

INFORMATIVO TÉCNICO

Programa de Logística Verde Brasil



Redesenho de Redes Logísticas como Alavanca para Redução de Emissões.

Realização: Vitor Olavo

A descarbonização das cadeias logísticas tem se consolidado como um dos principais desafios estratégicos das organizações que assumem compromissos climáticos consistentes. Embora iniciativas como eletrificação de frotas, uso de biocombustíveis ou aquisição de créditos de carbono sejam frequentemente destacadas nos planos corporativos, tais medidas atuam predominantemente na dimensão tecnológica ou compensatória. A engenharia da rede logística, por sua vez, permanece subexplorada como instrumento estruturante de mitigação de emissões, especialmente no contexto das emissões indiretas classificadas como Escopo 3 pelo Greenhouse Gas Protocol.

O redesenho de redes logísticas compreende decisões estruturais relativas à localização de instalações, definição de fluxos (transferência, coleta e distribuição), escolha do modo de transporte, políticas de estoque e níveis de serviço. Essas decisões determinam a quantidade total de tonelada-quilômetro movimentada, a intensidade energética da operação e, conseqüentemente, a magnitude das emissões de gases de efeito estufa associadas ao transporte e à armazenagem. Ao contrário de intervenções pontuais, o redesenho atua na geometria do sistema logístico, alterando distâncias médias percorridas, padrões de consolidação de carga e integração entre diferentes modos de transporte.

De acordo com o Intergovernmental Panel on Climate Change, estratégias de eficiência sistêmica e reorganização estrutural das cadeias produtivas possuem elevado potencial de mitigação, sobretudo quando combinadas à melhoria da infraestrutura e à mudança na matriz de transporte. No contexto brasileiro, marcado por forte predominância do transporte rodoviário, a reorganização da rede pode viabilizar maior participação dos modos ferroviário e aquático, cuja intensidade média de emissões por tonelada-quilometro transportada é inferior à do transporte rodoviário, conforme análises da International Energy Agency.

Além da escolha do modo de transporte, a configuração espacial da rede impacta diretamente a eficiência operacional. Redes excessivamente fragmentadas tendem a gerar redundâncias de estoque e viagens com baixa taxa de ocupação, enquanto redes excessivamente centralizadas podem ampliar distâncias médias e comprometer níveis de serviço. A engenharia logística aplicada à descarbonização exige, portanto, modelos integrados de localização-alocação capazes de equilibrar custo total, nível de serviço e intensidade carbônica.

Nesse sentido, torna-se fundamental compreender como cada decisão estrutural se conecta a variáveis logísticas mensuráveis e, por consequência, às emissões associadas. Na Tabela 01 é possível observar a relação entre decisões de engenharia da rede, variáveis operacionais impactadas e seus respectivos reflexos sobre as emissões de gases de efeito estufa.

Tabela 01: Relação entre decisões estruturais da rede logística e impacto em emissões.

Decisão de Engenharia	Variável Logística Afetada	Impacto Potencial nas Emissões
Localização de centros de distribuição	Distância média percorrida (km)	Redução ou aumento do total de tonelada-quilômetro (t-km)
Escolha do modo de transporte	Intensidade carbônica (gCO ₂ /t-km)	Alteração do fator de emissão da operação
Política de estoque	Frequência de envios (fe)	Variação no volume transportado e no consumo energético
Consolidação de cargas	Taxa de ocupação (%)	Redução de viagens com capacidade ociosa
Estratégia de centralização/descentralização	Número de fluxos logísticos (n)	Alteração estrutural na matriz de transporte



A sistematização apresentada evidencia que a redução de emissões pode ocorrer antes mesmo da adoção de novas tecnologias e fontes de energia. Ao diminuir distâncias médias, aumentar taxas de ocupação e promover uso mais eficiente dos modos de transporte, a empresa reduz emissões estruturais. Tal abordagem é coerente com as diretrizes metodológicas propostas pelo World Resources Institute e pelo World Business Council for Sustainable Development no âmbito da contabilização corporativa de emissões.

Outro elemento crítico reside na integração entre política de estoques e frequência de transporte. A redução de estoques pode elevar a frequência de envios e, conseqüentemente, aumentar as emissões, enquanto estoques elevados podem reduzir fluxos, mas ampliar custos financeiros e riscos operacionais. Estudos clássicos de gestão estratégica da cadeia de suprimentos demonstram que decisões de localização e estoque influenciam estruturalmente o desempenho econômico e ambiental das cadeias (CHOPRA; MEINDL, 2016).

Assim, o redesenho da rede logística deve ser compreendido como decisão de engenharia estratégica voltada à redução estrutural de emissões. Ao alterar distâncias, reorganizar fluxos e redefinir o uso dos modos de transporte, a empresa reduz emissões antes mesmo de promover substituições tecnológicas. Essa abordagem cria as condições necessárias para padronização confiável de dados logísticos, avaliação sistêmica de embalagens e incorporação de critérios ESG em contratos logísticos, temas que, em conjunto, estruturam a base técnica para a descarbonização do Escopo 3.

O redesenho, portanto, inaugura o ciclo fechado de pensamento que orientará o Primeiro Workshop PLVB (colocar o nome): primeiro reorganiza-se a arquitetura do sistema; em seguida, estrutura-se a governança dos dados; posteriormente, analisam-se vetores físicos ocultos de emissão; por fim, consolida-se a internalização contratual das metas climáticas.



Referências

CHOPRA, Sunil; MEINDL, Peter. Supply chain management: strategy, planning, and operation. 6. ed. Boston: Pearson, 2016.

GREENHOUSE GAS PROTOCOL. Corporate value chain (Scope 3) accounting and reporting standard. Washington, DC: World Resources Institute; World Business Council for Sustainable Development, 2011.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2022.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). Transport sector CO₂ emissions. Paris: IEA, 2023.

WORLD RESOURCES INSTITUTE (WRI); WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT (WBCSD). The greenhouse gas protocol: a corporate accounting and reporting standard. Washington, DC, 2004.

