

4º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

CATEGORIA 3

A AUTOMAÇÃO DISTRIBUÍDA PARA O RESGATE DE RAMAIS FERROVIÁRIOS

DECADENTES

1. INTRODUÇÃO

As ferrovias de carga que operam em mercados de carga geral sofrem de decadência crônica a aguda desde o início do século passado. Em razão dessa decadência, muitos ramais já foram abandonados e ainda há um grande perigo de dezenas milhares de quilômetros de ferrovias serem abandonados à ferrugem nos próximos anos. Em novembro de 2015, foi abandonado o maior trecho da Malha Oeste. O setor produz continuamente VEA¹ negativo para seus investidores; são perdas avaliadas em 2015 num montante que supera de 3 bilhões de reais anuais. A Malha-Sul da Rumo e mais quase 5 mil quilômetros da malha da FCA-VLI são deficitárias. A FIOL, sem a mina de ferro, está condenada ao abandono. A Transnordestina, um projeto de cunho político, também se encontra ameaçada. O patrimônio público em risco de abandono, se avaliado ao custo de reposição, pode superar uma centena de bilhões de reais. Pela magnitude dos recursos em risco, o fracasso econômico das ferrovias de carga geral deveria ser considerado o maior problema ferroviário brasileiro.

¹ Valor Econômico Adicionado, se negativo, representa a riqueza destruída dos investidores. No caso das ferrovias, os maiores investidores são fundos de pensão e o BNDES.

O fenômeno da decadência ferroviária é muito antigo e de ocorrência global, mas na comunidade ferroviária não há um consenso sobre os elementos causadores desse fenômeno, bem como, as inúmeras tentativas de combate à decadência foram infrutíferas. Além disso, prosperam muitas explicações não fundamentadas sobre a decadência, pois não são amparadas em evidências, observações, medições colhidas das próprias ferrovias e nem tão pouco amparadas nas teorias da administração, negócios e finanças. Por exemplo, algumas justificativas que dominam são amparadas em ideias conspiratórias, do tipo que o fracasso ferroviário é um ardil da indústria rodoviária e aeroviária. Outras explicações frequentemente utilizadas apontam a falta de políticas públicas, ou seja, apontam os governos como responsáveis pela decadência.

Neste mesmo sentido, não se encontra na literatura acadêmica estudos sobre o tema, como se o estudo da decadência fosse algo irrelevante e as explicações do senso comum já fossem suficientes para a curiosidade científica. A comunidade não discute as deficiências do produto ferroviário como se o produto ferroviário não precisasse evoluir ou tratam o modelo operacional ferroviário como algo impossível de ser modificado.

O correto entendimento desse fenômeno pela comunidade ferroviária tem por finalidade estabelecer um consenso sobre as barreiras que impedem as ferrovias de conquistar o mercado de cargas gerais, e com isso orientar as políticas públicas, as pesquisas acadêmicas e as estratégias de negócio do setor para recompor a sustentabilidade das ferrovias de carga geral de forma permanente.

A primeira parte deste estudo dedica-se a relacionar evidências que corroboram a tese do entendimento de que a fonte primária da decadência ferroviária de carga geral é a

incompatibilidade da tecnologia ferroviária tradicional em atender a demanda de carga geral na qualidade desejada pelo usuário, ou seja, que o problema das ferrovias é tecnológico.

A segunda parte descreve uma proposta de desenvolvimento da automação distribuída, uma solução tecnológica voltada a produzir um serviço ferroviário de alta qualidade ao mercado de cargas gerais, para recuperar utilidade econômica aos ramais hoje decadentes e abandonados.

O terceiro tópico trata do plano de negócio do desenvolvimento tecnológico na forma de torneio de empreendedorismo tecnológico universitário.

2. DIAGNÓSTICO - A ORIGEM DA DECADÊNCIA FERROVIÁRIA

2.1.A decadência ferroviária

A crise do setor ferroviário não é um fenômeno nem recente e nem nacional, mas sim mundial e antigo. A atividade ferroviária sofreu uma forte reestruturação em decorrência da perda de carga para outros modais, principalmente para o transporte rodoviário. Por exemplo, a AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*, 2007) menciona que malha ferroviária norte-americana foi reduzida de 611 mil quilômetros existentes na década de 30 para 277 mil quilômetros no final da década de 90, ou seja, houve uma redução da malha da ordem de mais de 54 %. Veja Figura 1, na página seguinte.

No Brasil, segundo a ANTT (2005), a redução da malha no mesmo período foi de 25%, ou seja, de aproximadamente 39 mil para 29 mil quilômetros. Mais recentemente a malha oeste da Rumo foi desativada e alguns milhares de quilômetros da FCA-VLI foram devolvidos

à União por inviabilidade econômica. Muitos outros milhares de quilômetros de malha ferroviária estão ameaçados de abandono.

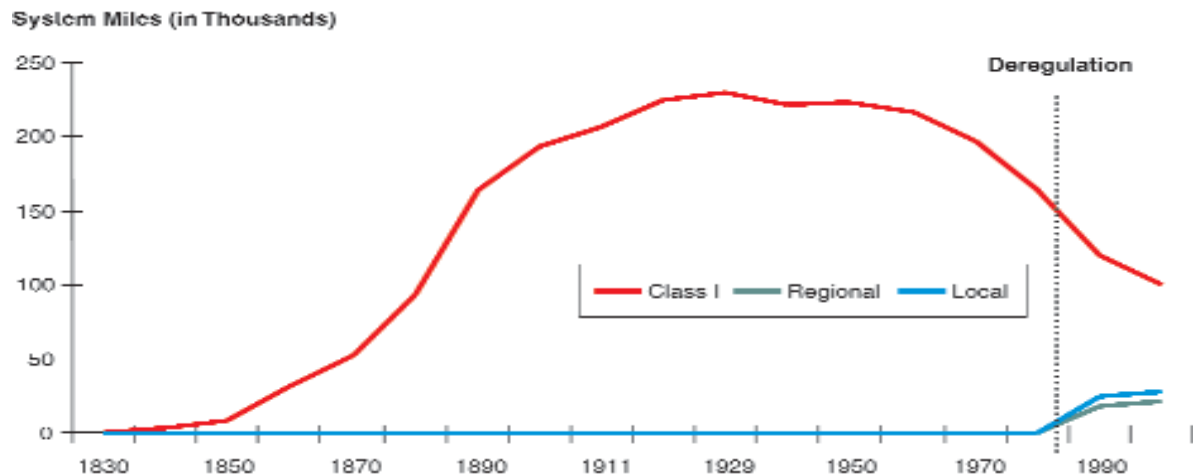


Figura 1 . Evolução da malha ferroviária nos EUA. Fonte: Louis Thompson, World Bank

2.2.A regra geral da decadência

Nos inúmeros estudos de caso de produtos e serviços, as causas principais da decadência regem-se pelas seguintes proposições:

“a idade da pedra acabou por falta de pedra? Não, foi porque o usuário encontrou coisa melhor.”

“Só existe um chefe: o cliente. E ele pode demitir todas as pessoas da empresa, do presidente ao faxineiro, simplesmente levando seu dinheiro para gastar em outro lugar.”

Assim, a regra geral da decadência de produtos e de serviços é por conta do surgimento de um sucedâneo que melhor atende a demanda. Esse fenômeno aconteceu com as armas, com as tecnologias de mobilidade, com as tecnologias de comunicação, com os medicamentos entre todos os outros.

A decadência ferroviária não foge a regra, iniciou-se com o surgimento do transporte rodoviário. Os clientes passaram a utilizar outros modais por questão de escolha.

2.3.A cadeia produtiva das ferrovias de carga

A análise da cadeia produtiva é útil para mapear o fluxo de recursos, materiais e serviços bem como identificar o papel dos agentes privados e públicos no contexto geral do setor. Segundo Castro et al (2002) uma das finalidades da análise da cadeia produtiva é a identificação de fatores críticos à melhoria do desempenho, numa visão sistêmica.

Em primeiro lugar, é preciso entender que a cadeia produtiva ferroviária é um elo logístico intermediário no fluxo de outras cadeias produtivas, tais como as cadeias de minérios, de cereais e de cargas gerais.

Outra coisa relevante no entendimento das cadeias produtivas é verificar que elas comportam dois fluxos de sentidos opostos. No sentido dos fornecedores aos consumidores finais, o fluxo é constituído de produtos e de serviços. No sentido oposto, dos consumidores aos fornecedores, o fluxo é constituído de recursos financeiros e de informações. Veja na Figura 2, uma representação da cadeia produtiva das ferrovias de carga geral.

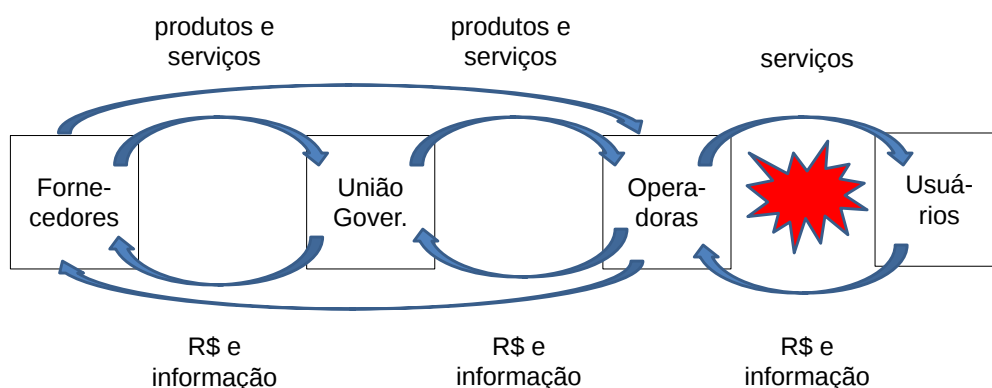


Figura 2. Cadeia produtiva das ferrovias de carga geral

Os usuários, os clientes ou os consumidores finais são a fonte de sustentação econômica de qualquer cadeia produtiva. A finalidade dos agentes envolvidos é a conquista da liderança no mercado de usuários para garantir o suprimento de recursos necessários para o crescimento dos negócios. A decadência, na cadeia produtiva ferroviária, surge da incapacidade das operadoras conquistarem clientes de carga geral, isso porque a decisão de fazer negócio é do cliente e estes acham o serviço ruim.

Além disso, as informações recebidas dos clientes é um recurso importante para se apurar as atividades que criam ou que destroem valor dos serviços prestados. Servem para eleger estratégias que promovam o desenvolvimento e a melhoria da competitividade das entidades envolvidas. A informação sobre a percepção de valor do usuário é o recurso chave para orientar a evolução dos negócios.

Embora a informação do cliente seja um importante elemento no planejamento dos negócios, não há estudos sobre a satisfação dos clientes de carga geral com o serviço ferroviário. A única informação que se tem é a crônica falta de clientes. Embora os clientes não verbalizem suas opiniões, a recusa de fazer negócio por si só já significaria que os clientes ou não gostam ou encontram barreiras ao serviço ferroviário.

O argumentar a falta de políticas públicas como fator responsável pela decadência das ferrovias não se ajusta ao modelo de cadeia produtiva. Para que o governo fosse responsável pela decadência, ele deveria ocupar a posição de usuário final. Na verdade, o governo ocupa a posição intermediária na cadeia, atua principalmente como investidor. Se a sustentabilidade da cadeia depende dos usuários, não cabe dizer que a decadência é culpa de falta de recursos governamental. A análise indica que a decadência ferroviária não é uma

excepcionalidade à regra geral. A idade de ouro das ferrovias não acabou por falta de ferrovias, foi por falta de clientes.

2.4.A decadência econômica

A sustentabilidade econômica de qualquer negócio acontece quando as receitas com clientes são suficientes para cobrir o consumo de recursos operacionais mais o consumo de Capex recorrente (despesa de capital para dar manutenção à capacidade produtiva) e a remuneração dos investidores calculada pelo custo de oportunidade do capital.

Para que a proposição seja válida, deve-se ater para que o Capex recorrente seja pelo menos igual à depreciação dos ativos operacionais, e estes devem ser avaliados ao custo de reposição na última tecnologia.

As ferrovias de carga geral brasileiras estão longe da sustentabilidade, um exemplo é a Rumo-ALL, tal como pode ser observado na Figura 3, a seguir, um gráfico que compara o volume transportado versus os pontos de equilíbrio contábil (PEC) o ponto de equilíbrio econômico (PEE) e o ponto de equilíbrio econômico com o Capex recorrente.

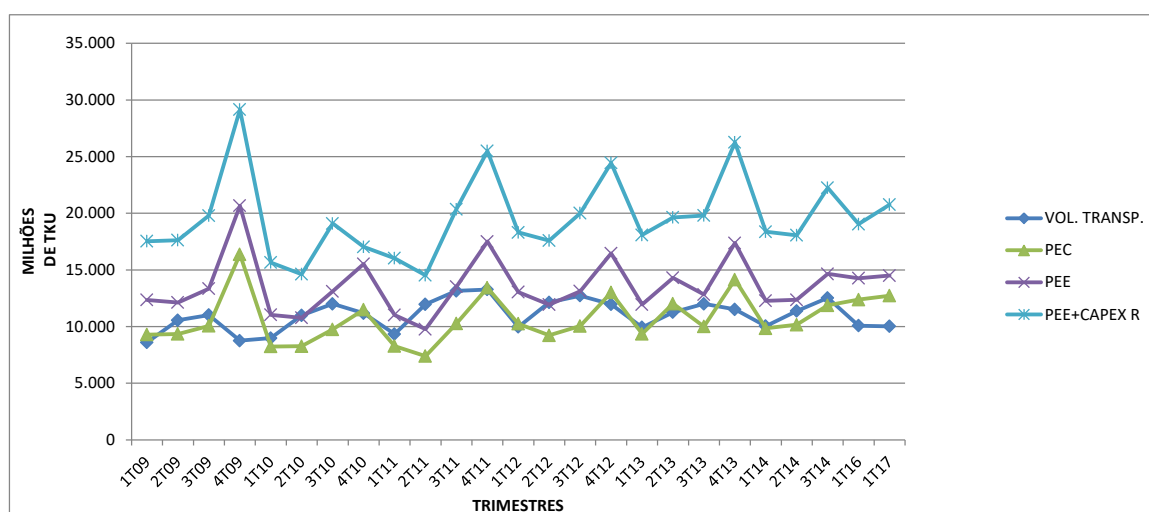


Figura 3. Análise de pontos de equilíbrio em TKU, RUMO-ALL. Fonte: autor, elaborado com dados dos relatórios trimestrais da empresa RUMO (2017).

O que se observa na figura acima é que foram raros os trimestres nos quais a operação remunerou adequadamente seus investidores. Além disso, em nenhum período a atividade conseguiu remunerar todas as demandas de recursos. No longo prazo, isso significa decadência.

Deve-se ressaltar que o desempenho ruim não é uniforme em todas as operações da RUMO, a Operação Norte, formada pela malha paulista e malha norte é muito rentável; a Operação Sul, formada pela malha Sul e a abandonada malha Oeste é deficitária; e a Operação de contêineres também é deficitária. Tais resultados podem ser vistos na tabela 1, a seguir, extraída do relatório do primeiro trimestre de 2017.

Tabela 1. Resultados por unidade de negócios da Rumo

Resultado por Unidade de Negócio 1T17	Operação Norte	Operação Sul	Operação de contêineres	Consolidado
Receita Líquida	914,2	237,1	47,9	1.199,2
Custo dos Serviços Prestados	(552,4)	(306,9)	(71,5)	(930,9)
Lucro (Prejuízo) Bruto	361,7	(69,8)	(23,6)	268,3
Margem Bruta (%)	39,6%	-29,4%	-49,3%	22,4%
Despesas com Vendas, Gerais e Administrativas	(43,5)	(16,3)	(5,4)	(65,2)
Outras Receitas (Despesas) Op. e Eq. Patrimoniais	(0,5)	(2,3)	2,3	(0,4)
Depreciação e Amortização ³	183,2	90,7	16,1	289,9
EBITDA	501,0	2,3	(10,6)	492,7
Margem EBITDA (%)	54,8%	1,0%	-22,2%	41,1%

Nota 3: A depreciação e amortização estão alocadas em custos dos serviços prestados e em despesas gerais e administrativas.

Fonte: RUMO (2017)

A Operação Norte não é objeto de interesse deste estudo porque ela é uma operação rentável. Por outro lado, a Operação Sul obteve receita inferior aos custos operacionais. No trimestre, ela apresentou prejuízo bruto de R\$ 69,8 milhões. Isso foi apurado sem computar a demanda de Capex recorrente e a remuneração dos investidores. No longo prazo, grande parte desta malha corre risco de ser abandonada.

Os resultados apontam que a Operação Sul é uma ferrovia incapaz de conquistar carga mesmo operando ao maior eixo de cargas gerais do país. A explicação mais provável para

está situação é que a tecnologia ferroviária é incapaz de atender competitivamente a demanda deste mercado.

Em reportagem², a administração apresentou um plano de investimento para a Operação Sul, mas ressalva que a viabilidade esperada não é para toda malha, mas apenas para os trechos de escoamento do interior para os portos.

2.5.A tarifa, a margem de contribuição e a produtividade

Uma justificativa para a decadência divulgada na comunidade ferroviária é a perda de carga para o rodoviário em razão das tarifas deprimidas do frete rodoviário devido a forte oferta de caminhões no mercado. Quanto ao fato do frete rodoviário ser baixo, não há que se ter dúvida, o mercado rodoviário é extremamente competitivo e as tarifas variam fortemente com a demanda.

No entanto, ao se analisar o histórico de cargas e tarifas da Rumo-ALL nos últimos 10 anos, conforme Tabela 2 a seguir, verifica-se que o volume de carga expandiu 44%, a tarifa foi corrigida em 93,9%, e margem de contribuição unitária aumentou 94,9% e o percentual de margem de contribuição manteve-se na faixa de 75 a 80%.

Tabela 2. Análise de tarifa unitária por TKU, margem de contribuição da Rumo-ALL

Períodos		1T 2007	1T 2008	1T 2009	1T 2010	1T 2011	1T 2012	1T 2013	1T 2014	1T 2016	1T 2017	2007 2017
Receita Líquida R\$ MM		427,8	511,2	554,5	626,1	661,2	658,8	712,2	783,3	1.185,9	1.199,2	
CARGA TRANSPORTADA TKU MM		6.932	7.911	8.602	8.975	9.339	9.965	9.925	10.041	10.075	10.021	44,6%
TARIFA MÉDIA R\$/TKU		0,062	0,065	0,064	0,070	0,071	0,066	0,072	0,078	0,118	0,120	93,9%
CUSTOS VARIÁVEIS R\$ MM	Comb.	-86,1	-98,6	-117,1	-115,2	-113,2	-108,2	-118,3	-137	-314,8	-278,3	
	Ponta	-14,9	-15,8	-15,4	-29,9	-36,7	-15,9	-18,8	-25,5			
	Rodov.											
CUSTO VARIÁVEL UNITÁRIO (R\$/TKU)		-0,0146	-0,0145	-0,0154	-0,0162	-0,0161	-0,0125	-0,0138	-0,0162	-0,0312	-0,0278	90,6%
MARGEM DE CONTRIBUIÇÃO	R\$/TKU	0,047	0,050	0,049	0,054	0,055	0,054	0,058	0,062	0,086	0,092	94,9%
	R\$ MM	326,8	396,8	422,0	481,0	511,3	534,7	575,1	620,8	871,1	920,9	
	% margin	76,4%	77,6%	76,1%	76,8%	77,3%	81,2%	80,7%	79,3%	73,5%	76,8%	

Fonte: o autor, preparado com dados dos relatórios trimestrais da companhia.

² <https://mail.google.com/mail/u/1/#search/rumo+malha+sul+capitaliza%C3%A7%C3%A3o/15af636a5a9196ea9>

Pode-se concluir com os dados observados na tabela K, acima que a pressão do baixo frete rodoviário, se houve, não teve impacto nas tarifas e na margem de contribuição unitária.

Uma margem de contribuição da ordem de 75% a 80% é um forte indicador que aponta que o problema das ferrovias não é de tarifa, mas de baixa produtividade. O que falta é quantidade de carga transportada por unidade produtiva, é a improdutividade. O percurso médio dos vagões nos ramais deficitários são muito baixos, da ordem 1 a 3 mil km mensais, conforme pode ser visto na Figura 4, a seguir.

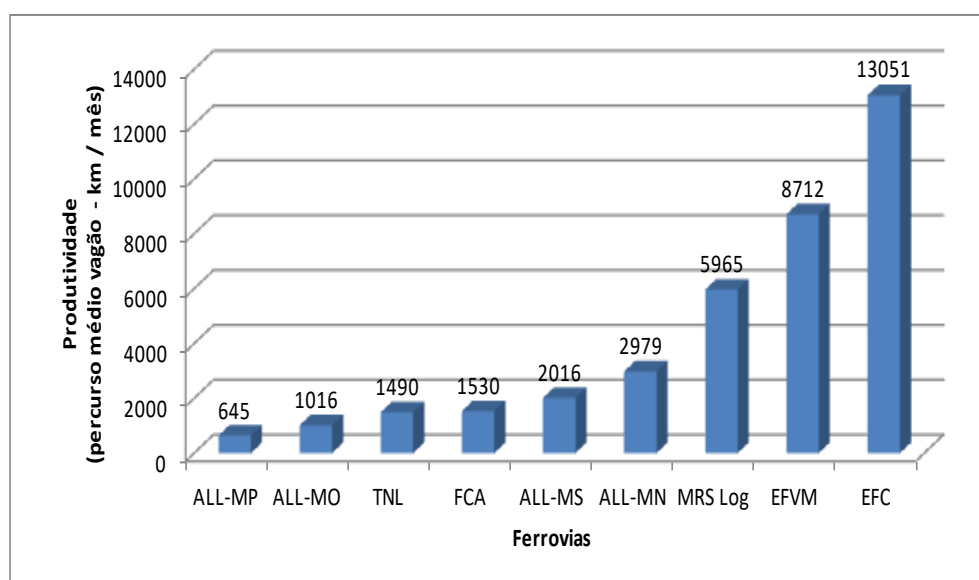


Figura 4. Percursos médios mensais dos vagões.

Fonte: autor com dados de 2008 da ANTT (2013)

2.6. Estudo estatístico da diversidade de cargas e desempenho

A Figura 5, na página seguinte, é uma representação gráfica da diversidade de cargas das companhias ferroviárias na forma de curvas de Lorenz. A área B representa a diversidade de cargas, quando B é igual a área do triângulo retângulo, trata-se de uma situação de máxima diversidade de cargas possível ($A = 0$ e $B = 100$). A área A representa a homogeneidade de carga de cada companhia, quando só há um tipo de carga $A = 100$ e $B = 0$.

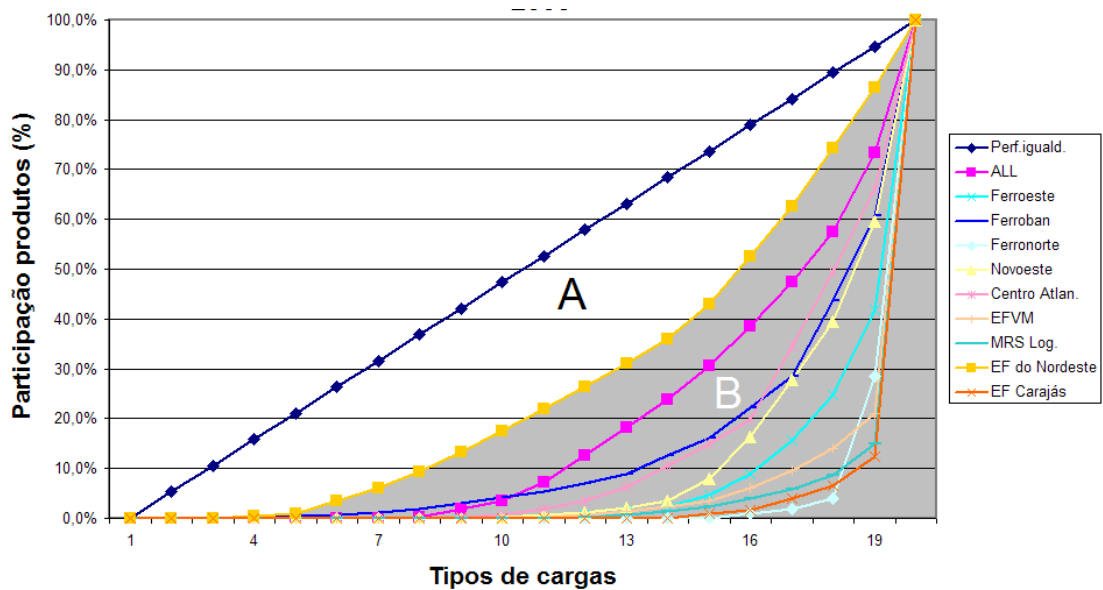


Figura 5. Curvas de Lorenz para as cargas das ferrovias brasileiras em 2003 e 2004.

O índice de homogeneidade de cargas, nos mesmos moldes do coeficiente de Gini, foi calculado pela divisão de A pela soma de A com B ($\text{Índice} = A/(A+B)$), ou seja, quanto maior o índice, mais homogênea é a carga transportada.

Os coeficientes de Gini da distribuição de cargas foram pareados aos dados de desempenho econômico, tais como NOPAT, ROI e volume de carga. Os resultados da análise estatística apresentaram R superiores aos valores críticos da tabela de Person, conforme Triola (2005), o que significa que as correlações encontradas são estatisticamente significativas.

A Figura 6, na página seguinte, apresenta graficamente a correlação significativa entre homogeneidade de carga e aumento de volume. A mesma correlação positiva, por outro lado, pode ser interpretado como uma confirmação de que o modelo ferroviário tradicional não está preparado para operar com cargas heterogêneas.

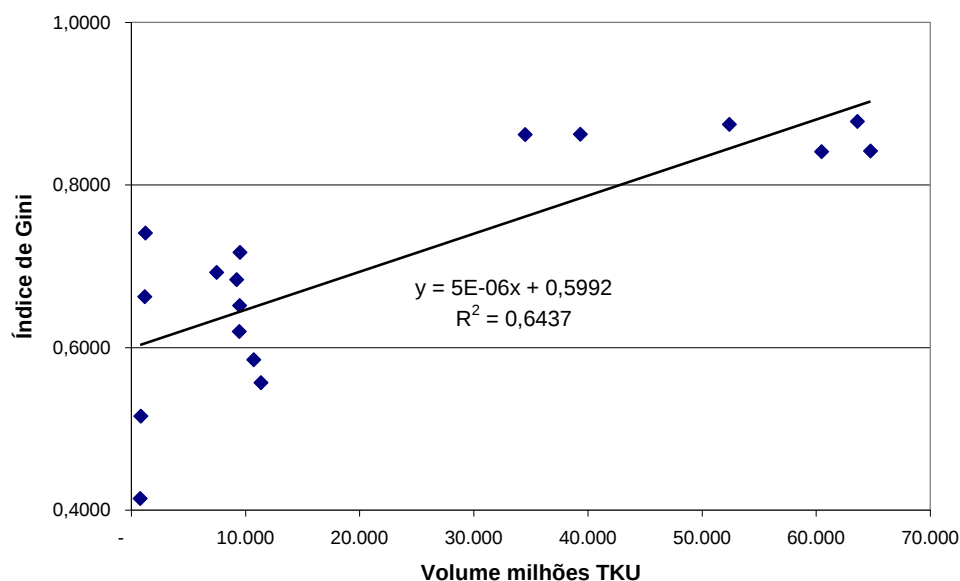


Figura 6. Gráfico de dispersão de dados ordenados por volume e índice de Gini adaptado.

A análise estatística realizada com índice de homogeneidade de cargas indica que a condição “oferta de carga homogênea” é um atributo relevante para o bom desempenho ferroviário. As companhias ferroviárias dependem da oferta de carga no território onde atuam, quando só há cargas heterogêneas, o desempenho econômico/operacional fica ruim. Essa é uma condição não administrável, externa a operadora. Isto sugere que a decadência de ramais ferroviários está relacionada à incapacidade da tecnologia ferroviária tradicional de competir no mercado de cargas gerais.

2.7.O poder de monopólio natural dos materiais ferroviários

Poder de monopólio natural existe quando algum fator ambiental do negócio ou a qualidade do produto confere um diferencial de ganho superior em comparação aos concorrentes. Exemplos: operar uma mina a céu aberto enquanto os concorrentes precisam minerar nas profundezas da terra; a geração hidroelétrica em relação às outras fontes de energia onde há abundância hídrica. As redes de distribuição de eletricidade, de água, de

esgoto, de gás encanado e de telefonia fixa, pois não faz sentido a duplicidade de investimento de redes de distribuição num mesmo território.

Pois bem, os materiais ferroviários, em razão de suas propriedades físicas, consomem 1/20 da energia no atrito de rolamento do consumo equivalente da borracha no asfalto. Esse diferencial de consumo energético é mostrado pelas Figuras 7, a seguir, que apresenta as áreas relativas de deformação entre roda de caminhão e roda ferroviária e apresenta um gráfico com curvas de demanda energética no deslocamento.

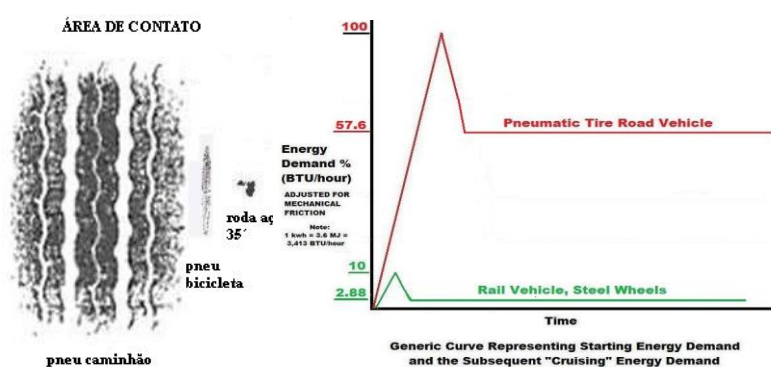


Figura 7. Ilustração do diferencial de deformação e de atrito de rolamento dos materiais.

Fonte: BHRA (2012)

Os materiais ferroviários transportam muito mais carga e por muito mais tempo por unidade de investimento que os materiais rodoviários. Os custos ferroviários chegam a ser 1/10 do custo rodoviário. O gráfico da Figura 8, na página seguinte, ilustra o enorme diferencial de custo entre os transportes ferroviários e rodoviários, quando ajustados para uma mesma produtividade de percurso mensal.

O baixo custo ferroviário deveria ser um forte poder de monopólio natural e as ferrovias deveriam estar prosperando. Mas isto não acontece com as ferrovias que dependem da disputa de carga com o rodoviário para viver. O que se encontra nessa situação é a decadência e o abandono. Todo o poder de monopólio natural das ferrovias, os superiores benefícios dos materiais, está sendo perdido.

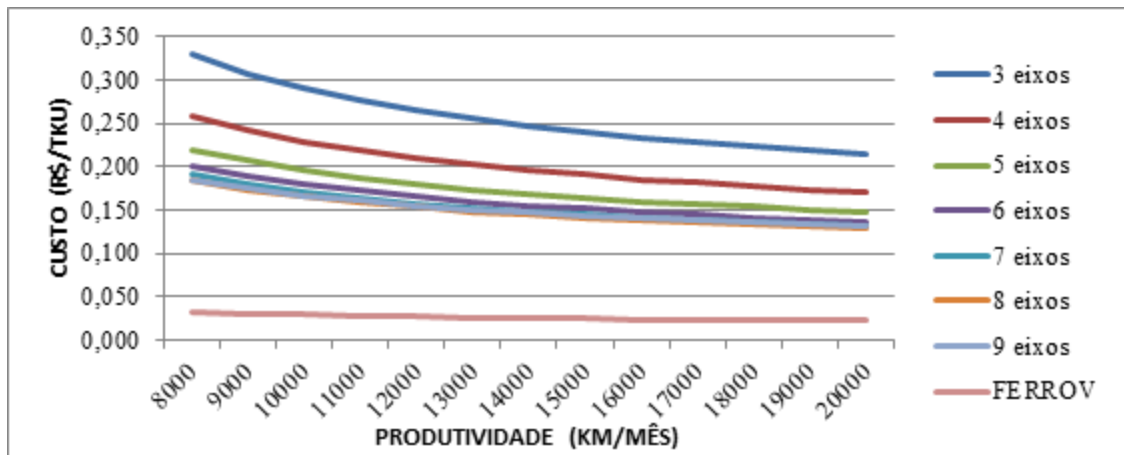


Figura 8. Comparativo de custo (R\$/TKU) rodoviário x ferroviário, em função da produtividade e do tamanho dos caminhões. Fonte: Torggler et al (2012).

A explicação para essa situação é que no mercado de cargas gerais quem decide é o cliente. Na decisão, o cliente sempre compara valor com o custo, e só haverá venda se o valor do serviço for igual ou superior ao custo.

Valor é uma avaliação subjetiva do usuário, sempre relativa a outras oportunidades. Se o custo ferroviário é muito inferior ao rodoviário, a falta de clientes está dizendo que o problema não é de custo, mas sim de valor. Baixo valor para o usuário é lentidão, demora, custos de transbordo, limites mínimos volume muito alto, dificuldade de acesso, etc. Em outras palavras, a decadência é explicada porque o cliente encontra barreiras ao uso dos benefícios superiores dos materiais ferroviários.

Os paradoxos existem quando encontramos um conflito entre o que se espera pela teoria e a realidade que se observa. Com todas as qualidades superiores dos materiais ferroviários era esperado que o mercado de cargas gerais fosse dominado pelas ferrovias, o paradoxo é que isso não ocorre. O paradoxo ferroviário se revela pela deficiência econômica crônica das ferrovias que operam no maior mercado de carga gerais do país.

Deste entendimento podemos deduzir que a pesquisa e o desenvolvimento tecnológicos focados em redução de custo ferroviário terão pouco ou nenhum efeito na melhoria da relação da ferrovia com o mercado de cargas gerais. Também, pode-se deduzir que se a pesquisa e o desenvolvimento tecnológico ferroviários pretendem um dia salvar as diversas ferrovias da decadência, eles devem se orientar na qualidade do atendimento ao usuário de carga geral e diminuir o esforço na redução de custo de custo operacional.

2.8.As barreiras aos clientes de carga geral.

A máxima qualidade de atendimento desejada pelo cliente de carga geral seria tratar a carga como se passageiro fosse. Marcar hora, embarcar e viajar até o destino num prazo semelhante ao da viagem rodoviária. Acontece que, no modelo produtivo das ferrovias tradicionais, essa meta de tratamento é impossível de ser realizada devido às diversas restrições do processo produtivo.

A teoria das restrições de Goldratt, tal como apresentada por Guerreiro (1996), aponta que fatores críticos impedem o cumprimento da meta e a meta só pode ser atingida se todas as restrições forem eliminadas simultaneamente. Essa proposição explica porque fracassou a maioria esmagadora das tentativas de fazer a ferrovia competitiva na conquista de clientes de carga geral. As tentativas falharam porque não foram eliminados todos os fatores de restrição. Ora se eliminava uma restrição, ora outra, e a qualidade final pouco se alterava.

O mercado de cargas gerais é caracterizado pela carga embarcada em caminhão ou em contêiner, bem como se caracteriza como carga heterogênea, tanto em tipos como em termos de origens e destinos, uma operação em malha ramificada com múltiplas entradas e saídas, trecho de percurso de curto a longo. A mobilidade da carga geral é orientada para a distribuição e captação de cargas em grandes espaços geográficos. Já o modelo ferroviário

tradicional é um produto de nicho, só funciona bem se for dedicado a corredor de exportação, para atender poucos tipos de carga, em alto volume, em malha linear e de longa distância.

Para resgatar os ramais deficitários é preciso que a ferrovia produza um serviço de alta qualidade ao mercado de cargas gerais. Assim, é necessário que a tecnologia ferroviária se transforme para superar as seguintes restrições:

- a) O acesso da “última milha”. A ferrovia, em regra, não atende na porta da origem nem entregam na porta de destino da carga. Para atender ao mercado de carga geral, a carga passa obrigatoriamente pelo rodoviário nas duas extremidades do percurso. Esta restrição onera o operação com operação de embarque e desembarque.
- b) A inviolabilidade da carga. O transbordo de carga embarcada em caminhões adicionam perdas de manuseio e violam cargas que exigem segurança e controle. O uso de contêiner minimiza estes problemas.
- c) A dificuldade e a demora de embarque e desembarque. Além do custo de embarque e desembarque, o tempo de operação corrói o valor do serviço ferroviário.
- d) Peso mínimo de embarque. O dimensionamento das cargas ferroviárias evoluiu através do tempo para altas capacidades de carga, hoje varia de 80t a 120t por vagão. Acontece que a carga geral padrão do mercado é da ordem de 6,5t por eixo rodoviário e a carga total de um caminhão de 7 eixos fica por volta de 32t. O cliente precisa juntar 3 cargas para ocupar um vagão.

Isso pode parecer pouco, mas tem sério impacto nos negócios dos clientes. Se a demanda final é de 1 caminhão por semana, a entrega de 3 caminhões vai consumir estoque de 3 semanas. Isso significa aumento de estoque em trânsito, que onera o

capital de giro do usuário. Some a isto o fato do transporte rodoviário oferecer um serviço de baixa incerteza, entrega pontualmente. A ferrovia, por seu lado não oferece uma mesma confiabilidade, o que ajuda a destruir o valor do serviço ferroviário.

Por motivos operacionais, apresentado no item d, a seguir, a ferrovia exige que haja uma ocupação mínima de carga bem alta nos vagões, e cobra pela ocupação disponível. Isso também pesa na decisão do cliente. Acaba o barato ficando caro.

- e) O tráfego em composições físicas com locomotivas. O tráfego em composições demanda uma rígida ordem de pesos dos vagões. Os vagões mais pesados devem ficar próximo da locomotiva e os vazios devem ficar longe. Esta regra existe para não haver descarrilamento por compressão ou por estiramento de vagões vazios no meio da composição.

A organização das composições por peso cria dois problemas aos negócios com carga geral. O primeiro é exigir que o peso mínimo carregado seja alto, conforme visto no item anterior. O segundo problema é o aumento de tempo nos pátios, isso porque em todo pátio onde haja entrada e saída de vagões na composição, esta deverá ser desmontada e remontada na ordem de peso. Enquanto um vagão é remanejado, os outros esperam. O aumento do tempo de percurso destrói o valor do serviço.

- f) O conflito de tráfego nos pátios lineares. Os tradicionais pátios ferroviários de traçado linear promovem conflitos de tráfego em sentidos opostos nas manobras de organização das composições por destino. Enquanto uma unidade trafega por uma chave do pátio, as demais unidades precisam ficar esperando. Por isso, as operações de organização de composições consomem muito tempo de pátio.

g) A especialidade de ativos. As cargas gerais são caracterizadas pela diversidade de produtos e também pela diversidade de carrocerias e dispositivos de armazenamento especiais. Assim, as cargas gerais exigem um tipo de carroceria especial para cada tipo de carga, tais como produtos químicos, gases, madeira, bebidas, refrigerados etc. No modelo tradicional, a ferrovia precisaria dispor de tais dispositivos especiais para cada tipo de carga, mas essa oferta de vagões especiais é inviável de ser feita pelas ferrovias.

Só o fato das cargas gerais exigirem armazenamento especial das ferrovias, só este elementos já suficiente impedir o acesso da maior parte do mercado de cargas gerais ao uso de ferrovias.

h) O tráfego em linha singela. O tráfego em linha singela exige um rigoroso controle de horários de passagem. Perdas de tempo no aguardo de janelas de passagem aumentam o tempo de percurso e reduzem o valor do serviço.

Em resumo, os fatores de restrição ao atendimento do mercado de cargas gerais são muitos e fortes. A não superação simultânea de todos os fatores de restrição levaram ao fracasso todas as tentativas anteriores das ferrovias de conquistar o mercado de cargas gerais. Os fatores de restrição são os verdadeiros elementos que promovem a decadência ferroviária, pois são eles que impedem as ferrovias de conquistar clientes no mercado de cargas gerais.

A decadência não foi explicada nem por razões de custo nem tão pouco por falta de carga no mercado. A explicação que surgiu das evidências aponta que a tecnologia tradicional é incapaz de ser eficiente e produtiva no trato de cargas de muitas origens para muitos destinos. A tecnologia ferroviária do século XIX é incapaz de atender ao mercado de cargas do

século XXI. A ferrovia virou uma tecnologia de nicho específico, só é eficiente e rentável para exportação de minério ou grão.

3. TRATAMENTO – AUTOMAÇÃO DISTRIBUÍDA E OUTRAS SOLUÇÕES ASSESSÓRIAS

O diagnóstico da decadência que acomete as ferrovias dependentes de carga geral aponta ao menos 8 fatores de restrição que destroem o valor do serviço ferroviário.

Se a missão da pesquisa e do desenvolvimento tecnológico é restaurar a utilidade dos ramais decadentes, a P&D deve contemplar a eliminação simultânea de todas essas restrições para promover a melhoria da qualidade no atendimento aos clientes de carga geral.

Até a virada do século havia dificuldade de recursos para promover esse desenvolvimento. Desde então, surgiu uma quantidade surpreendente de recursos tecnológicos no mercado para promover a transformações que se quiser fazer, com pouca necessidade de adaptação.

É conveniente frisar que a automação de vagões sozinha não é suficiente promover a eliminação das restrições ao cliente de carga geral. Além da automação de unidades é necessário o desenvolvimento de sistema de controle de tráfego, de docas de acesso rápido e de projeto que resolva o conflito de tráfego nas manobras dos pátios, entre outros que podem surgir no processo.

3.1.A automação de vagões

A automação de vagões se fará pelo desenvolvimento de um quite de automação/motorização híbrida, digitalmente controlável, para ser aplicado em truck

ferroviário padrão. Os recursos para automação e motorização serão fornecidos por indústrias e empresas que operam no país.

A proposta base, para início dos trabalhos de automação de vagões, é promover as seguintes adaptações: usar motorização híbrida de trólebus de 210 kW, usar transmissão por cardan rodoviário com correntes, usar sistema de freios a disco controlados por eletro-válvula; e usar sistema de comunicação por satélite. Uma das metas da primeira etapa é demonstrar que uma motorização digitalmente controlável será possível de ser feita consumindo menos recurso que a motorização tradicional, quando computado o investimento de motorização por unidade de vagão.

Espera-se que a automação distribuída permitirá superar cinco das restrições à qualidade. A meta é tratar a carga embarcada, o contêiner embarcado ou só o contêiner como se passageiros fossem. Neste sentido, a unidade automatizada será formada por um vagão plataforma adaptado para transportar ou o caminhão com sua carga, ou o caminhão com um contêiner ou apenas o contêiner. Desta forma eliminam-se as seguintes restrições:

- “Última milha”, o caminhão sempre participará do transporte de cargas gerais, transportar o caminhão com a carga, transformará o caminhão de concorrente em cliente;
- Exigência de alto volume, transportar a carga com o caminhão é adaptar a ferrovia ao volume de carga padrão do mercado de cargas gerais;
- O alto custo e o longo tempo de transbordo, simplesmente elimina-se a atividade;
- A carga não é inviolada;

- Desaparece a necessidade de ativos ferroviários especiais, os ativos especiais ficam por conta do transportador rodoviário, como já é hoje. Elimina-se uma das maiores restrições de acesso do cliente de carga geral ao modal ferroviário.

Embarcando a carga com o caminhão, qualquer carga passa a ser um possível cliente da ferrovia. O custo ferroviário é muito baixo, pois essa propriedade é característica dos materiais. Em termos de custo, usar a ferrovia valerá a pena para o transportador rodoviário, pois este trocará o custo rodoviário pelo ferroviário. O custo residual do rodoviário será o custo do caminhão parado. Na percepção de valor, usar a ferrovia será muito mais seguro, tanto em termos de acidentes como em termo de roubo de carga/veículo.

Além da superação das restrições ao bom atendimento aos clientes, a motorização distribuída promoverá uma ruptura em diversas restrições construtivas e operacionais das ferrovias, tanto em termos de raio de curva, como nível de rampa, velocidade comercial etc. Uma das oportunidades que a automação distribuída poderá permitir será o uso compartilhado dos trilhos para a mobilidade de cargas e de passageiros, com elevado nível de qualidade e segurança.

3.2.O sistema de controle e automação

Hoje não há restrição de recursos materiais e tão pouco de softwares para se promover uma automação de alta qualidade. Abundam recursos de comunicação digital, de sistemas inteligentes, de hardware poderosos e de sensores de todo tipo.

Os algoritmos podem controlar a velocidade, aceleração e frenagem dezenas de vezes por segundo. O sistema de controle deverá seguir rígidas regras de segurança, especialmente no que tange ao conflito de tráfego e disco de colisão. Duplicidade ou até mesmo triplicidade de fontes de informação sobre posição e deslocamento devem garantir máxima segurança.

Em linhas singelas, o tráfego não é livre, sempre haverá uma grade de janelas para viajar num sentido e depois noutro. Nessa condição, a meta da automação é que as unidades autônomas funcionem como uma composição virtual. Diversos vagões se deslocam muito próximos um dos outros sem precisar haver contato físico entre eles. Nos pátios as unidades se agrupam por destino e partem juntas.

A automação também orientará as unidades nas atividades de embarque e desembarque, viagem de retorno vazio, paradas solicitadas pelo usuário e idas à manutenção.

Os sistemas de automação garantirão alta qualidade e segurança, serviço contínuo, sem restrição de horário.

3.3.Docas de acesso rápido

O desenvolvimento de docas de acesso rápido é uma necessidade para que não haja muita perda de tempo, pois o tempo de viagem é um dos principais atributos de valor que os clientes consideram na hora de escolher entre a rodovia ou a ferrovia.

A meta é que um embarque ou desembarque não demore mais do que 1 a 2 minutos. A solução inicial proposta é que o caminhão embarque e desembarque diretamente do vagão. Assim, a doca deve ser modificada para que o embarque seja frontal, pelas extremidades do vagão. O embarque deve ser análogo ao embarque em balsas, rápido, seguro e feito pelo usuário.

3.4.Pátios com tráfego circular

Os pátios tradicionais, de traçado linear, promovem muito conflito de tráfego em sentidos opostos durante as manobras de organização de composições. Este conflito de tráfego é resolvido por movimentação individual de unidades, ou seja, enquanto uma unidade é

reorganizada, as demais esperam. Como se pode deduzir da regra de movimentação em pátios lineares, este tipo de operação promove muita perda de tempo nos pátios, principalmente quando há muita heterogeneidade de cargas. Pátios lineares prejudicam o desempenho mesmo para unidades automatizadas.

O tráfego de composições com locomotivas é um fator limitante de raio de curva, por isso mesmo o modelo de pátio consagrado na ferrovia tradicional é o linear. Outros formatos nem são admitidos. No entanto, a automação distribuída assemelha-se ao tráfego de trens metropolitanos, modelo que admite raios de curva menores que os admitidos para ferrovia de carga.

Raios de curva menores que 300 m exigiriam que alternativas ao sistema de rodas fixas ao eixo fossem reavaliadas. Pátios de tráfego circular permitiria que muitas unidades se reorganizassem simultaneamente, o que reduziria muito o tempo de pátio, elemento crítico na visão do usuário.

O desenvolvimento de pátio com traçado circular não é uma prioridade da automação. Ela será uma necessidade se a automação distribuída se mostrar viável no atendimento do mercado de cargas gerais utilizando pátios lineares.

3.5. Modelo base para início de desenvolvimento

Não há um modelo definido para se desenvolver a automação distribuída. Este estudo pretende utilizar como modelo base as soluções apresentadas por Torggler et al (2012 e 2014).

Durante o processo de desenvolvimento poderão surgir sugestões mais apropriadas para a execução do projeto piloto. O desenvolvimento tecnológico segue o princípio de utilizar ao

máximo os materiais ferroviários tradicionais e utilizar recursos disponíveis no mercado nacional. No Quadro 1, a seguir, foi elencado as especificações operacionais desejadas e os recursos já encontrados entre fornecedores nacionais por Torggler et al (2014).

Quadro 1. Especificações do projeto e recursos materiais disponíveis.

ITEM	ESPECIFICAÇÃO
Velocidade de deslocamento	
Máxima	90 km/h
Cruzeiro	70 km/h
Rampa máxima	2%
Peso máximo carregado	80t
Peso médio carregado	60t
Ciclo de operação:	
Tempo de aceleração	2min
Tempo de percurso	45min
Tempo de frenagem	2min
Rotação do eixo (D = 0,83m):	
Máxima	500 RPM
Cruzeiro	400 RPM
Percurso médio mensal de cada Autovagão:	
Pessimista	8.000 km/mês
Esperado	12.000km/mês
Otimista	16.000km/mês
Tensão de alimentação exter.	600 V
Tipo de alimentação	Híbrido
Sinal de comando ao motor	Serial = difrinet, can, ethernet, profibus, bodibus.
O inversor/motor,	WEG 210kW automotivo
Transmissão	Cordam com corrente, coroa e pinhão
O freio a disco	Compactos Knorr-Bremse
Sinal de comando aos freios.	Analógico – eletro-válvula.
Geoposicionamento e comunicação OnixSat	idp680 e sistema de comunicação

4. MATERIAIS E MÉTODOS - TETUF

O objeto do desenvolvimento tecnológico da automação é extenso, multidisciplinar e exigirá alto consumo de recursos materiais e humanos. Como vivemos tempos difíceis, pensando em reduzir os investimentos em risco, o desenvolvimento tecnológico foi modelado para ser

conduzido na forma de um torneio de empreendedorismo tecnológico universitário em ferrovias (TETUF), administrado por uma empresa startup, Empreentec Eventos Acadêmicos, por um período de 10 a 12 semestres. O TETUF foi modelado para agregar os valorosos e abundantes recursos humanos da universidade ao desenvolvimento da automação de vagões ferroviários.

4.1.A Meta

Romper com o paradoxo secular das ferrovias de carga geral, explicar porque os melhores materiais são preteridos pelo mercado de cargas gerais.

O foco do campeonato é o desafio de tornar a ferrovia automatizada uma opção desejável para o transportador de cargas geral. O campeonato não está focado apenas na tecnologia de automação em si, mas também em como tornar essa tecnologia útil e preferida na escolha dos usuários. Responder a pergunta: como melhor atender as necessidades de mobilidade da carga geral com materiais ferroviários?

Se essa pergunta for respondida satisfatoriamente com a automação, abrir-se-á uma oportunidade para se explorar comercialmente operação em milhares de quilômetros de ramais ferroviários, hoje deficitários e decadentes. Quem decidirá a vitória nessa guerra será o usuário. A automação promete o máximo: um bom tempo de transporte, pelo menor custo, mais seguro e menos poluente.

A meta será avançar no planejamento e na construção de um vagão digitalmente controlado e operacional no prazo de 3 anos, testá-lo por mais 1 ano de ensaio e elaborar projeto base para implantar um teste comercial em ramal de demonstração.

4.2.Participantes

A participação será individual ou em grupos, de alunos e de professores de universidades conveniadas ao TETUF. A participação será plenamente voluntária. Todos os participantes receberão certificados das horas de dedicação. A Empreentec manterá registro de todos os recursos aplicados no torneio para fins de composição da base de rateio do resultado do torneio.

As pessoas serão organizadas em grupos em disputa por soluções e alternativas a problemas enfrentados no caminho da automação de vagões ferroviários.

4.3. Propriedade Industrial

Os direitos de propriedade industrial e intelectual serão de todos titulares dos certificados de participação e investimento. A administração e controle será da startup e visará a distribuição do retorno obtidos na condição ad sucesso.

A tecnologia em desenvolvimento ficará sob o controle da Empreentec, que responderá pela organização e administração do torneio e também pela comercialização de patrocínio, contratar apoio, registrar doações e licenciar indústrias fornecedoras para uso da automação em projetos comerciais.

4.4. Rateio

O empreendedorismo tecnológico implica no investimento de recursos humanos e materiais para se construir novos elos na cadeia produtiva da mobilidade, criar novos produtos e negócios.

O prêmio financeiro do torneio será totalmente vinculado ao resultado da conquista comercial da empreita tecnológica, ou seja, da comercialização da tecnologia desenvolvida.

O resultado comercial, líquido de taxa de administração, será distribuído aos investidores e

colaboradores, na proporção da base de rateio, esta formada pelo montante de recursos recebidos na fase de desenvolvimento do projeto.

4.5.O Motivo

A verdade que precisa ser dita é que a ferrovia tradicional é incapaz de operar em mercados de carga geral. Ela é uma arma muito cara, mas que não atira na guerra pelo usuário/cliente.

A automação de unidades é uma proposta para superar as barreiras de qualidade da operação ferroviária. A automação, em tese, possibilitará que a ferrovia seja um serviço de grande aceitação entre os clientes de carga geral a um custo imbatível.

O TETUF testará a hipótese de que o autovagão será uma estratégia capaz de competir e conquistar o mercado de cargas gerais para os materiais ferroviários.

A proposta é encontrar uma forma de operar ativos ferroviários que proporcione uma mobilidade mais eficiente que a mobilidade rodoviária e ao mesmo tempo torne a operação ferroviária com cargas gerais uma atividade sustentável para os investidores.

A tecnologia visa recuperar a viabilidade econômica para os ramais que hoje são deficitários com a tecnologia tradicional. A automação destina-se a retirar dos ombros das grandes operadoras ferroviárias o peso econômico de perdas em ramais deficitários.

Quando se fala em atender o cliente com a máxima qualidade, entende-se que o desafio da automação não se resume à automação da unidade motora, o vagão. Outras alterações do processo do serviço devem ser executadas para que se atinja a meta, tais como docas de embarque rápido, pátios com menor conflito de tráfego, a limitação do sistema de rodas fixas ao eixo no traçado da linha fixa, sistema de automação da linha fixa, geoposicionamento e controle. Estes elementos são desafios igualmente importantes para

que a automação atinja a meta de qualidade. Assim, estes assuntos serão tratados como desafios do torneio como metas dos 3º ao 8º semestre.

A qualidade necessária é tratar o usuário de carga geral como se passageiro fosse: marcou, embarcou, viajou e chegou. Se assim for, a ferrovia automatizada terá viabilidade para operar como shortline no atendimento da demanda local e regional. Permitirá compartilhar o trilho para uso na mobilidade humana e de cargas.

4.6. Adesão, registro e controle

Os professores farão sua adesão após apresentação do desafio do projeto e das atividades relacionadas ao desenvolvimento previstas para a duração do TETUF. Cada disciplina deve contribuir de alguma forma com os projetos dos alunos participantes, quer seja com cálculos, sistemas, estruturas, materiais, campanhas, redação de notícias, cobertura do evento, avaliações econômicas, avaliações mercadológicas, simulações etc.

Ao professor que desejar participar cabe incluir assunto na sua pauta de aula, quer seja na forma de exercícios ou trabalhos. Os resultados tanto podem ser utilizados para avaliação acadêmica como para avaliação do campeonato. Não se pede para expandir o conteúdo das disciplinas, mas sim utilizar o tema do projeto nos assuntos normais. A participação de professores desvinculados de disciplina será registrada como atividade voluntária.

Alunos de toda a universidade, de diversos cursos poderão participar das atividades relacionadas ao desenvolvimento, administração, divulgação e comercialização da tecnologia em desenvolvimento, tais como administração, marketing, jornalismo e propaganda, contabilidade etc. Empreendedorismo é uma integração de conhecimentos na administração de recursos para atingir a meta. A engenharia é o núcleo central do TETUF, mas a start up precisa de recursos de diversas áreas para evoluir.

4.7. Calendário

O programa do TETUF obedecerá a um calendário de dez a doze semestres.

As metas de comunicação dos dois primeiros semestres são: comunicar as razões da automação, explicar o paradoxo ferroviário e como a automação pode superar esse problema, estabelecer as métricas de desempenho e definir as metas operacionais, orientar o desenho do modelo de negócio para eliminar as barreiras de acesso aos benefícios superiores dos materiais ferroviários, planejar como eliminar as atividades improdutivas e sem valor, promover fluxo de tráfego menos conflitante nos pátios, demonstrar que a mobilidade ferroviária pode ser muito boa para o usuário de carga geral (a carga embarcada e o container), distinguir os mitos das verdades sobre o processo produtivo ferroviário.

A meta prática do primeiro ano será debater em detalhe o projeto de automação de vagão. Agregar melhorias e/ou alternativas para suprir o vagão autômato de mobilidade e controle necessário.

Revisar e atualizar orçamentos dos fornecedores. Preparar material para apresentação do projeto aos fornecedores, às operadoras, aos agentes dos governos, às instituições de fomento ao desenvolvimento tecnológico, aos investidores anjos e ao mercado de capitais.

O modelo construtivo base foi fundamentado na oferta de recursos da indústria nacional. Trata-se de um kit de motorização híbrida para se instalar em truck ferroviário padrão, ou seja para qualquer tipo de vagão. A motorização híbrida disponível será instalada pela Eletrabus Industrial, fabricante de trólebus híbridos, na qual se usa um motor WEG automotivo de 210 kW. A transmissão foi projetada pela Fresotec. Os freios a disco serão fornecidos pela Knorr-Bramsen e a comunicação digital disponível é da OnixSat.

Os trabalhos dos alunos serão transmitidos via WEB, usando diversas formas de apresentação, de vídeos a artigos acadêmicos. As contribuições na forma de solução proposta e recursos disponíveis serão avaliados e os resultados serão divulgados em evento presencial na universidade, ao término de cada semestre, após as provas finais. Todos os trabalhos serão alocados em finais de semana, ou em horários não conflitantes com a agenda acadêmica.

4.8.Avaliações

Nas apresentações serão descritas as diretrizes de avaliação das estratégias dos desafiantes nos aspectos de materiais, de desempenho, de custo operacional, de investimento e de qualidade.

Os vencedores de cada semestre serão escolhidos pelo empreendedor em comitê de professores.

Aos alunos, a inscrição será aberta todo início de semestre. A inscrição inicial será após a etapa de palestras de orientação geral, na qual será feita apresentação do projeto base e um ciclo de debates sobre estado da arte atual da tecnologia ferroviária tradicional.

Todo início de semestre serão definidas atividades e objetivos. Para cada etapa ou atividade serão formadas equipes competidoras, sem restrição de quantidade mínima ou máxima de membros.

Haverá uma lista de disciplinas ligadas ao projeto, para desenvolvimento de atividades relacionadas ao conhecimento e ao objetivo do projeto. O objetivo que é que, em cada semestre, cada turma tenha apenas uma disciplina relacionada ao projeto, uma forma de se

evitar acúmulo de atividade num mesmo semestre letivo.

4.9.Resultados esperados e avaliação

No primeiro ano, o produto do torneio será a elaboração de um projeto mais refinado e detalhado. Ao término do primeiro ano haverá uma sessão de avaliação pública sobre os resultados obtidos e apresentados pelas equipes e participantes. Aos melhores trabalhos serão emitidos certificados de premiação. Os trabalhos apresentados serão utilizados na preparação no planejamento das etapas seguintes.

Em pesquisa e desenvolvimento não há como ter certeza sobre a continuidade do projeto. Em todo final de semestre, o projeto terá um dia de avaliação e um dia de planejamento para divulgar das metas do semestre seguinte. No final do dia de avaliação, haverá uma cerimônia de fechamento para manifestar o resultado final e a escolha entre o lançamento de uma nova etapa ou interrupção do torneio.

Os projetos apresentados serão avaliados por critérios de viabilidade de mercado: custo e benefício ao usuário (estipulado na apresentação geral); viabilidade construtiva, potencial para desenvolver um nicho de mercado, qualidade do projeto construtivo, pesquisa de fornecedores e de materiais alternativos, uso dos materiais ferroviários preferenciais, especificações.

Aos alunos serão entregues dois certificados semestrais, um acadêmico de 50 horas, referente a estágio e trabalho para fins de cumprir exigência curricular, e o outro certificado será de investidor de igual carga horária, para compor base de rateio sobre os benefícios futuros da tecnologia. Aos professores caberá título de investidor de 50 horas semestrais. A hora do professor valerá cinco horas de alunos.

Como o torneio se desenrolará como uma empresa startup, o projeto será uma rica oportunidade para desenvolver atividades relacionadas às demais necessidades de uma empresa startup, tais como: administração, marketing, contabilidade, finanças, comunicação, jornalismo, propaganda. Atividades setoriais receberão prêmios pelas atividades de administração, comunicação e vendas.

Os voluntários em atividades de organização do torneio também receberão certificados de investidor.

Sempre que possível, as reuniões presenciais serão realizadas nos sábados, domingos ou feriados, para não comprometer a jornada acadêmica regular.

Se algum recurso financeiro for pago aos participantes, este será de caráter de ajuda de custo. Em princípio, as atividades não serão remuneradas. O rendimento esperado para os apoiadores é totalmente vinculado ao sucesso comercial do torneio.

Aos ganhadores de cada semestre será dada premiação de certificado da conquista com valor de até 200 horas para a base de rateio.

4.10. O princípio do mercado de capitais

Como é desejo difundir os conhecimentos de finanças corporativas e de mercado de capitais no ambiente do projeto, a Empreentec administrará uma bolsa para compra e venda dos certificados de investidores na qual se registrará as transferências de titularidade e o valor da transação entre seus investidores. O pregão terá uma hora de duração semanal, em horário escolhido pela administração do torneio, em site do torneio. Os valores das transações com certificados serão divulgados no site do torneio. Este modelo de mercado de capitais será para demonstrar na prática a percepção de valor do projeto pelos seus próprios

executores. A percepção de valor estará no preço da semana.

O conhecimento tem o poder de identificar oportunidades e estabelecer estratégias. O empreendedorismo é o que faz acontecer. O torneio levará o desenvolvimento do empreendedorismo na vida acadêmica.

4.11. Objetivos acadêmicos e comerciais.

Desenvolver o espírito empreendedor nos alunos. Usar o conhecimento acadêmico para produzir produtos e serviços melhores e mais seguros para a sociedade.

A meta midiática do torneio é conquistar mídia popular nacional gratuita nos melhores canais sobre tecnologia e inovação em mobilidade ferroviária. Conquistar espaço de divulgação na televisão aberta, revistas e jornais de grande circulação. Vincular a imagem ao conceito de inovação e empreendedorismo tecnológico.

Recursos disponíveis: a comunidade dos alunos e professores de universidades conveniadas.

A meta final é desenvolver um produto comercializável na área de mobilidade de carga geral que seja competitivo e atraente.

Promover a integração interdisciplinar.

Trazer para a universidade a experiência do empreendedorismo tecnológico de forma participativa, envolvente e verdadeira.

Atender a demanda humana na sua melhor forma é o norte de qualquer negócio.

4.12. Base de rateio

A Empreentec atuará como uma administradora de recursos. A carteira de investimento será formada por todos os direitos de propriedade tecnológica sobre o produto desenvolvido.

Sobre os rendimentos destes direitos caberá à Empreentec uma taxa de administração de 20%.

Os demais 80% dos rendimentos de direitos futuros serão rateados a todos investidores da fase de desenvolvimento.

Os participantes, ao aceitarem as regras, abrem mão de direitos individuais sobre sua participação, direito de imagem ou também de direito autoral para a Empreentec.

O sentido da doação é que a participação individual só terá valor quando integrados num contexto coletivo. A estratégia é de cooperação, todos participarão em igualdade de condições, na proporção do esforço aplicado. A disputa verdadeira é pela conquista do cliente. Qualquer recurso cedido ao projeto será registrado. A universidade receberá certificados relativos à remuneração de pessoal, instalações e materiais que forem aplicados. A competição tem por sentido o aprimoramento qualitativo do projeto.

A base de rateio dos resultados será composta por recursos recebidos de qualquer forma, desde que não haja compromisso de contrapartida, ou contra prestação de serviço ou de pagamento: participação voluntária, doação, patrocínio etc. Basta que o recurso recebido seja monetariamente mensurável. Todo valor da base de cálculo deve ser relacionado a um certificado de investidor nominativo e endossável. Os certificados de investimento em horas serão convertidos em valores para a base de rateio à razão de R\$ 8,00/h para alunos e R\$ 40,00/h para professores. A Empreentec manterá custódia eletrônica das titularidades. Os certificados serão negociáveis entre os alunos e professores num pregão semanal. O placar de cotação ficará disponível no site do torneio.

A composição da base de rateio ficará disponível no site do TETUF, atualizada mensalmente.

Se a aventura se frustrar por algum obstáculo intransponível, encerra-se a atividade, vende-

se o saldo de todos ativos especiais e direitos que tiver, desconta-se a administração e distribui-se o restante para a base de rateio.

Trabalhos espontâneos, que se mostrem relevantes para a automação, serão contemplados com certificado de investimento de até 200 horas aluno.

5. CONCLUSÕES

A decadência é o maior problema ferroviário nacional e é um problema global. Avaliados ao custo de reposição, mais de uma centena de bilhões de reais de ativos ferroviários brasileiros encontram-se ameaçados de abandono. Vencer a decadência ferroviária é o maior desafio tecnológico aos engenheiros ferroviários do século XXI.

Por trás da solução do paradoxo das ferrovias de carga geral há uma enorme oportunidade de criar negócios com produtos e serviços ferroviários. Vencer a decadência significa reconquistar o mercado de cargas gerais, significa criar demanda para materiais ferroviários. Superar o paradoxo significa oferecer os benefícios superiores dos materiais ferroviários de forma atraente na mobilidade de cargas e de pessoas.

O TETUF é um projeto estruturante e interdisciplinar para desvendar uma solução para o paradoxo dos materiais ferroviários. Porque os melhores materiais perdem a guerra pela conquista do mercado de cargas gerais? Porque ferrovias sucumbem por falta de carga em territórios repletos de carga geral?

No entanto, a situação econômica do país impõe dificuldades para o desenvolvimento tecnológico tradicional. A metodologia de propor o desenvolvimento na forma de torneio de empreendedorismo universitário é uma forma de poupar recursos financeiros, uma vez que

permite conseguir apoio de uma imensa quantidade de profissionais de alto nível sem depender de remuneração fixa, o rendimento será apenas variável, na condição ad sucesso. Quem fará o prêmio financeiro é a própria equipe.

O sucesso só será verdadeiro se houver a comercialização da tecnologia desenvolvida. O sucesso é conquistar clientes para as ferrovias nos ramais hoje deficitários e decadentes. O sucesso só existirá se o serviço ferroviário for atraente para o usuário de carga geral e rentável para o operador e investidores.

A automação é uma fronteira da reorganização operacional a ser conquistada pelas ferrovias para se alcançar a qualidade desejada pelos clientes carga geral. Não é porque muitos já falharam que o desafio é impossível. Por um século o desafio está de pé aguardando a iniciativa que o desvende.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AASHTO. American Association of State Highway and Transportation Officials. Freight Rail Faces Capacity Shortage, disponível em http://www.transportation1.org/tif1report/surface_02.html, acessado em dezembro de 2007.

ANTT (2013). Agência Nacional de Transportes Terrestres. Relatórios anais de acompanhamento das concessões ferroviárias. Disponível em: <http://www.antt.gov.br/ferrovias/Relatorios.html>. Acesso em 15/dezembro/2016.

BHRA, Brooklyn Historic Railwai Association. Why Rail Has 20X Energy Saving Advantage Over Rubber Tire Road Vehicles - The Science of Locomotion, Disponível em: www.brooklynrail.net/science_of_railway_locomotion.html. Acessado em 1/5/2012.

Castro, A.M.G.; Lima, S.M.V.; Cristo, C.M.P.N. Cadeia Produtiva: Marco Conceitual para Apoiar a Prospecção Tecnológica Tema. Disponível em:

<http://fcf.unse.edu.ar/archivos/posgrado/2002.cadeiaproductiva.marcoconceitual.prospecciontecnologica.pdf>, 2002. Acessado em janeiro 2016.

Guerreiro, R. Os princípios da teoria das restrições sob a ótica da mensuração econômica. Cad. estud. no.13 São Paulo Jan./June 1996.

RUMO. Central de Resultados. Disponível em: <http://ri.rumolog.com/ptb/central-de-resultados#2017>, acessado em 15 maio 2017.

Torggler, S.T.; Nagano, M.S.; Suen, K.S. Vagões autômatos, uma solução para aumento da produtividade ferroviária no transporte de múltiplas cargas. CONINFRA 2012 - 6º Transportation Infrastructure Conference, 2012 São Paulo – Brasil.

Torggler, S.T.; Nagano, M.S.; Suen, K.S.; De Moraes, F.T. Autovagão: a automação ferroviária para a logística sucro-canavieira. II Congresso de Automação e Inovação Tecnológica Sucroenergética. ISA Sertãozinho Seccion, 2014 Sertãozinho – Brasil.