



Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários

ANP
TRILHOS

TIC TRENS

CPTM

31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

CATEGORIA 2

STRATEGIC SOURCING: UM NOVO MODELO PARA O SETOR

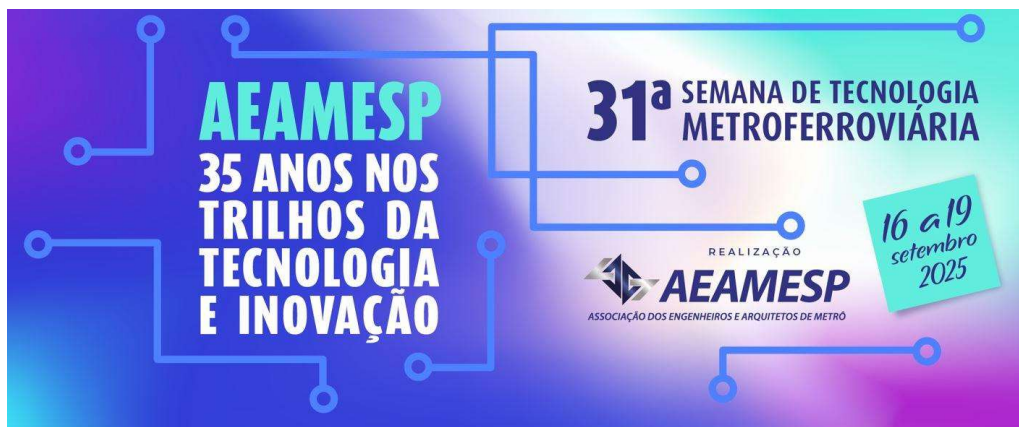
METROFERROVIÁRIO NO MERCADO LIVRE DE ENERGIA COM FOCO EM

ESG

SOBRE OS AUTORES

Cláudio Ambos Garcia - Bel. Administração; Especialista em Engenharia de Suprimentos; Especialista em Finanças e Gestão Empresarial; MBA em Liderança e Desenvolvimento de Equipes; MBA em Gestão Estratégica de Negócios; Certificação em Governança, Compliance e Gestão de Riscos na Infraestrutura e Transporte. Atua na GESAE - TRENSURB, com experiência em Gestão de Compras e Cadeia de Suprimentos, Planejamento de Contratações, Governança, Gestão de Riscos, Finanças e Análise de Desempenho Operacional.

Rodolpho Bezerra Barbosa - Graduado em Engenharia Eletrônica e de Computação; MBA em Engenharia Ferroviária; Técnico em Eletrônica. Atua na CBTU como Gerente Técnico na Gerência Técnica de Operação e Manutenção.



CATEGORIA 02

STRATEGIC SOURCING: UM NOVO MODELO PARA O SETOR METROFERROVIÁRIO NO MERCADO LIVRE DE ENERGIA COM FOCO EM ESG

1- INTRODUÇÃO:

O mercado livre de energia, regulado pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), tem se mostrado uma ferramenta fundamental para a redução dos custos energéticos e aumento da competitividade das organizações. Para as operadoras de transporte metroferroviário, cuja operação depende de fornecimento contínuo e de alta qualidade, o acesso a esse mercado representa uma oportunidade estratégica, mas também impõe desafios complexos relacionados à gestão de riscos e à governança (PEREIRA, 2016).

O ambiente do mercado livre exige que as operadoras desenvolvam modelos de gestão mais sofisticados e integrados, que considerem não apenas os custos, mas também os riscos financeiros, operacionais e de qualidade. Segundo Silva (2019), a abordagem tradicional, focada apenas no preço, é insuficiente para garantir a segurança da operação em ambientes regulatórios e de mercado dinâmicos.



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Nesse sentido, técnicas de *Strategic Sourcing* oferecem um framework para que as organizações analisem seus fornecedores sob múltiplos critérios, priorizando aspectos que garantam sustentabilidade, continuidade e excelência operacional (PEREIRA, 2016). Porém, a aplicação desse conceito no setor metroferroviário ainda é incipiente, o que torna imprescindível o desenvolvimento de modelos específicos para essa realidade.

A proposta deste artigo é apresentar um modelo inédito, ainda não implementado no Brasil, que utiliza três fatores de risco – Insolvência (FRI), Produção (FRP) e Qualidade (FRQ) – como indicadores chave para a tomada de decisão estratégica na aquisição de energia no mercado livre para operadoras metroferroviárias. Esses fatores permitem uma avaliação multidimensional dos fornecedores, alinhada às melhores práticas internacionais.

A relevância do tema se evidencia pela criticidade do serviço metroferroviário, que envolve milhares de passageiros diariamente e requer altíssimo grau de confiabilidade energética. Falhas no fornecimento podem impactar diretamente a mobilidade urbana, segurança e satisfação do usuário, além de causar prejuízos econômicos e danos reputacionais (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2017).

Nesta linha, observa-se que a crescente complexidade do setor energético, marcada por frequentes mudanças regulatórias, variações de demanda e o advento de fontes renováveis, impõe às operadoras metroferroviárias a necessidade de um modelo de gestão que seja ao mesmo tempo flexível e robusto. Segundo Silva (2019), a volatilidade dos mercados energéticos e as incertezas regulatórias reforçam a importância de ferramentas que auxiliem na tomada de decisão estratégica, minimizando impactos adversos.

A incorporação de tecnologias e sistemas de monitoramento em tempo real e análise preditiva, tem potencial para revolucionar a forma como as operadoras gerenciam o consumo e a aquisição de energia (Pereira, 2016). Entretanto, a implementação dessas



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

tecnologias demanda modelos estruturados que integrem informações financeiras, operacionais e de qualidade, tornando-se imperativo o desenvolvimento de metodologias inovadoras.

Outro aspecto relevante é o papel das operadoras metroferroviárias na agenda de sustentabilidade urbana. Conforme Paladini (2018), a eficiência energética e a redução de emissões de gases de efeito estufa são prioridades estratégicas para o setor, tornando a escolha consciente e responsável dos fornecedores de energia uma variável crítica.

Além disso, o contexto atual impõe a incorporação de princípios ESG (ambiental, social e governança) nas decisões corporativas, que, segundo Elkington (1997), ampliam o escopo da gestão para além do lucro financeiro, promovendo a sustentabilidade e a responsabilidade social. O modelo proposto integra essa dimensão, fortalecendo a governança corporativa e a transparência.

Desta forma, o artigo contribui ao apresentar uma proposta prática e aplicada para o setor, embasada em conceitos teóricos atualizados e fundamentada em fatores de análise de riscos para os processos decisórios de contratos estratégicos. A expectativa é que este modelo possa trazer subsídios e referências para aplicação das melhoras práticas em possíveis implementações e pesquisas na área.

Portanto, a presente proposta, ao integrar técnicas de *Strategic Sourcing* com indicadores de risco específicos, busca contribuir para o avanço da gestão estratégica no setor, alinhando eficiência econômica, segurança operacional e governança responsável. Essa iniciativa se insere no contexto de transformação do setor público e privado, em direção a modelos mais transparentes, sustentáveis e orientados por dados confiáveis.



2 - DIAGNÓSTICO:

2.1 - Desafios do Mercado Livre de Energia para Operadoras Metroferroviárias

O mercado livre de energia no Brasil é caracterizado pela possibilidade de escolha do fornecedor por parte do consumidor, o que traz ganhos em competitividade, mas também exige capacidade técnica para negociação, análise de contratos e gestão de riscos (ANEEL, 2022). Para operadoras metroferroviárias, o desafio é ainda maior, pois o fornecimento energético está diretamente ligado à segurança e continuidade do serviço.

Neste contexto, presume-se de que os custos com energia elétrica representam, em média, de 25% a 40% das despesas operacionais das operadoras de transporte metroferroviário no Brasil. Esse percentual tende a crescer à medida que a matriz elétrica nacional apresenta variações tarifárias sazonais e reajustes anuais significativos, conforme apontado pela ANEEL (2022).

Nesse cenário, a dependência do mercado cativo limita a capacidade de planejamento financeiro e expõe as operadoras a riscos orçamentários recorrentes. As operadoras metroferroviárias, por atuarem majoritariamente como empresas públicas ou de economia mista, operam sob forte pressão por transparência, economicidade e conformidade regulatória. Isso torna a gestão de contratos energéticos uma atividade sensível e estratégica. A ausência de uma política específica de gestão energética e a fragmentação dos processos de compra são fatores que agravam a ineficiência nesse setor, como apontado por Carvalho (2017).

Outro aspecto relevante é a ausência de ferramentas de avaliação de risco adequadas à natureza do mercado de energia. A maioria dos processos de contratação ainda se



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

baseia em critérios exclusivamente financeiros, sem considerar fatores como risco de insolvência do fornecedor, estabilidade de geração e qualidade do atendimento. Isso compromete a confiabilidade do fornecimento energético, sobretudo em contratos de longo prazo.

Para superar essas limitações, torna-se essencial incorporar modelos que permitam a avaliação multidimensional dos fornecedores de energia, considerando aspectos financeiros, operacionais e qualitativos. O uso de indicadores de Fator de Risco de Insolvência, Produção e Qualidade, como proposto neste artigo, visa suprir essa lacuna e oferecer maior segurança à tomada de decisão estratégica.

Observou-se também que, embora algumas empresas já tenham iniciado estudos sobre a viabilidade da migração ao mercado livre, poucas avançaram para a implantação de modelos formais de sourcing estratégico energético, em parte por limitações legais e estruturais.

No plano regulatório, é importante destacar que a abertura do mercado livre vem sendo gradualmente ampliada no Brasil. A Resolução Normativa ANEEL nº 1.010/2022, por exemplo, permite que consumidores com carga superior a 500 kW possam migrar para o ambiente de contratação livre. Esta mudança torna a maioria das operadoras metroferroviárias elegíveis para esse modelo, desde que adequem suas instalações e estrutura de gestão.

Um desafio relevante, reside na complexidade dos contratos no ambiente livre, que envolvem múltiplos atores (comercializadoras, distribuidoras, agentes de compensação e fiscalização). Essa estrutura exige das operadoras conhecimento técnico-jurídico robusto e sistemas de monitoramento integrados, capazes de acompanhar a execução contratual e prevenir inadimplências ou quebras de contrato.



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Essas premissas apontam para a necessidade de uma gestão estratégica do processo de contratação, haja vista que neste aspecto, as operadoras de transporte metroferroviário enfrentam desafios como:

- **Elevados custos com energia elétrica**, impactando diretamente na rentabilidade das operações.
- **Dependência de fontes de energia convencionais**, com alta emissão de gases de efeito estufa.
- **Falta de integração entre as práticas de compras e as estratégias sustentáveis**, resultando em oportunidades não exploradas para redução de custos e riscos.
- **Necessidade de adaptação às exigências regulatórias e expectativas dos stakeholders** em relação a práticas ESG.

Neste sentido, a entrada das operadoras metroferroviárias no mercado livre de energia traz desafios técnicos e administrativos, incluindo a necessidade de maior capacitação interna para negociar contratos complexos e avaliar propostas de fornecedores. A variabilidade do consumo, associada a fatores sazonais e eventos imprevisíveis, exige estratégias dinâmicas de gestão energética, que garantam a flexibilidade e o equilíbrio entre demanda e oferta (Carvalho, 2017). A ausência de sistemas eficazes para o monitoramento e análise desses dados limita a capacidade de resposta rápida, aumentando o risco operacional.

O risco de tomada de decisão inadequada pode gerar impactos financeiros significativos, que se refletem diretamente no custo final do serviço prestado. Segundo Carvalho (2017), a volatilidade dos preços e a complexidade das condições contratuais podem aumentar a exposição a riscos financeiros e operacionais. As operadoras devem, portanto, desenvolver competências para avaliar o perfil dos fornecedores, identificar



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

riscos e implementar estratégias mitigatórias, sob pena de comprometer a operação e causar impactos sociais significativos.

Além disso, o setor enfrenta restrições regulatórias específicas e pressões para a eficiência energética, o que demanda um modelo de gestão alinhado às normas técnicas e à sustentabilidade econômica (PADOVEZE, 2019). A ausência de um modelo estruturado pode resultar em falhas na seleção dos fornecedores e riscos elevados de interrupção no fornecimento.

Outro fator relevante é a necessidade de incorporar a governança ESG no processo decisório. Conforme Paladini (2018), a adoção de práticas ambientais e sociais responsáveis agrega valor institucional e contribui para o atendimento às exigências regulatórias e das partes interessadas.

Pois, pode-se considerar como desafio relevante, a integração das exigências regulatórias com as práticas de governança corporativa e sustentabilidade. Conforme Padoveze (2019), o cumprimento rigoroso das normas ambientais e sociais tem se tornado um critério decisivo na seleção de fornecedores, exigindo das operadoras uma postura proativa e transparente.

A necessidade de se proteger contra riscos de insolvência dos fornecedores se torna ainda mais crítica no cenário atual, marcado por instabilidades econômicas e incertezas globais (Assaf Neto, 2020). Um único fornecedor financeiramente instável pode comprometer toda a operação, reforçando a importância de indicadores como o FRI.

Paralelamente, a pressão por melhorias contínuas na qualidade do fornecimento exige indicadores confiáveis para avaliação e acompanhamento, visando a redução de falhas técnicas e manutenção da eficiência energética (Paladini, 2018).



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

A gestão integrada desses desafios exige a aplicação de métodos quantitativos e qualitativos, capazes de mensurar os riscos e suportar decisões complexas. Modelos baseados em múltiplos critérios, como o proposto, são recomendados pela literatura para setores críticos (SILVA, 2019).

Finalmente, observa-se que o setor carece de modelos adaptados que considerem as particularidades da operação metroferroviária e do mercado livre, o que reforça a importância da presente proposta. A implementação do modelo proposto permitirá que as operadoras enfrentem esses desafios com maior segurança, adotando uma abordagem preventiva e estratégica na gestão da energia.

2.2 - Avaliação dos Fatores de Riscos Financeiros, Operacionais e de Qualidade na Aquisição de Energia

A avaliação de riscos é uma prática consolidada em gestão, sendo fundamental para a sustentabilidade dos negócios (ASSAF NETO, 2020). Para o mercado livre de energia, a análise financeira dos fornecedores, representada pelo FRI, é essencial para evitar inadimplência e insolvência, fatores que podem impactar a segurança jurídica e operacional.

Conforme Padoveze (2019), indicadores financeiros como liquidez, endividamento e capacidade de geração de caixa são sugestões de parâmetros eficazes para análise do FRI, fornecendo subsídios para decisões que minimizam riscos econômicos.

Na análise dos fatores de insolvência de fornecedores, a utilização de índices que indicam a capacidade de cumprir compromissos e manter operações estáveis, são fundamentais para mensurar a saúde financeira, proporcionando um panorama claro dos riscos envolvidos na decisão de contratos estratégicos.



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

O risco operacional está relacionado à capacidade do fornecedor de manter a produção e entrega contínua de energia, fator crítico para o sistema metroferroviário. Slack, Chambers e Johnston (2017) destacam que falhas operacionais podem resultar em paradas não programadas e impactos na experiência do usuário.

Considerando que a energia elétrica é um dos principais insumos operacionais no sistema de transporte metroferroviário de passageiros, o fator de risco de produção (FRP) requer avaliação da capacidade produtiva do fornecedor, eficiência logística e histórico de fornecimento. Estudos destacam que a análise do desempenho passado permite prever a confiabilidade futura, fundamental para contratos de médio e longo prazo (SLACK et al, 2017).

Já o risco de qualidade (FRQ) aborda a conformidade com padrões técnicos, ambientais e regulatórios, aspectos que garantem a sustentabilidade e o atendimento aos requisitos legais (PALADINI, 2018). A qualidade do serviço energético impacta diretamente a eficiência da operação e a percepção dos stakeholders. Aspectos técnicos, ambientais e sociais, como por exemplo, verificação de certificações ISO, indicadores de conformidade ambiental e auditorias de processos, permitem integração de dados para uma visão mais ampla da capacidade do fornecedor em atender os requisitos do setor.

Uma estrutura de Strategic Sourcing de contratos no mercado livre de energia, adaptada ao setor de transporte metroferroviário de passageiros que estabeleça uma gestão de riscos de fatores específicos, proporciona uma avaliação única e permite uma análise mais completa e estratégica, reduzindo assim vulnerabilidades da cadeia de fornecimento.



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Neste contexto, a adoção de uma metodologia que integre fatores como FRI, FRP e FRQ contribui para a mitigação de riscos múltiplos, aumentando a resiliência da operação e a capacidade de resposta a situações adversas (Pereira, 2016). Além disso, essa avaliação multifatorial facilita a segmentação do portfólio de fornecedores, priorizando aqueles com menor risco global, o que se traduz em vantagens competitivas no mercado e maior segurança operacional.

2.3 - Panorama da Governança ESG e sua Relevância para o Setor Metroferroviário

A governança ESG tem ganhado destaque no setor metroferroviário, principalmente em razão da crescente demanda social por transparência e responsabilidade corporativa (Elkington, 1997). A adoção desses princípios é vista como um fator de diferenciação competitiva, que pode atrair investidores e parceiros estratégicos. Para as operadoras metroferroviárias, o alinhamento com esses princípios é fundamental para garantir sustentabilidade social e ambiental, bem como para fortalecer a transparência e a responsabilidade institucional.

Segundo Paladini (2018), práticas de governança responsáveis impactam positivamente a imagem institucional e facilitam o acesso a financiamentos e parcerias estratégicas. Além disso, a pressão de órgãos reguladores e a expectativa da sociedade demandam maior rigor na gestão dos impactos ambientais e sociais.

A gestão dos fornecedores no mercado livre de energia deve refletir esses valores, avaliando não apenas aspectos financeiros e operacionais, mas também o comprometimento dos fornecedores com a sustentabilidade.

A gestão sustentável da cadeia de suprimentos, incluindo fornecedores de energia, é um dos pilares para o cumprimento das metas ESG. Paladini (2018) ressalta que a



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

seleção de fornecedores alinhados aos princípios ESG contribui ao cumprimento do desenvolvimento sustentável.

Além disso, o mercado financeiro tem incorporado critérios ESG em suas decisões, valorizando empresas com boas práticas ambientais e sociais (SILVA, 2019). Isso impacta diretamente a atratividade para captação de recursos pelas operadoras metroferroviárias.

O modelo proposto integra esses aspectos, permitindo a avaliação da aderência dos fornecedores às práticas ESG, o que fortalece a governança e reduz riscos reputacionais. Em suma, a adoção de um modelo de gestão que articula fatores financeiros, operacionais, qualitativos e ESG contribui para uma gestão estratégica robusta, preparada para os desafios atuais e futuros do setor.

3 - ANÁLISE DOS RESULTADOS

A implementação do modelo proposto pode impactar significativamente a gestão estratégica das operadoras metroferroviárias em diversos aspectos, conforme detalhado a seguir:

3.1 - Gestão do Risco Financeiro (FRI)

O FRI, baseado em métricas financeiras tradicionais, como índices de liquidez corrente, endividamento e cobertura de juros, permite à alta administração monitorar a solvência dos fornecedores. Assaf Neto (2020) enfatiza que a avaliação contínua da saúde financeira dos parceiros comerciais é essencial para mitigar riscos de inadimplência.



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Além disso, a análise do FRI possibilita a identificação precoce de fornecedores em situação financeira vulnerável, permitindo a tomada de ações preventivas, como renegociação ou substituição, evitando impactos operacionais e legais.

Este monitoramento contribui para maior estabilidade do fornecimento, redução de custos com inadimplência e fortalecimento das relações contratuais.

3.2 - Gestão do Risco Operacional (FRP)

O FRP incorpora indicadores de performance operacional, como taxa de cumprimento de entrega, histórico de interrupções e capacidade produtiva disponível. Slack, Chambers e Johnston (2017) indicam que a análise do desempenho operacional dos fornecedores é vital para a garantia da continuidade do serviço.

A utilização do FRP no modelo de Strategic Sourcing permite avaliar a confiabilidade dos fornecedores, facilitando a seleção daqueles com maior capacidade técnica e operacional para atender às demandas do sistema metroferroviário.

A mensuração sistemática desse fator contribui para a minimização de riscos operacionais e melhoria da eficiência, refletindo diretamente na experiência do usuário.

3.3 - Gestão do Risco de Qualidade (FRQ)

O FRQ é fundamentado na avaliação da conformidade com normas técnicas, ambientais e regulatórias. Paladini (2018) destaca a importância da gestão da qualidade na sustentabilidade do negócio e no atendimento aos requisitos legais.

Este fator envolve auditorias, certificações e monitoramento dos níveis de qualidade do serviço prestado pelos fornecedores. A adoção do FRQ no processo decisório



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA **12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

assegura que os fornecedores estejam alinhados às expectativas regulatórias e aos padrões de excelência requeridos pelo setor.

Além disso, o FRQ contribui para a promoção da governança ESG, reforçando o compromisso das operadoras com a sustentabilidade ambiental e social.

3.4 - Vantagens Competitivas do Modelo Integrado

A combinação dos fatores FRI, FRP e FRQ em um framework único propicia uma visão holística do portfólio de fornecedores, permitindo decisões mais assertivas e alinhadas ao planejamento estratégico.

Pereira (2016) enfatiza que a gestão integrada de riscos é fundamental para a sustentabilidade da cadeia de suprimentos, especialmente em setores críticos como o transporte metroferroviário.

Espera-se que a adoção do modelo reduza custos indiretos associados a falhas e interrupções, aumente a confiabilidade do fornecimento e fortaleça a transparência e a governança corporativa.

3.5 - ROI e Saving Operacional Qualitativo e Impacto ESG

O ROI qualitativo, embora não mensurado diretamente em termos financeiros, manifesta-se pela redução dos riscos, otimização dos processos e aumento da resiliência operacional.

Silva (2019) destaca que o valor gerado por práticas integradas de gestão e sustentabilidade se traduz em benefícios intangíveis, como melhoria da reputação institucional, engajamento dos colaboradores e satisfação dos usuários.



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA **12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

Além disso, a adoção do modelo fortalece a governança ESG, promovendo práticas responsáveis e transparência nas relações comerciais, aspectos valorizados por investidores e reguladores.

3.6 - Benefícios para os Stakeholders

O modelo beneficia uma ampla gama de stakeholders, incluindo clientes, fornecedores, acionistas, colaboradores e a comunidade em geral.

A melhoria da segurança e qualidade do serviço impacta diretamente os usuários do transporte metroferroviário, enquanto a governança aprimorada oferece maior segurança aos investidores.

Adicionalmente, práticas sustentáveis e transparentes atendem às expectativas da sociedade, fortalecendo a legitimidade das operadoras e seu compromisso com o desenvolvimento sustentável.

3.7 - Panorama geral para o processo decisório:

A aplicação do modelo integrador baseado em FRI, FRP e FRQ permite uma gestão de fornecedores mais estratégica, baseada em evidências quantitativas e qualitativas. Isso promove decisões mais embasadas, mitigando riscos que podem comprometer a operação metroferroviária.

No âmbito financeiro, o monitoramento do FRI proporciona maior segurança jurídica e econômica, reduzindo a exposição a inadimplência e instabilidade contratual. Como ressalta Assaf Neto (2020), esse tipo de controle é essencial para a saúde financeira da organização.



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Operacionalmente, o FRP possibilita uma avaliação contínua do desempenho dos fornecedores, destacando aqueles com maior capacidade de atender às demandas em termos de volume e qualidade de energia fornecida (Slack, Chambers e Johnston, 2017).

O FRQ assegura que os fornecedores estejam em conformidade com as normas técnicas e regulatórias, evitando riscos de multas, sanções e prejuízos à imagem da operadora. Além disso, esse fator promove a adoção de práticas sustentáveis, alinhadas ao ESG (Paladini, 2018).

O modelo proposto contribui para a redução dos custos totais de aquisição de energia, não apenas pelo preço, mas também pela diminuição dos custos indiretos associados a riscos e falhas.

A mensuração e monitoramento desses fatores também facilitam a comunicação transparente com stakeholders, fortalecendo a governança e a confiança institucional.

A abordagem integrada permite que as operadoras priorizem fornecedores com melhor desempenho global, o que pode estimular melhorias contínuas no mercado.

O modelo ainda gera um ROI operacional qualitativo, traduzido em maior resiliência, redução de riscos e alinhamento com as melhores práticas de sustentabilidade e governança.

A adoção da metodologia pode promover uma mudança cultural nas operadoras, estimulando uma visão estratégica da cadeia de suprimentos e do mercado livre de energia.

Além disso, o modelo cria bases para o desenvolvimento de sistemas de informação e análise preditiva, ampliando o uso de tecnologia na gestão energética (Pereira, 2016).



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Essa inovação contribui para a sustentabilidade econômica, social e ambiental das operadoras metroferroviárias, fortalecendo sua competitividade e capacidade de inovação.

O monitoramento contínuo dos fatores permite a adaptação rápida a mudanças de mercado e regulatórias, aumentando a agilidade da gestão. Desta maneira, a proposta abre espaço para futuras pesquisas e desenvolvimento de indicadores específicos para o setor, consolidando o papel das operadoras como agentes de transformação no mercado energético.

3.8 - Dinâmica do Modelo para a Gestão do Sourcing Estratégico no Mercado Livre de Energia e a relevância dos Fatores de Risco como Subsídios de Decisão

A alta administração das operadoras metroferroviárias enfrenta desafios complexos na gestão do fornecimento energético, sobretudo em um ambiente dinâmico e competitivo como o do mercado livre de energia. A adoção de métricas robustas, como o Fator de Risco de Insolvência (FRI), o Fator de Risco de Produção (FRP) e o Fator de Risco de Qualidade (FRQ), é essencial para embasar decisões estratégicas com base em análises quantitativas que refletem aspectos financeiros, operacionais e de conformidade (ASSAF NETO, 2020; CARVALHO, 2017).

O FRI permite à alta gestão avaliar a saúde financeira dos fornecedores, minimizando o risco de interrupções decorrentes de insolvência e garantindo estabilidade contratual (PADOVEZE, 2019). Por sua vez, o FRP fornece uma avaliação crítica da confiabilidade operacional na geração e entrega de energia, elemento fundamental para assegurar a continuidade dos serviços metroferroviários, cuja operação depende diretamente da energia disponível (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2017). O FRQ, por fim, mede a



conformidade com normas técnicas e regulatórias e o grau de satisfação dos clientes internos, alinhando a estratégia da operadora com padrões de qualidade e governança ESG (PALADINI, 2018).

Este modelo pioneiro, que integra os três fatores de risco em um framework único para *Strategic Sourcing*, possibilita uma visão holística e multidimensional do perfil dos fornecedores, fortalecendo a governança, o planejamento e a gestão de riscos estratégicos na aquisição de energia (PEREIRA, 2016). Segundo Silva (2019), a incorporação de métricas integradas de risco na tomada de decisão fortalece a resiliência organizacional e potencializa o retorno operacional qualitativo.

Além disso, o modelo contribui para o cumprimento dos objetivos de sustentabilidade e responsabilidade corporativa, uma vez que auxilia na seleção de fornecedores que estejam alinhados com práticas ESG, impactando positivamente os stakeholders e a imagem institucional da operadora metroferroviária (ELKINGTON, 1997).

A importância desses fatores reside também na capacidade de antecipar cenários de risco, o que é crucial para a continuidade operacional em sistemas críticos como o transporte metroferroviário. A alta administração pode, com base nos valores do FRI, FRP e FRQ, elaborar planos de contingência, mitigando possíveis falhas antes que se tornem disruptivas (CARVALHO, 2017). Dessa forma, a gestão proativa de riscos torna-se um diferencial competitivo que pode ser traduzido em maior confiabilidade do serviço prestado e satisfação do usuário final.

Outro aspecto relevante é a contribuição do modelo para a transparência e o alinhamento estratégico entre os diversos departamentos da organização. A mensuração objetiva dos riscos permite que áreas como finanças, operações e



compliance dialoguem com uma linguagem comum, facilitando o processo decisório e a priorização de investimentos e recursos (PEREIRA, 2016). Essa integração é fundamental para as operadoras metroferroviárias que buscam eficiência e sustentabilidade na gestão energética.

Ainda, o caráter inovador do modelo, que considera simultaneamente fatores financeiros, produtivos e de qualidade, atende à complexidade do mercado livre de energia, que exige das operadoras não apenas a negociação de preços competitivos, mas também a garantia da sustentabilidade operacional e regulatória. Como ressalta Silva (2019), a abordagem multidimensional do risco permite uma análise mais precisa e completa dos fornecedores, reduzindo a vulnerabilidade a fatores externos e internos.

Por fim, a aplicação do modelo contribui diretamente para o fortalecimento da governança corporativa, uma vez que os critérios utilizados são claros, mensuráveis e replicáveis, o que facilita auditorias internas e externas e o cumprimento de normativas vigentes (PADOVEZE, 2019). A alta administração, ao utilizar essa metodologia, demonstra comprometimento com a gestão responsável e transparente, elementos cada vez mais valorizados pelo mercado e pela sociedade.

Em suma, a adoção dos fatores FRI, FRP e FRQ no processo decisório da alta administração configura-se como uma ferramenta estratégica indispensável para a gestão eficiente e segura no mercado livre de energia, proporcionando vantagens competitivas e contribuindo para a sustentabilidade operacional do sistema metroferroviário.



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA **12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

3.9 - Aplicação Estrutural do Modelo Propositivo como Estratégia de Gestão

A proposta aqui apresentada consiste na implementação de um modelo baseado em três pilares principais:

- **Inserção no Mercado Livre de Energia (MLE);**
- **Aplicação das técnicas de *Strategic Sourcing*;**
- **Gestão baseada em Fatores de Risco (Insolvência, Produção e Qualidade);**
- **Governança ESG;**

3.9.1 - Inserção no Mercado Livre de Energia (MLE):

A migração para o MLE permite às operadoras negociar livremente o fornecimento de energia elétrica com geradoras, podendo optar por fontes renováveis, como solar, eólica e pequenas centrais hidrelétricas (PCHs). Isso traz como principais resultados:

- Presunção de Redução de até 30% nos custos com energia (AES Brasil, 2023).
- Maior previsibilidade orçamentária com contratos de longo prazo (PPA – *Power Purchase Agreements*).
- Contribuição direta aos indicadores de sustentabilidade e descarbonização (Net Zero Carbon).

3.9.2 - *Strategic Sourcing*:

O *Strategic Sourcing* permite avaliar fornecedores e contratos sob diversas dimensões estratégicas além do custo, como:

- Capacidade de entrega e continuidade operacional.



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA **12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

- Certificações de qualidade e responsabilidade ambiental.
- Conformidade regulatória e reputação.
- Níveis de emissão, origem da energia, performance técnica.

Este modelo é cíclico e contempla as seguintes fases (MONCZKA et al., 2010):

- Avaliação de categorias estratégicas.
- Análise de mercado fornecedor.
- Desenvolvimento de estratégias de sourcing.
- Implementação e gestão de performance.
- Reavaliação e melhoria contínua.

3.9.3 - Análise de Riscos Aplicada

a) Fator de Risco de Insolvência

Avaliação da capacidade financeira dos fornecedores, histórico de inadimplência, rating de crédito, exposição cambial (quando aplicável).

b) Fator de Risco de Produção

Inclui riscos de capacidade técnica, confiabilidade da geração de energia e disponibilidade física do insumo em períodos críticos (sazonalidade, secas).

c) Fator de Risco de Qualidade

Critérios como continuidade do fornecimento, estabilidade da tensão, conformidade ambiental e adequação às especificações técnicas exigidas pela operação metroferroviária.



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

3.9.4 Estrutura do Modelo

Componente	Descrição	Objetivos
Strategic Sourcing	Processo estruturado de compras estratégicas	Redução de custos, diversificação de fornecedores e gestão de riscos
Mercado Livre de Energia (MLE)	Adesão ao Ambiente de Contratação Livre (ACL)	Autonomia na escolha de fornecedores e fontes renováveis
Gestão de Riscos	Avaliação contínua de risco de insolvência, produção e qualidade	Garantir segurança energética e compliance ESG
Governança ESG	Integração dos pilares Ambiental, Social e de Governança no sourcing energético	Fortalecer a imagem institucional e atender stakeholders

Quadro 1: Estrutura do Modelo.
Fonte: Adaptado pelo autor.

3.9.5 - Fluxo Operacional do Modelo Proposto

- Mapeamento da Demanda Energética
- Análise de Viabilidade de Migração para o MLE
- Seleção de Fornecedores via Strategic Sourcing com critérios ESG e de risco
- Negociação contratual com cláusulas de performance e sustentabilidade
- Monitoramento contínuo dos contratos e indicadores ESG

3.9.6 - Vantagens e Oportunidades para as Operadoras

A adoção do modelo de sourcing energético estratégico apresenta múltiplas vantagens para as operadoras metroferroviárias:



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

- **Redução de custos operacionais**, com possibilidade de reinvestimento em áreas críticas do transporte.
- **Maior previsibilidade orçamentária**, essencial para operadoras públicas sujeitas a contingenciamentos fiscais.
- **Alinhamento com práticas ESG**, o que amplia acesso a linhas de financiamento com taxas diferenciadas e fortalece a imagem institucional.
- **Mitigação de riscos contratuais**, por meio da análise dos três fatores-chave (FRI, FRP e FRQ).
- **Governança eficaz**, com estrutura funcional integrada e decisões colegiadas.
- **Geração de valor para stakeholders**, com benefícios tangíveis para gestores, usuários e órgãos de controle.
- **Compliance regulatório**, assegurando aderência às normas da ANEEL, CCEE e legislação pública.
- **Oportunidade de inovação**, com uso de sistemas de gestão energética e integração digital.
- **Potencial de replicação nacional**, podendo ser ampliado para outros setores públicos de alta demanda energética.

Esses elementos configuram não apenas uma proposta técnico-operacional, mas uma transformação institucional que reposiciona o papel da energia como ativo estratégico para o transporte público de passageiros.

3.10 - Modelo de Estrutura de Governança e Gestão do Strategic Sourcing Energético

A estrutura organizacional proposta para viabilizar a implantação do sourcing estratégico energético nas operadoras metroferroviárias contempla sete núcleos funcionais:



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

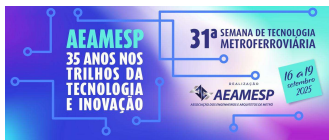
12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

- **Conselho Executivo** – responsável por validar a estratégia energética e garantir alinhamento com os objetivos institucionais e planos plurianuais.
- **Comitê de Governança Energética** – instância de compliance que assegura conformidade com normas regulatórias, princípios ESG e práticas de integridade.
- **Gestão de Sourcing Estratégico** – área técnica responsável por mapear demandas, selecionar fornecedores com base nos fatores de risco e negociar contratos.
- **Gestão de Riscos e Performance** – dedicada ao monitoramento contínuo dos contratos, à gestão de indicadores de desempenho e à análise de eventos críticos.
- **Suprimentos e Jurídico** – incumbidos da formalização dos contratos, análise de riscos legais e condução de processos licitatórios em conformidade com a Lei nº 14.133/2021.
- **Operação Metroferroviária** – unidade usuária que acompanha o consumo e reporta desvios à área de gestão.
- **TI e Sustentabilidade** – suporte aos sistemas de gestão energética e integração de métricas de sustentabilidade nos relatórios corporativos.

Essa estrutura permite uma governança colegiada, com responsabilidades distribuídas e decisões baseadas em evidências e critérios técnicos. O modelo fortalece a prestação de contas, a rastreabilidade dos contratos e a conformidade com políticas públicas de eficiência energética.

3.10.1 - Matriz de Riscos e Plano de Mitigação

A seguir, apresenta-se, com base em levantamentos, uma matriz de riscos associada à contratação de energia no mercado livre, aplicável ao setor metroferroviário:



Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários

ANP
TRILHOS

TIC TRENS



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Risco	Probabilidade	Impacto	Classificação	Plano de Mitigação
Insolvência da comercializadora	Alta	Alta	Crítico	Análise contábil e aplicação do FRI; exigência de garantias contratuais.
Variação brusca de preços no mercado	Média	Alta	Elevado	Contratos de longo prazo com cláusula de previsibilidade.
Falta de energia por sazonalidade	Média	Média	Moderado	Diversificação da matriz via FRP; escolha de fornecedores multitecnologia.
Não conformidade contratual (SLA)	Média	Alta	Elevado	Avaliação prévia com FRQ e penalidades por descumprimento contratual.
Atraso na migração ao mercado livre	Baixa	Alta	Moderado	Cronograma detalhado e apoio de consultorias técnicas.
Fragilidade jurídica dos contratos	Baixa	Alta	Elevado	Envolvimento jurídico desde a fase de edital; cláusulas com segurança jurídica.

Quadro 2: Identificação de Riscos e Tratamento Mitigatório - Mercado Livre de Energia.
Fonte: Adaptado pelo autor.



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Essa matriz proporciona um panorama dos principais riscos operacionais e contratuais e estabelece diretrizes para mitigar cada um com base nos pilares técnicos do modelo.

3.11 - Retorno Operacional Qualitativo - ROI Operacional

Embora o ROI financeiro seja significativo, o modelo também propicia benefícios **intangíveis**, com impacto direto no desempenho institucional:

Indicador	Benefício Qualitativo
Governança	Maior transparência e controle sobre processos de aquisição energética
Sustentabilidade	Redução de emissão de carbono (CO ₂) e uso de fontes limpas
Reputação	Reconhecimento em práticas ESG e inovação
Compliance	Adequação às normativas da ANEEL, e normas ambientais

Quadro 3: ROI Qualitativo Indicadores e Benefícios.
Fonte: Adaptado pelo Autor.

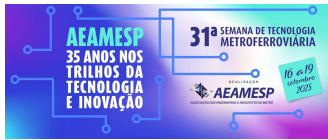
As ações de sustentabilidade em supply chain management oferecem benefícios que ultrapassam os ganhos econômicos diretos e promovem resiliência institucional. (BARRETO E SILVA, 2022)

3.11.1 - Cálculo do ROI e Saving Qualitativo:

Aplicação

Avaliar o Retorno e Saving Operacional Qualitativo (ROI-SAVINGQ) da implementação do modelo de gestão estratégica baseado em *Strategic Sourcing* e contratação no mercado livre de energia para operadoras metroferroviárias.

Metodologia



Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários

ANP
TRILHOS

TIC TRENS

CPTM

31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Foi adotada a metodologia de **atribuição ponderada de valor qualitativo** para os principais indicadores estratégicos, com base nos seguintes critérios:

- Escala de pontuação: 0 a 10
- Peso: Relevância do indicador no contexto da estratégia ESG e operacional
- $ROI-SAVINGQ = \sum (Pontuação \times Peso) / \sum Pesos$

Avaliação Qualitativa dos Indicadores Estratégicos

Indicador Estratégico	Peso (%)	Pontuação (0–10)	Valor Ponderado
Redução de impacto ambiental	25	9	2,25
Reputação institucional frente a stakeholders	20	8	1,60
Melhoria na governança e transparência	15	9	1,35
Engajamento de fornecedores sustentáveis	10	7	0,70
Conformidade regulatória e ESG	10	8	0,80
Integração entre áreas técnicas e suprimentos	10	7	0,70
Inovação e cultura de sustentabilidade	10	8	0,80
Total	100	—	8,20 / 10

Quadro 4: Avaliação Qualitativa dos Indicadores Estratégicos.
Fonte: Adaptado pelo Autor.



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Resultado Final do ROI-Q

ROI-SAVQ = 8,20 / 10

Um ROI-SAVQ de 8,2 indica que a proposta gera um retorno qualitativo **alto**, com impacto significativo nas dimensões não-financeiras da gestão organizacional. Isso reforça a viabilidade estratégica e institucional do modelo proposto, especialmente para operadoras que buscam alinhamento com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e a nova economia verde.

3.12 - Impacto no modelo de Governança ESG

O modelo proposto reforça todos os pilares da governança ESG:

- **Ambiental:** Migração para fontes de energia limpa reduzindo emissões e consumo de recursos naturais.
- **Social:** Estímulo à contratação de fornecedores com responsabilidade social e local.
- **Governança:** Processo transparente de seleção, monitoramento e auditoria contratual de fornecedores.

Segundo Porter e Kramer (2011), as empresas que integram valor compartilhado aos seus processos centrais fortalecem a competitividade e resolvem problemas sociais simultaneamente.



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

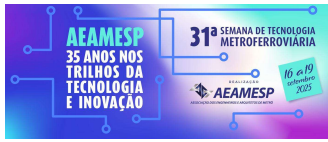
3.12.1 - Resultados esperados para os Stakeholders

Stakeholder	Benefício
Usuários	Operação mais eficiente, previsível e com impacto ambiental reduzido
Governo e Órgãos Reguladores	Adequação às políticas públicas de transição energética e redução de emissão
Acionistas e Investidores	Valorização da marca e redução de riscos operacionais e reputacionais
Colaboradores	Engajamento com práticas sustentáveis e cultura de inovação
Sociedade	Redução da pegada ambiental e incentivo ao mercado de energia renovável

Quadro 5: Resultados Stakeholders.
Fonte: Adaptado pelo Autor.

A transição energética e a adoção de práticas de *Strategic Sourcing* representam um marco na modernização do setor metroferroviário de passageiros. O modelo proposto permite alinhar eficiência operacional, redução de custos e práticas sustentáveis em um mesmo eixo estratégico. A análise dos fatores de risco — insolvência, produção e qualidade — garante solidez na execução contratual, enquanto a integração com o mercado livre de energia proporciona ganhos tangíveis e intangíveis.

Com isso, as operadoras passam a atuar com maior inteligência de mercado, responsabilidade ambiental e solidez institucional, promovendo valor compartilhado para toda a cadeia de stakeholders e consolidando sua relevância diante das exigências da transição energética e da sociedade do futuro.



Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

3.13 - Aplicação Matemática dos fatores de risco para o Sourcing Estratégico das Operadoras Metroferroviárias

Modelo 1 – Fator de Risco de Insolvência (FRI)

Fórmula:

$$FRI = [(1 - \text{Índice de Liquidez}) + (1 - \text{Score de Crédito}) + (\text{Endividamento Total})] / 3$$

Descrição dos Parâmetros:

- **Índice de Liquidez:** capacidade do fornecedor de honrar compromissos de curto prazo (valor entre 0 e 1).
- **Score de Crédito:** avaliação de risco financeiro obtida junto a agências de crédito (valor entre 0 e 1).
- **Endividamento Total:** relação entre o passivo total e o ativo total (valor entre 0 e 1).

Exemplo de Aplicação:

Índice de Liquidez = 0,80

Score de Crédito = 0,75

Endividamento Total = 0,60

$$FRI = [(1 - 0,80) + (1 - 0,75) + 0,60] / 3$$

$$FRI = [0,20 + 0,25 + 0,60] / 3$$

$$FRI = 1,05 / 3 = 0,35$$

Classificação: FRI = 0,35 → Baixo Risco de Insolvência.

Modelo 2 – Fator de Risco de Produção (FRP)

Fórmula:

$$FRP = [\text{Variabilidade de Geração} + (1 - \text{Confiabilidade Técnica}) + (1 - \text{Histórico de Entrega})] / 3$$



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Descrição dos Parâmetros:

- **Variabilidade de Geração:** instabilidade na produção energética (valor entre 0 e 1).
- **Confiabilidade Técnica:** desempenho dos equipamentos e capacidade de entrega contínua (valor entre 0 e 1).
- **Histórico de Entrega:** proporção de entregas feitas conforme o contrato (valor entre 0 e 1).

Exemplo de Aplicação:

Variabilidade = 0,30

Confiabilidade Técnica = 0,90

Histórico de Entrega = 0,85

$$FRP = [0,30 + (1 - 0,90) + (1 - 0,85)] / 3$$

$$FRP = [0,30 + 0,10 + 0,15] / 3$$

$$FRP = 0,55 / 3 \approx 0,18$$

Classificação: FRP = 0,18 → Baixo Risco de Produção

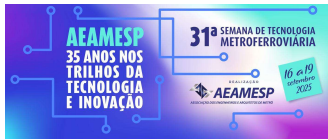
Modelo 3 – Fator de Risco de Qualidade (FRQ)

Fórmula:

$$FRQ = [(1 - \text{Compliance Regulatória}) + (1 - \text{Conformidade Técnica}) + (1 - \text{Satisfação do Cliente})] / 3$$

Descrição dos Parâmetros:

- **Compliance Regulatória:** aderência às normas da ANEEL e requisitos legais (valor entre 0 e 1).



Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

- **Conformidade Técnica:** percentual de entregas que atenderam aos requisitos técnicos (valor entre 0 e 1).
- **Satisfação do Cliente:** resultado médio de pesquisas de satisfação com stakeholders internos e externos (valor entre 0 e 1).

Exemplo de Aplicação:

Compliance Regulatória = 0,95

Conformidade Técnica = 0,90

Satisfação do Cliente = 0,88

$$FRQ = [(1 - 0,95) + (1 - 0,90) + (1 - 0,88)] / 3$$

$$FRQ = [0,05 + 0,10 + 0,12] / 3$$

$$FRQ = 0,27 / 3 = 0,09$$

Classificação: FRQ = 0,09 → Muito Baixo Risco de Qualidade

Faixas de Classificação dos Riscos (aplicável aos 3 fatores)

Valor do Fator	Classificação do Risco
0,00 – 0,20	Muito Baixo
0,21 – 0,40	Baixo
0,41 – 0,60	Médio
0,61 – 0,80	Alto
0,81 – 1,00	Muito Alto

Quadro 6: Impacto dos Fatores de Risco.

Fonte: Adaptado pelo Autor.

3.14 - Impacto dos Fatores de Risco nos Resultados Operacionais e Estratégicos

Os fatores de risco FRI (Fator de Risco de Insolvência), FRP (Fator de Risco de Produção) e FRQ (Fator de Risco de Qualidade) são métricas essenciais para mensurar a



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA **12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

exposição das operadoras metroferroviárias a diferentes tipos de risco na contratação de energia no mercado livre. Cada fator varia numa escala contínua entre 0 e 1, onde valores próximos a zero indicam baixo risco e valores próximos a 1 indicam alto risco.

3.14.1 - Valores Abaixo de 1: Indicação de Baixo a Moderado Risco

Quando os valores de FRI, FRP e FRQ estão **abaixo de 1**, e particularmente dentro das faixas classificadas como Muito Baixo (0,00 a 0,20) e Baixo (0,21 a 0,40), indica-se que o fornecedor apresenta condições favoráveis para a operadora metroferroviária. Isso impacta positivamente os resultados operacionais e estratégicos, conforme detalhado abaixo:

- **FRI baixo:** Reflete estabilidade financeira do fornecedor, diminuindo a probabilidade de insolvência e garantindo segurança contratual. Isso reduz riscos financeiros e evita custos decorrentes de interrupções contratuais.
- **FRP baixo:** Indica alta confiabilidade na geração e entrega de energia, fundamental para manter a operação contínua e eficiente do sistema metroferroviário, reduzindo riscos de falhas técnicas ou fornecimento insuficiente.
- **FRQ baixo:** Assegura conformidade com normas regulatórias e técnicas, além de alta satisfação dos clientes internos e externos, contribuindo para a reputação positiva e alinhamento com práticas ESG.

Esses valores favorecem um **Retorno Operacional Qualitativo (ROI/Saving)** relevante, pois a estabilidade, qualidade e segurança do fornecimento impactam diretamente na eficiência operacional e satisfação dos stakeholders, como passageiros, órgãos reguladores e acionistas.



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

3.14.2 - Valores Acima de 1: Interpretação e Considerações

No modelo proposto, os fatores de risco são concebidos para assumir valores máximos próximos a 1, pois representam a soma e média de componentes entre 0 e 1. Um valor superior a 1 indicaria um erro na modelagem ou cálculo, pois ultrapassaria o limite máximo da escala estabelecida. Por isso, a interpretação técnica considera que:

- **Valores acima de 1 não são válidos no modelo**, pois indicam inconsistências nos dados ou aplicação incorreta das fórmulas.
- Caso ocorram valores acima de 1, deve-se revisar a entrada dos dados para assegurar que todos os parâmetros estejam dentro do intervalo correto (0 a 1).
- Em uma situação hipotética em que fatores ultrapassassem 1 (por exemplo, soma dos parâmetros maior que o esperado), isso significaria um risco extremo e inviável para a continuidade da relação comercial, sugerindo que o fornecedor não atende nem aos critérios mínimos de avaliação.

3.14.3 - Impactos Estratégicos e Operacionais dos Valores Próximos a 1

Valores próximos de 1, ainda que válidos, indicam **altíssimo risco** e sinalizam situações críticas, tais como:

- No **FRI**, risco elevado de insolvência pode resultar em atrasos de pagamento, falência do fornecedor e consequente ruptura do fornecimento de energia.
- No **FRP**, risco elevado aponta para instabilidade na geração e possíveis falhas técnicas recorrentes, prejudicando a operação metroferroviária e gerando custos adicionais para mitigação.
- No **FRQ**, risco alto indica baixa conformidade regulatória e insatisfação dos clientes, podendo acarretar penalidades legais, multas, ou perda da confiança dos usuários.



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Tais condições obrigam a operadora a reavaliar a relação com o fornecedor, buscar alternativas no mercado e implementar ações corretivas imediatas para mitigar impactos.

Desta forma, a correta interpretação dos fatores de risco é crucial para um processo eficaz de *Strategic Sourcing* no mercado livre de energia. Valores bem calibrados abaixo de 1, e preferencialmente abaixo de 0,40, indicam fornecedores confiáveis, alinhados com a estratégia de segurança, qualidade e governança da operadora metroferroviária. Já valores elevados aproximando-se ou ultrapassando 1 indicam riscos significativos e inviabilizam a relação contratual, reforçando a importância da monitorização constante e da aplicação disciplinada do modelo proposto.

4 - CONCLUSÕES

A proposta de um modelo de gestão baseado em técnicas de *Strategic Sourcing* e avaliação integrada dos fatores de risco de insolvência, produção e qualidade representa um avanço significativo para as operadoras metroferroviárias no mercado livre de energia. A complexidade e criticidade da operação exigem abordagens que ultrapassem a simples análise de preço, incorporando avaliações financeiras, operacionais e de qualidade em um único framework.

A aplicação do modelo possibilita maior segurança e sustentabilidade na gestão do fornecimento energético, com redução dos riscos de inadimplência, interrupções e falhas técnicas. Conforme destacado por Assaf Neto (2020), a gestão pró-ativa dos riscos financeiros é fundamental para a estabilidade do negócio, enquanto Slack, Chambers e Johnston (2017) reforçam a importância da confiabilidade operacional.

Dessa forma, ao alinhar uma gestão estratégica com indicadores financeiros, operacionais e qualitativos, a abordagem propicia visão essencial para a complexidade e volatilidade do setor energético contemporâneo. Além disso, o modelo incorpora os



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA **12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

princípios ESG, promovendo a governança corporativa e o compromisso com a sustentabilidade ambiental e social, aspectos cruciais para a imagem institucional e para o atendimento às exigências regulatórias contemporâneas (Elkington, 1997; Paladini, 2018).

O ROI e Saving operacional obtido através da mitigação de riscos e melhoria da governança representa ganhos que vão além da economia direta, impactando positivamente a reputação, a sustentabilidade e a eficiência operacional. Além disso, a incorporação dos critérios ESG no sourcing estratégico, reforça o compromisso das operadoras com práticas responsáveis, atendendo às demandas crescentes de investidores, reguladores e sociedade. Isso contribui também para o fortalecimento da cultura organizacional orientada por dados e decisões estratégicas, criando um ambiente propício para inovação e melhoria contínua.

Sendo assim, buscou-se, portanto, oferecer um instrumento estratégico que apoie a alta administração na tomada de decisões, contribuindo para a resiliência e competitividade das operadoras metroferroviárias. A melhoria da qualidade do serviço, aliada à redução dos riscos, traz benefícios diretos e indiretos para as Operadoras. Para a implementação efetiva, recomenda-se um programa de capacitação técnica e desenvolvimento tecnológico, que permita a coleta, análise e monitoramento dos indicadores propostos.

Desta forma, o estudo apresentou um modelo propositivo de Strategic Sourcing para a inserção das operadoras metroferroviárias de passageiros no mercado livre de energia, alinhando eficiência operacional, critérios ESG e retorno sobre investimento (ROI). A proposta visa preencher uma lacuna importante no setor, que demanda modernização e integração estratégica para enfrentar desafios financeiros e ambientais crescentes (Kraljic, 1983).



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

A análise demonstrou que o consumo energético é uma das principais variáveis de custo nas operações metroferroviárias, reforçando a necessidade de uma gestão de suprimentos robusta e orientada por melhores práticas, como as preconizadas por Kraljic (1983). A segmentação dos insumos estratégicos, no caso a energia, permite um foco direcionado em fornecedores qualificados e em mitigação de riscos, conforme ressaltado por Monczka et al. (2010). A incorporação dos três fatores de risco — insolvência, produção e qualidade — na avaliação dos fornecedores trouxe uma visão multidimensional da cadeia de suprimentos, ampliando a capacidade de antecipação e gestão dos riscos críticos (Christopher & Peck, 2004). Tal abordagem é relevante para a construção de aplicações que assegurem a continuidade operacional e a confiabilidade energética.

Do ponto de vista ambiental, a adoção do modelo fortalece os indicadores ESG das empresas, principalmente pela redução das emissões associadas ao consumo energético (Sullivan & Mackenzie, 2017). Essa melhoria responde às exigências crescentes dos mercados e da sociedade por práticas corporativas responsáveis.

Outro ponto de destaque é a transparência e o compliance regulatório reforçados pela implementação do modelo, que inclui relatórios sistemáticos e acompanhamento contínuo dos contratos. Esses aspectos fortalecem a confiança dos stakeholders e asseguram conformidade com legislações, como a Lei nº 14.300/2022 (Marco Legal da Geração Distribuída) (Brasil, 2022).

O engajamento dos stakeholders internos e externos é igualmente essencial para o sucesso da iniciativa. A governança participativa e a comunicação aberta contribuem para o alinhamento dos objetivos estratégicos e a construção de uma cultura organizacional sustentável (Freeman, 2010).

A diversificação de fornecedores e a avaliação rigorosa de seus riscos também contribuem para a resiliência do sistema de fornecimento de energia, reduzindo a



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA **12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

exposição a falhas e interrupções que poderiam comprometer a operação metroferroviária (Sheffi, 2007). Cabe destacar que o modelo ainda não foi implementado na prática, o que abre espaço para estudos de caso futuros e validação em ambientes reais, permitindo ajustes e melhorias contínuas (Yin, 2014).

A adoção desse modelo pode servir de referência para outras empresas do setor e segmentos similares que enfrentam desafios análogos em relação à gestão energética e sustentabilidade, ampliando seu impacto positivo (Carter & Rogers, 2008).

Além disso, a proposta reforça a importância da inovação na gestão pública e privada, demonstrando que práticas estratégicas e sustentáveis podem coexistir e gerar valor tangível para as organizações (Hart & Milstein, 1999). Ao integrar critérios financeiros, técnicos e ESG, o modelo promove uma visão holística da gestão de energia, que é crucial para o desenvolvimento sustentável das operadoras metroferroviárias no contexto atual (Elkington, 1997).

Embora ainda não implementada, uma gestão orientada às técnicas de *Strategic Sourcing*, pode estabelecer um novo padrão para a gestão energética das operadoras metroferroviárias, capaz de assegurar a competitividade e sustentabilidade ao segmento. Assim, este modelo pioneiro pode servir de referência para outras áreas do transporte público, estimulando a adoção de práticas integradas de gestão de riscos e sustentabilidade, essenciais para os desafios do futuro. O investimento inicial é justificado pelos ganhos esperados em eficiência, governança e sustentabilidade.

Em síntese, a implementação do modelo proposto representa uma oportunidade concreta de modernização, otimização e governança que atende tanto às demandas econômicas quanto ambientais, contribuindo para a competitividade do setor (Seuring & Müller, 2008). Por fim, vislumbra-se que a abordagem levantada, contribua para o avanço do conhecimento técnico e estratégico em gestão de energia para o setor



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

metroferroviário, incentivando práticas que promovam eficiência, sustentabilidade e responsabilidade corporativa (Kolk, 2016).

5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AES BRASIL. Como o Mercado Livre de Energia pode impulsionar as metas ESG da sua empresa. 2023. Disponível em: <https://livremercadodeenergia.com.br>. Acesso em: 10 jun. 2025.

ANEEL. *Regulamento do Mercado Livre de Energia Elétrica*. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica, 2022.

ANPTrilhos. Relatório de Mobilidade por Trilhos no Brasil. Brasília, 2023.

ASSAF NETO, Alexandre. *Estrutura e Análise de Balanços: Uma abordagem prática*. 13. ed. São Paulo: Atlas, 2020.

ASSAF NETO, A. *Estratégia e Gestão Financeira*. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2020.

BARRETO E SILVA, Daniele. *Qual o ROI das ações de sustentabilidade em supply chain management?* Grant Thornton Brasil, 2022. Disponível em: <https://www.grantthornton.com.br/insights/artigos-e-publicacoes/qual-o-roi-das-acoes-de-sustentabilidade-em-supply-chain-management/>. Acesso em: 06 jul. 2025.

BRASIL. Lei nº 14.300, de 6 de janeiro de 2022. Institui o Marco Legal da Geração Distribuída, o sistema de compensação de energia elétrica e dá outras providências. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, 7 jan. 2022.

BRASIL. *Lei nº 14.133, de 1º de abril de 2021*. Institui a nova Lei de Licitações e Contratos Administrativos. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, ano 159, n. 61-A, p. 1, 1 abr. 2021.

CARTER, C. R.; ROGERS, D. S. A framework of sustainable supply chain management: moving toward new theory. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, v. 38, n. 5, p. 360–387, 2008. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/09600030810882816/full/html>. Acesso em: 5 jul. 2025.



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

CARVALHO, J. R. de. *Gestão da Energia: Conceitos e Aplicações*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017.

CARVALHO, Marly Monteiro de. *Gestão da Produção e Operações*. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

CHRISTOPHER, M.; PECK, H. Building the resilient supply chain. *The International Journal of Logistics Management*, v. 15, n. 2, p. 1–13, 2004.

ELKINGTON, John. *Cannibals with Forks: The Triple Bottom Line of 21st Century Business*. New Society Publishers, 1997.

FREEMAN, R. E. *Strategic management: a stakeholder approach*. Cambridge: Cambridge University Press, 2010.

HART, S. L.; MILSTEIN, M. B. Global sustainability and the creative destruction of industries. *Sloan Management Review*, v. 41, n. 1, p. 23–33, 1999. Disponível em: <https://sloanreview.mit.edu/article/global-sustainability-and-the-creative-destruction-of-industries/>. Acesso em: 5 jul. 2025.

IONICS. O que é Strategic Sourcing? 2022. Disponível em: <https://www.ionics.com.br>. Acesso em: 8 jun. 2025.

KOLK, A. The social responsibility of international business: from ethics and the environment to CSR and sustainable development. *Journal of World Business*, v. 51, n. 1, p. 23–34, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jwb.2015.08.010>. Acesso em: 5 jul. 2025.

KRALJIC, P. (1983). Purchasing must become supply management. *Harvard Business Review*, 61(5), 109-117.

METRÓPOLES. Mercado livre de energia auxilia empresas para índices ESG. Disponível em: <https://www.metropoles.com/dino/mercado-livre-de-energia-auxilia-empresas-para-indices-esg>.

MONCZKA, R. M. et al. *Purchasing and Supply Chain Management*. 4. ed. Boston: Cengage Learning, 2010.

PALADINI, Edson Pacheco. *Gestão da Qualidade: Teoria e Cases*. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2018.



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

PALADINI, E. P. *Gestão de Processos e Sustentabilidade Empresarial*. São Paulo: Atlas, 2018.

PADOVEZE, C. L. *Governança Corporativa, Riscos e Compliance*. São Paulo: Atlas, 2019.

PADOVEZE, Clóvis Luís. *Gestão Financeira*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

PEREIRA, M. A. *Inovação e Tecnologia na Gestão Energética*. São Paulo: Elsevier, 2016.

PEREIRA, Edson Luiz Riccio. *Gestão Estratégica de Compras e Suprimentos*. São Paulo: Saraiva, 2016.

PORTER, M.; KRAMER, M. Creating Shared Value. *Harvard Business Review*, jan.–fev. 2011.

SEURING, S.; MÜLLER, M. From a literature review to a conceptual framework for sustainable supply chain management. *Journal of Cleaner Production*, v. 16, n. 15, p. 1699–1710, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2008.04.020>. Acesso em: 5 jul. 2025.

SILVA, José Carlos de Souza e. *Gestão de Riscos em Projetos e Cadeias de Suprimentos*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2019.

SHEFFI, Y. *The resilient enterprise: overcoming vulnerability for competitive advantage*. Cambridge: MIT Press, 2007.

SILVA, R. M. da. *Análise de Riscos no Setor Energético*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2019.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. *Administração da Produção*. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

SULLIVAN, R.; MACKENZIE, C. Responsible investment: guide to ESG data providers and relevant trends. *Journal of Applied Corporate Finance*, v. 29, n. 2, p. 62–71, 2017.

UOL. ESG: como a tecnologia poupa tempo e recursos na cadeia de suprimentos. 2022. Disponível em: <https://www.uol.com.br/tilt/noticias/redacao/2022/09/28>. Acesso em: 10 jun. 2025.

YIN, R. K. *Case study research: design and methods*. 5. ed. Thousand Oaks: Sage Publications, 2014.