitação por parte das comunidades locais. Por outro lado, os benefícios podem incluir o desenvolvimento econômico das regiões envolvidas, a geração de empregos, a melhoria da infraestrutura de transportes e a redução de custos logísticos para as empresas envolvidas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Resultados

Em face dos dados ofertados no Balanço de Pagamentos (Anexo A) da ferrovia de Estrada de Ferro Vitória a Minas, no período 2014 a 2018, mensura-se a viabilidade econômica da infraestrutura de Estrada de Ferro Vitória a Minas.

Resultados da análise de custos, comumente, com a viabilidade financeira

- Retorno sobre as vendas

Seguindo as equações supracitadas na seção 2. 2., a retorno sobre as vendas do período de 2014 a 2018 pode ser visualizada da seguinte forma:

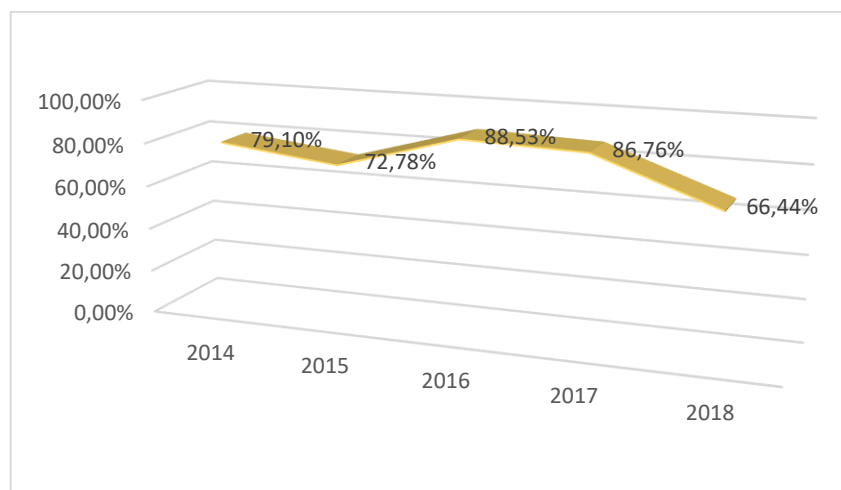
Tabela 2 – Retorno sobre as vendas

	2014	2015	2016	2017	2018
REV	79,10%	72,78%	88,53%	86,76%	66,44%

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Verifica-se que o setor ferroviário obteve um retorno sobre as vendas de passagens e transporte de produtos que variaram de 88,53% em 2016 a 66,44% em 2018, demonstrando a viabilidade do investimento em infraestrutura para a economia dos estados de Minas Gerais e Espírito Santo. Além disso, a receita operacional líquida apresentou uma queda gradual nos anos seguintes à implementação de passagens com viagem e transporte de combustível, passando de 79,10% no primeiro ano para 72,78%, 88,53% e 86,76% nos anos seguintes (conforme Figura 3).

Figura 3 – Retorno das Vendas



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Essa queda no ano de 2018 foi referente que Vale possui outras operações que estão temporariamente suspensas devido a decisões judiciais ou análises técnicas realizadas pela Vale nas barragens, o que representa uma potencial redução nas vendas de 52,8 milhões de toneladas de minério de ferro. A Vale está trabalhando em medidas legais e técnicas para retomar essas operações (VALE, 2018).

A discriminação da Receita com vendas é importante para analisar como a infraestrutura de transporte (Tabela 3).

Tabela 3 - Receita das Vendas da Ferrovia Minas a ES

	2018	2017	2016	2015	2014
Transporte próprio da Vale	2.153.573	2.486.58	2.306.324	3.175.302	1.661.174
Transporte de carga geral e de passageiros	59.219	249.879	317.565	315.085	422.942
Receita acessória de transporte	465.423	432.155	430.641	477.774	276.630
Abatimentos e cancelamento	(1.972)	(2.018)	(1.693)	-	-
Impostos sobre receitas	(481.830)	(599.750)	(568.414)	(759.831)	(457.769)
Total	2.194.414	2.566.848	2.566.848	3.208.330	1.902.977

Fonte: VALE (2018).

Na Tabela 3, torna-se evidente a queda nas vendas do ano de 2018, assim como a evolução dos demais anos, essa discriminação é relevante para pontuar a receita das vendas ofertadas pela EFVM.

- Retorno sobre investimentos

Apesar do setor de vendas de passagens e produtos demonstrar-se vantajosas na ferrovia EFVM, é importante destacar que a amostra para o retorno de investimentos ainda é limitada, com apenas quatro anos de análise. Entretanto, é possível observar um progresso no retorno sobre investimentos no ano de 2015, alcançando 10,52%. Apesar da limitação temporal, os resultados mostram que o retorno de investimento nos quatro anos de análise se mantém em um patamar razoável.

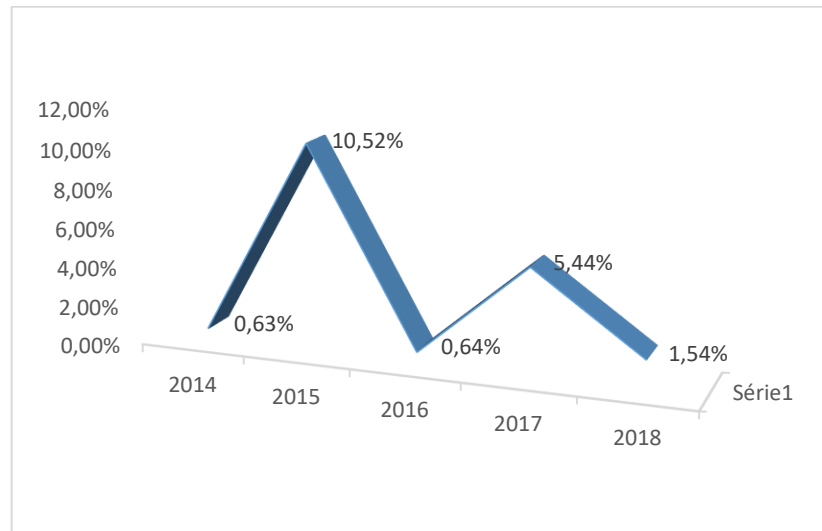
Tabela 4 - Retorno sobre investimentos

RSI	2014	2015	2016	2017	2018
	0,63%	10,52%	0,64%	5,44%	1,54%

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Observa-se uma oscilação nos resultados analisados, com um aumento de 10,52% no segundo ano em comparação ao primeiro, como evidenciado na Tabela 4 e na Figura 4.

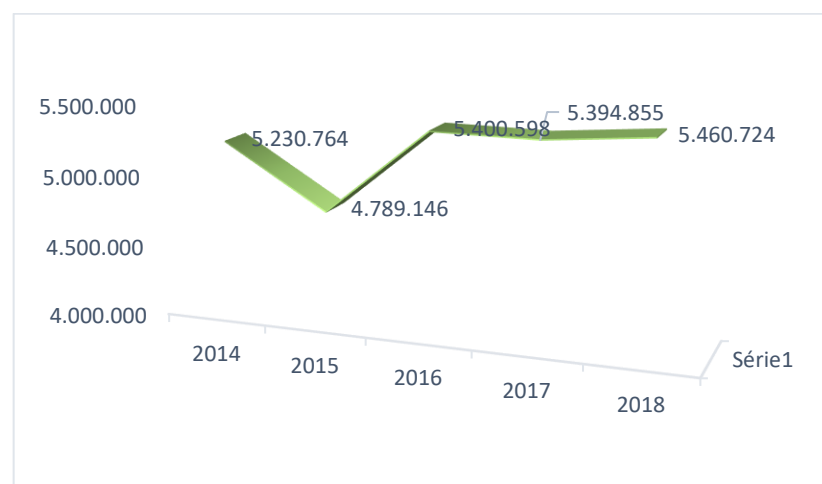
Figura 4 - Retorno sobre investimentos



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Durante o período analisado, os resultados obtidos demonstraram-se pouco significativos. Tal fato pode estar relacionado a diversos aspectos técnicos, tais como os custos envolvidos na construção e operação da ferrovia, processos ambientais e tecnologia utilizados, entre outros. A Figura 5 evidencia os custos de infraestrutura (edificações, instalações, equipamentos e outros) ao longo dos quatro anos de análise.

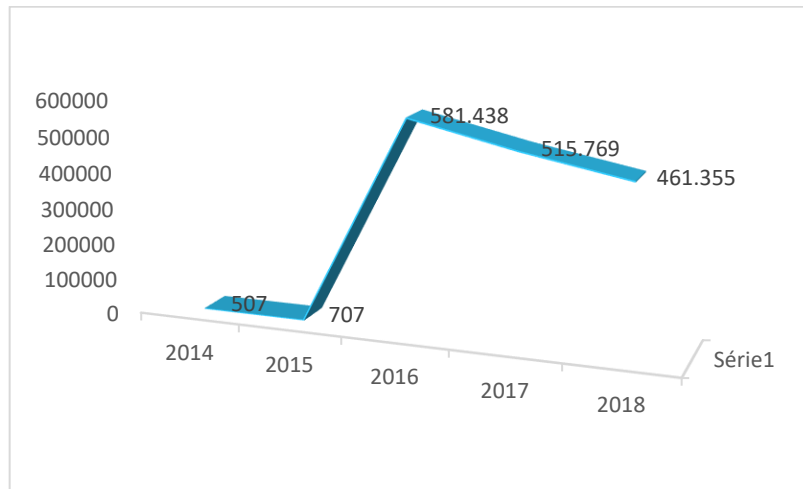
Figura 5 – Custos com Infraestrutura da EFVM



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

A Figura 5 demonstra que os gastos com infraestrutura elevaram-se no último ano (4.789.146) analisado quando como comparado ao primeiro ano (5.460.724). Assim com os custos com processos ambientais (Figura 6).

Figura 6 - Custos com processos ambientais



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Observa-se que dos anos de 2016 a 2018 os gastos com processo ambientais foram maiores. Destaca-se que a Vale não vem poupando esforços ao amparo das vítimas e à mitigação e reparação dos danos, sociais e ambientais, decorrentes do rompimento. A Vale proporcionou esse suporte mediante diversas frentes de ação, todas com o objetivo de assegurar toda a assistência humanitária necessária aos afetados.

A Vale vem trabalhando junto às autoridades competentes e com a sociedade para reparar os impactos ambientais e sociais decorrentes do evento. Nesse sentido, a Vale realizou negociações e celebrou acordos com as autoridades competentes, bem como com pessoas afetadas pelo evento.

- Retorno sobre o Patrimônio Líquido

O retorno acerca do patrimônio líquido também é visualizado no segundo ano, isto é, no ano de 2015, demonstrando uma queda significativa no ano de 2018, conforme é observado na Tabela 5 e Figura 7.

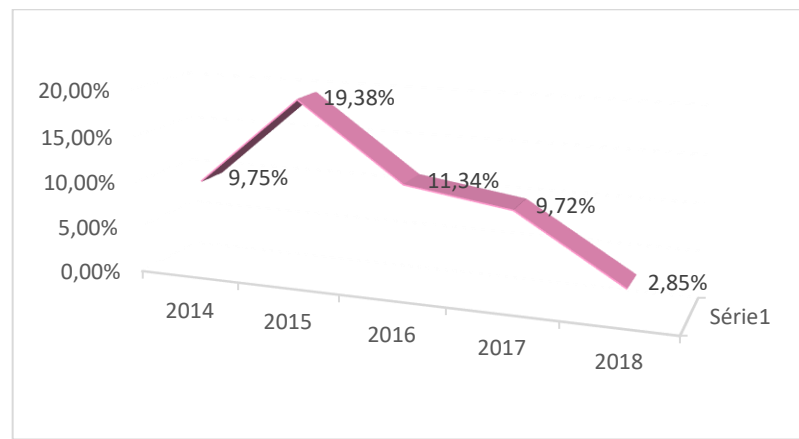
Tabela 5 - Retorno sobre o Patrimônio Líquido

RSPL	2014	2015	2016	2017	2018
	9,75%	19,38%	11,34%	9,72%	2,85%

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Comparando os quatro anos percebe-se uma oscilação em retorno do patrimônio líquido da EFVM, apresentando-se uma variação de 19,38% a 2,85% (Figura 7).

Figura 7 - ROI da EFVM



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

- Viabilidade Econômico-Financeira

A partir dos dados obtidos, identificou-se a VPL, TIR e Payback simples e descontado (Tabela 6).

Tabela 6 - Viabilidade Econômico-Financeira da Estrada de Ferro de Minas a ES

Viabilidade econômica	VPL	R\$0,00
	TIR	11%
	Payback simples (anos)	13 anos
	Payback descontados anos	35 anos

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Dada a escassez de dados referentes ao fluxo de caixa, nosso VPL é nulo, todavia observa-se que o retorno de investimento deverá ocorrer mediante a uma taxa de juros 11% ao ano. Além disso, o período de recuperação do capital é de 13 anos para o payback simples, esse período é fortemente interligado a vida útil das locomotivas e equipamentos de ferrovia. Os 35 anos para o payback descontado relaciona-se a vida útil dos vagões, soma-se a isso, que visto que o valor presente

acumulado do fluxo de caixa somente atinge zero no último ano da subconcessão. No entanto, apesar dessas premissas, o empreendimento é considerado viável, uma vez que o custo de capital exigido pela empresa no investimento de seus recursos é remunerado ao longo do projeto.

4.2 Discussão

Como elucidado na Tabela 2 e Figura 1, na EFVM o crescimento das vendas de passagem e transporte de minério foi muito expressivo, nos quatro anos mensurados. Ocorreu um aumento significativo no transporte de minério de ferro pela Estrada de Ferro Vitória a Minas entre os anos de 2014 e 2018. O transporte de minério cresceu de 267,9 milhões de toneladas em 2014 para 317,5 milhões de toneladas em 2018, o que representa um aumento de cerca de 18,5% nesse período. Esse aumento se deve, em grande parte, ao crescimento da demanda por minério de ferro por parte do mercado chinês e à melhoria na eficiência operacional da ferrovia (OLIVEIRA; ROCHA; SANTOS, 2017).

Quanto a vendas de passagem, similar aos resultados encontrados, Carneiro et al. (2019) relatam o crescimento das vendas de passagem na EFVM apresentou variações nos anos analisadas. Em 2014, a receita operacional líquida foi de 79,10%, seguida por 72,78% em 2015, 88,53% em 2016, e 86,76% em 2018.

Esse crescimento na venda das passagens, conforme Souza e Oliveira (2021) relaciona-se aos investimentos em melhorias na infraestrutura, como a modernização da frota de trens e expansão da capacidade de transporte de passageiros, o que pode ter contribuído para atrair mais clientes. Assim como, o governo brasileiro implementou programas para incentivar o uso de transportes coletivos, que destina recursos para melhorias na infraestrutura. Outra questão é que no período analisado ocorreu um aumento gradual na renda da população brasileira, o que pode ter permitido que mais pessoas com condições financeiras de viajar de trem.

Apesar desse aumento expressivo da quantidade de minério de ferro transportado e vendas de passagens, nos resultados encontrados, por consequência de uma amostra pequena, demonstrou um retorno no investimento razoável. Esses resultados, conforme Souza e Oliveira (2021) relacionam-se aos técnicos envolvidos na construção e operação da ferrovia (Figura 5), processos ambientais (Figura 6), tecnologia utilizada, entre outros. Além disso, a oscilação nos resultados pode estar relacionada com o aumento dos custos com infraestrutura no período analisado, como

edificações, instalações, equipamentos e outros. Esses fatores podem ter influenciado no retorno sobre investimentos da EFVM durante o período analisado.

Corroborando com os argumentos de Souza e Oliveira (2021), e os resultados encontrados referente ao retorno do patrimônio líquido, que evidenciaram um aumento significativo no ano de 2016 comparado aos anos anteriores, isso justifica-se pela maior eficiência operacional e redução de custos alcançados pela empresa naquele ano, além do aumento das receitas de transporte de minério de ferro e de vendas de passagens (CARNEIRO et al., 2019). Apesar desse ano ser significativo, os demais anos da amostra obtiveram um retorno negativo, isso ocorreu por alguns fatores internos e externos, como a competição no mercado, mudanças regulatórias e condições gerais (AMARAL, 2018).

Quanto a mensuração da viabilidade econômico-financeira no projeto de melhorias na EFVM, apesar do retorno do investimento ser a médio prazo, Santos Lima e Magalhães (2020) frisam que o projeto apresenta um bom potencial de rentabilidade, principalmente em função da redução dos custos de transporte em comparação com o modal rodoviário. No entanto, também destacaram a importância de se considerar os riscos e complicações envolvidos no projeto, para garantir uma análise mais precisa da viabilidade econômica.

5 CONCLUSÃO

Diante dos dados obtidos, apresentar como ocorre os investimentos da infraestrutura da malha ferroviária brasileira, foi essencial para compreender a importância dos investimentos, retornos financeiros, gastos com infraestrutura e meio ambiente. Ao analisar o desempenho econômico-financeiro da Estrada de Ferro Vitória a Minas (EFVM) no período de 2014 a 2018, é possível constatar que houve um crescimento significativo nas vendas de passagens e no transporte de minério de ferro, o que contribuiu para o aumento do faturamento da empresa.

No entanto, o retorno sobre o patrimônio líquido apresentou-se pouco expressivo, com exceção do ano de 2016. Alguns fatores podem ter influenciado esses resultados, como a variação do preço do minério de ferro no mercado internacional, os custos relacionados à construção e operação da ferrovia, os processos ambientais e a tecnologia utilizada.

Adicionalmente, conclui-se ao longo dos estudos que manutenção e o aprimoramento da infraestrutura são fundamentais para garantir a segurança do

transporte, a eficiência dos processos e a competitividade da economia brasileira. Dessa forma, é essencial que haja investimentos contínuos nesse setor, a fim de melhorar a infraestrutura das ferrovias e acompanhar o desenvolvimento do país.

As potencialidades do estudo em investimentos da infraestrutura da malha mantida brasileira, especialmente no caso da EFVM, estão na possibilidade de identificar oportunidades de melhoria nos processos de gestão financeira e investimentos em infraestrutura, além de contribuir para a tomada de decisões mais assertivas em relação ao direcionamento de recursos e estratégias de negócios. No entanto, as limitações desse tipo de estudo ocorrem pela escassez de dados utilizados, bem como à complexidade do ambiente de negócios em que a empresa atua. Estudos prospectivos devem ser realizados para ratificar os dados obtidos.

REFERÊNCIAS

AMARAL, RV et al. Análise de Viabilidade Econômico-Financeira de uma Empresa Ferroviária: Estudo de Caso Estrada de Ferro Vitória a Minas. In: XLV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2018, Maceió. **Anais** do XLV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2018. p. 1-17.

ANTF. **Associação Nacional dos Transportes Ferroviários**. Brasília, 2017. Disponível em: <<http://www2.antf.org.br>>. Acesso em: 10 mar. 2023.

ANTF. Associação Nacional dos Transportes Ferroviários. **Mapa Ferroviário**. Brasília, 2023. Disponível em: <https://www.antf.org.br/mapa-ferroviario/>. Acesso em: 13 mar. 2023.

CAMPOS NETO, Carlos Alvares da Silva et al. **Gargalos e demandas da infraestrutura ferroviária e os investimentos do PAC**: mapeamento IPEA de obras ferroviárias. Brasília: IPEA, n. 1465, v. 465, 2010.

CAMPOS NETO, Carlos Alvares da Silva et al. **Financiamento da infraestrutura de transportes no Brasil**. In: IPEA, Brasil em 76 Desenvolvimento 2011: Estado, planejamento e políticas públicas. Brasília: IPEA, pp.103-132, 2012.

CARNEIRO, PRF et al. Análise financeira do contrato de subconcessão da ferrovia Minas-Espírito Santo (EFVM) pela Vale **SA Revista de Administração, Contabilidade e Economia da FUNDACE**, v. 10, n. 2, pág. 115-134, 2019.

CARVALHO, André Simplício. A geografia histórica da Estrada de Ferro Vitória a Minas (1904–2020): um registro. **Terra Brasilis (Nova Série). Revista da Rede Brasileira de História da Geografia e Geografia Histórica**, n. 16, 2021.

HUERTAS, Daniel Monteiro. O Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) como alicerce do Estado Nacional nas políticas de transporte. *In*: ENCONTROS NACIONAIS DA ANPUR, 14, 2011, Rio de Janeiro. **Anais** [...]. Rio de Janeiro: [S.n.], 2011.

LIMA, Guilherme Borges; FERREIRA, Sérgio Leal; PERES, Diego Pereira. Possibilidades e potenciais do BIM na gestão de construção e na operação de empreendimentos ferroviários. **ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO**, v. 19, p. 1-16, 2022.

MACHADO, Luiz Kennedy Cruz et al. Produção da Indústria Ferroviária Brasileira: Investimentos Nacionais e Internacionais. **Revista Ciências Administrativas**, v. 28, p. e11621-e11621, 2022.

PÊGO FILHO, Bolívar; CAMPOS NETO, Carlos Alvares da Silva. **O PAC e o setor elétrico: desafios para o abastecimento do mercado brasileiro (2007-2010)**. Brasília: IPEA, n. 1.329, 2008.

PIRES, M. J. S; CAMPOS, F. R. Contribuições das ferrovias Norte-Sul e Centro Atlântica na expansão do vetor externo da economia do Centro-Oeste. **Texto para Discussão**, n.2513 – IPEA. Rio de Janeiro, Out, 2019.

RIBEIRO, Breno Gonçalves Cardozo. **Estudo de viabilidade econômica para a implantação de correias transportadoras de Rom de minério de ferro** : estudo de caso da Mina Fábrica em Congonhas, Estado de Minas Gerais. 2013. 81 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mineral) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2013.

SANTOS, MM; LIMA, JAS; MAGALHÃES, TMP Análise da viabilidade econômica de um projeto ferroviário no Brasil. **Revista Ibero-americana de Estratégia**, v. 19, n. 1, pág. 25-41, 2020.

SILVA JUNIOR, Roberto França. A formação da infraestrutura ferroviária no Brasil e na Argentina. **Raega-O Espaço Geográfico em Análise**, v. 14, 2007.

SEDGHI, M. et al. A taxonomy of railway track maintenance planning and scheduling: A review and research trends. **ScienceDirect**, v. 215, n. 1, p. 1-1, 2021.

SOUZA, RB de; OLIVEIRA, ACM de. Análise da viabilidade econômico-financeira da concessão da Estrada de Ferro Vitória a Minas. **Revista Científica do ITPAC**, Araguaína, v. 14, n. 2, pág. 1-13, 2021.

VASCONCELOS, George Henrique Duarte. **O sistema ferroviário brasileiro como fator de integração e desenvolvimento**. 2019. Monografia (Curso de Altos Estudos de Política e Estratégia) - Departamento de Estudos da Escola Superior de Guerra, 2019.

VILLAR, Leandro Badini; MARCHETTI, Dalmo dos Santos. **Dimensionamento do potencial de investimentos do setor ferroviário**. São Paulo: BNDS, 2007.

VILLELA, Janaína; LOPES, J. T. **Os efeitos ambientais causados por acidentes no transporte ferroviário de produtos perigosos**: Estudo de caso. 2006. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Análise Ambiental) - Universidade Federal de Juiz de Fora. Universidade Federal de Juiz de Fora/MG, 2006.

ANEXO A – DRE – ESTRADA DE FERRO MINAS A ES

Ativo Circulante		2015	2014
Partes relacionadas	15	94.870	23.041
Almoxarifado	2(d)	163.665	117.833
Outros		<u>19.148</u>	<u>19.197</u>
		277.683	160.071
Não circulante			
Partes relacionadas	15	4.229.394	2.349.773
Depósitos judiciais	7	612.929	653.459
Tributos diferidos sobre o lucro	9(a) -		<u>357.269</u>
		4.842.323	3.360.501
Intangível	4	2.329.678	1.961.257
Imobilizado	5	<u>3.031.597</u>	<u>3.608.834</u>
		5.361.275	5.570.091
Total do ativo		10.481.281	9.090.663
Passivo Circulante			
Fornecedores e empreiteiros	2 (h)	472.992	479.612
Obrigações sociais e tributárias	6	995.749	759.316
Partes relacionadas	15	17.456	8.865
Dividendos a pagar		367.194	-
Outros		<u>3.793</u>	<u>78.402</u>
		1.857.184	1.326.195
Não circulante			
Provisões para processos judiciais	7	859.773	1.052.552
Provisão para RFFSA	8	<u>2.073.899</u>	<u>1.757.495</u>
		2.933.672	2.810.047
Total do passivo		4.790.856	4.136.242
Patrimônio líquido			
Contribuição de capital	10	4.511.543	4.511.543
Resultados acumulados		<u>1.178.882</u>	<u>442.878</u>
Total do patrimônio líquido		5.690.425	4.954.421
		Total do passivo e patrimônio líquido	
		10.481.281	
		9.090.663	
Receita de serviços, líquida	II	3.208.330	1.902.977
Custos dos serviços prestados	12 (a)	<u>(1.869.410)</u>	<u>(1.869.101)</u>
Lucro bruto (prejuízo)		1.338.920	33.876
Despesas operacionais			
Com vendas e administrativas	12 (b)	(27.406)	(36.396)
Outras receitas operacionais, líquidas	12 (c)	<u>204.115</u>	<u>(68.980)</u>
		176.709	(105.376)
Lucro (prejuízo) operacional		1.515.629	(71.500)

Resultado financeiro	13	155.883	(15.713)
Lucro (prejuízo) antes dos tributos sobre o lucro		1.671.512	(87.213)
Tributos sobre o lucro			
Imposto de renda	9	(417.878)	21.804
Contribuição social		(150.436)	7.849
		(568.314)	29.653
Lucro líquido (prejuízo) do exercício		1.103.198	(57.560)

ATIVO		2017	2016
Circulante			
Partes relacionadas	15	28.589	6.301
Almoxarifado	2(d)	72.317	133.781
Outros		16.332	19.062
		117.238	159.144
Não circulante			
Partes relacionadas	15	5.987.838	4.927.709
Tributos a Recuperar	6	35.646	-
Depósitos judiciais	7	515.769	581.438
		6.539.253	5.509.147
Intangível	4	2.607.422	2.519.344
Imobilizado	5	2.787.433	2.881.254
		5.394.855	5.400.598
Total do ativo		12.051.346	11.068.889
Passivo			
Circulante			
Fornecedores e empreiteiros	2 (h)	149.791	221.916
Obrigações sociais e tributárias	6	1.715.109	1.350.596
Partes relacionadas	15	-	7.312
Dividendos a pagar	10(c)	155.903	168.312
Outros		-	3.84
			3
		2.020.803	1.751.979
Não circulante			
Provisões para processos judiciais	7	705.742	678.578
Provisão para RFFSA	8	2.593.475	2.407.537
		3.299.217	3.086.115
Total do passivo		5.320.020	4.838.094
Patrimônio líquido			
Contribuição de capital	10	4.511.543	4.511.543

Resultados acumulados		2.219.783	1.719.252
Total do patrimônio líquido		6.731.326	6.230.795
Total do passivo e patrimônio líquido		12.051.346	11.068.889
Receita de serviços, líquida	11	2.566.848	2.484.423
Custos dos serviços prestados	12(a)	(1.814.114)	(1.820.905)
Lucro bruto			663.518
		752.734	
Despesas operacionais			
Com vendas e administrativas	12(b)	(23.024)	(18.735)
Outras despesas operacionais, líquidas	12(c)		155.716
		26.847	
		3.823	136.981
Lucro operacional		756.557	800.499
Resultado financeiro	13	238.041	273.261
Lucro antes dos tributos sobre o lucro		994.598	1.073.760
Tributos sobre o lucro	9		
Imposto de renda		(248.649)	(268.440)
Contribuição social		(89.515)	(96.638)
		(338.164)	(365.078)
Lucro líquido do período		656.434	708.682

Balanco Patrimonial

Em milhares de reais

	Notas	2018
Ativo		
Circulante		
Partes relacionadas	15	54.315
Almoxarifado	2(d)	73.918
Outros		4.252
		132.485
Não circulante		
Partes relacionadas	15	6.528.955
Tributos a recuperar	6	95.929
Depósitos judiciais	7	461.355
		7.086.239
Intangível	4	2.758.761
Imobilizado	5	2.701.964
		5.460.724
Total do ativo		12.679.448

Passivo		
Circulante		
Fornecedores e empreiteiros	2 (h)	259.257
Obrigações sociais e tributárias	6	1.909.354
Partes relacionadas	15	31.893
Dividendos a pagar	10 (c)	46.553
		2.247.057
Não circulante		
Provisões para processos judiciais	7	562.861
Provisão para RFFSA	8	2.988.743
		3.551.604
Total do passivo		5.798.661
Patrimônio líquido	10	
Contribuição de capital		4.511.543
Resultados acumulados		2.369.244
Total do patrimônio líquido		6.880.787
Total do passivo e patrimônio líquido		12.679.448
Receita de serviços, líquida	11	2.194.414
Custos dos serviços prestados	12(a)	(1.942.924)
Lucro bruto		251.490
Despesas operacionais		
Com vendas e administrativas	12(b)	(22.793)
Outras receitas/despesas operacionais, líquidas	12(c)	66.300
		43.507
Lucro operacional		294.997
Resultado financeiro	13	1.994
Lucro antes dos tributos sobre o lucro		296.991
Tributos sobre o lucro	9	
Imposto de renda		(74.248)
Contribuição social		(26.729)
		(100.977)
Lucro líquido do período		196.014