

ADAPTAÇÃO A MUDANÇAS CLIMÁTICAS EM CONCESSÕES RODOVIÁRIAS NACIONAIS

BEATRIZ MASSENA COSTA

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO - UFRJ

Introdução

O reconhecimento de que o futuro é incerto coloca em xeque as metodologias utilizadas atualmente no planejamento de transportes, e, mais especificamente, na elaboração da projeção econômico-financeira de projetos de concessões e de todos os documentos que a precedem (como estudos de demanda, estudos de engenharia e modelos operacionais e econômico-financeiros). As comprovações científicas de que, no futuro, os gestores públicos terão que lidar com eventos climáticos extremos ocorrendo em maior frequência, devido aos efeitos das mudanças climáticas, são inúmeras.

Problema de Pesquisa e Objetivo

O presente artigo tem por objetivo demonstrar que, apesar das comprovações do fenômeno de mudanças climáticas e do fato de o Brasil ser um país equatorial e tropical, sensível aos eventos climáticos extremos, e com alta participação de população vulnerável, que mais sofre os impactos das mudanças climáticas, ainda não se nota, no planejamento público, a preocupação com a resiliência de infraestruturas de transportes aos efeitos das mudanças climáticas.

Fundamentação Teórica

Apesar de a expansão da gama de riscos considerados na fase de projeto possa, para alguns, parecer prejudicial para uma solução bem-sucedida de um processo de decisão, ignorar propositalmente certas incertezas pode também ser prejudicial para a obtenção de resultados bem-sucedidos. A assunção de riscos gerenciáveis é parte indissociável do desenvolvimento e da inovação. (Hallegate et al, 2012). Especificamente nos contratos, os riscos são alocados para a parte que é mais capaz de influenciar aquela quantidade e tipo de risco (Scott, 1987).

Metodologia

Tendo em vista a relevância de se considerar os impactos das mudanças climáticas no projeto de infraestruturas de transporte de longo prazo, buscou-se identificar se os projetos de concessões rodoviárias nacionais, bem como o plano nacional do setor de transportes, considerou essa variável em suas projeções. Para a avaliação do planejamento setorial, foram analisados os documentos do Plano Nacional de Logística PNL 2035 (Brasil, 2021), A escolha dos documentos analisados foi feita com base na sua atualidade, relevância em termos de investimentos, extensão, prazo, e diversidade locacional.

Análise dos Resultados

A revisão documental dos contratos de concessão demonstrou que os documentos não tratam especificamente de incertezas climáticas. Alguns contratos apresentam avanços em termos de obrigações frente a mitigação a mudanças climáticas, porém nenhum traz uma solução robusta para tratamento de incertezas climáticas com vistas à construção de infraestruturas mais resilientes.

Conclusão

Considerando-se os impactos negativos que as mudanças climáticas podem trazer sobre as infraestruturas rodoviárias, a inexistência de análise sobre o tema nos estudos que embasam as concessões rodoviárias demonstra uma possível fragilidade desses documentos. Ainda, perde-se, com isso, o potencial de aproveitamento do momento de elaboração dos projetos de expansão, pois os investimentos posteriores, realizados de forma reativa, apresentam-se de maior monta que os investimentos realizados previamente (Koetse e Rietveld, 2012; Schweikert et al, 2014; Twerefou et al, 2015)

Referências Bibliográficas

KOETSE, M. J. e RIETVELD, P. (2012). Adaptation to Climate Change in the Transport Sector. *Transport Reviews*, v.32, n.3, p.267-286, 2012. DOI: 10.1080/01441647.2012.657716. SCHWEIKERT, Amy; CHINOWSKY, Paul; KWIATKOWSKI, Kyle; JOHNSON, Akash; SHILLING, Elizabeth; STRZEPEK, Kenneth; STRZEPEK, Niko. Road Infrastructure and Climate Change: Impacts and Adaptations for South Africa. *Journal of Infrastructure Systems*, v.21, issue 3, 2014. DOI: 10.1061/(ASCE)IS.1943-555X.0000235. BRASIL. Ministério da Infraestrutura, Empresa de Planejamento e Logística. PNL 2035: Plano Nacional de Logística. Brasília

Palavras Chave

Mudanças climáticas, Adaptação, Transporte Rodoviário

ADAPTAÇÃO A MUDANÇAS CLIMÁTICAS EM CONCESSÕES RODOVIÁRIAS NACIONAIS

1 INTRODUÇÃO

O reconhecimento de que o futuro é incerto coloca em xeque as metodologias utilizadas atualmente no planejamento de transportes, e, mais especificamente, na elaboração da projeção econômico-financeira de projetos de concessões e de todos os documentos que a precedem (como estudos de demanda, estudos de engenharia e modelos operacionais e econômico-financeiros). As comprovações científicas de que, no futuro, os gestores públicos terão que lidar com eventos climáticos extremos ocorrendo em maior frequência, devido aos efeitos das mudanças climáticas, são inúmeras. O Sexto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (“Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC, Sixth Assessment Report, AR6”), de outubro de 2021, por exemplo, apresenta os resultados, de forma gráfica, dos modelos climáticos por eles revisados, que são distribuídos, ainda, em diferentes cenários de mudanças de clima (IPCC, 2021). A quantidade de cenários e modelos revisados demonstra não só a certeza sobre o processo, como também a incerteza sobre a amplitude de seus efeitos. No setor de transportes, por exemplo, sob o prisma das mudanças climáticas, questiona-se não só se as regiões hoje grandes produtoras agrícolas manterão sua relevância, como também a resiliência das infraestruturas de transportes existentes e projetadas, entre outros efeitos que os eventos climáticos extremos podem ocasionar sobre essas infraestruturas.

De fato, dentre as fontes de incerteza do setor de transporte, que já eram múltiplas, devem-se passar a considerar, além dos impactos da mudança do clima em resiliência e necessidade de investimentos: mudanças na demanda por viagens na sociedade, suas causas e provável manutenção; velocidade e natureza da transição energética para veículos movidos por outras fontes de energia diferentes de combustíveis fósseis; futura forma de precificação de viagens rodoviárias de veículos elétricos; era digital com seus desenvolvimentos em tecnologia de informação e comunicação influenciando comportamentos; entrada de tecnologias veiculares inteligentes, automatizadas e conectadas; e os fatores tradicionais de crescimento populacional, preço de combustíveis, renda disponível e uso da terra (LYONS E MARSDEN, 2019).

Sobre resiliência de infraestruturas de transportes, Meyer e Weigel (2011) alertam para os impactos significativos que as mudanças climáticas podem operar nas instalações e sistemas de transportes, como: a elevação do nível do mar, que ameaça estruturas de baixa altitude como rodovias e ferrovias costeiras e portos; o aumento do risco de ventos fortes e furacões, com impacto relevante em pontes; o aumento do volume de precipitações e, conseqüentemente, de inundações, e seu impacto na instalação de drenagem; aumento de temperatura, que, quando muito altas, podem fazer com que os pavimentos de concreto de estradas entortem e amoleçam; além de outras ocorrências relativas ao derretimento e à mudança de regimes de neve.

Ao se discutir resiliência dos sistemas de transporte, com vistas à proteção da operação, tem-se em vista ações de adaptação às mudanças climáticas (NG ET AL., 2018). Ou seja, com vistas a adequar a infraestrutura de transportes aos efeitos já comprovados das mudanças climáticas, deve-se considerar estratégias de adaptação, que se diferenciam das estratégias de mitigação às mudanças climáticas. Considera-se mitigação a busca pela redução dos efeitos dos sistemas de transportes no sistema atmosférico, ou seja, a busca por medidas de redução da emissão de gases de efeito estufa pelo setor (WANG ET AL, 2020).

Ainda que as medidas de mitigação às mudanças climáticas já sejam amplamente disseminadas e acompanhadas, até mesmo por organismos internacionais, por meio das contribuições nacionalmente determinadas (NDC) (BRASIL, 2020c), por exemplo, e que as

mudanças climáticas sejam um fenômeno comprovado cientificamente (IPCC, 2021), as medidas de adaptação ainda são incipientes, mesmo nos países que mais destinam recursos à pesquisa nesse campo (VAJJARAPU ET AL, 2019; WANG ET AL, 2020). Além disso, as medidas de adaptação ainda carecem de uma metodologia padrão ou predominante de tratamento que facilite sua incorporação em projetos de investimentos (WANG ET AL, 2020). A produção de literatura sobre as possibilidades de adaptação é maior no Norte (principalmente nos Estados Unidos da América e na Europa) do que no Sul global, apesar das maiores vulnerabilidades do Sul às mudanças climáticas, em termos de escala geográfica e de quantidade de pessoas afetadas, e de suas redes de infraestrutura em fase de expansão. Perde-se a oportunidade, nesses países, de se aproveitar esse momento de expansão de capacidade para a incorporação de questões relativas à resiliência climática (KOETSE E RIETVELD, 2012).

Elencam-se como desafios para o avanço da agenda de adaptação no setor de transportes o fato de a literatura existente ser muito vaga, focar em princípios gerais, concentrar-se nos impactos de curto prazo, ser apresentada de forma fragmentada ou em medidas excessivamente técnicas; a falta de disseminação de conhecimento acerca do tema; a carência de teorias, temas ou periódicos dominantes sobre o assunto; o fato de os modelos existentes não fornecerem uma solução padronizada para os tomadores de decisão; a alta incerteza envolvida no tema; muitas ferramentas não serem diretamente projetadas para o setor; a falta de acesso a recursos financeiros pelos pesquisadores; os curtos horizontes de planejamento, normalmente de 5 a 10 anos, que não acompanham a vida útil da infraestrutura, muitas vezes de mais de 50 anos (WANG ET AL, 2020); a existência de déficits de infraestrutura já existentes em muitos países, que impedem o avanço da agenda, uma vez que obrigam os gestores públicos a lidar, prioritariamente, com outras restrições e hesitarem em considerar ações de adaptação que impliquem em aumentos de custos no curto prazo; e o fato de a ciência e os modelos climáticos ainda não serem capazes de fornecer à comunidade de engenharia dados compatíveis com as formas convencionais de tomada de decisão (PICKETS ET AL, 2015).

Acerca das incertezas, destaca-se que os métodos tradicionais de planejamento de transportes carecem de tratamentos adequados de incertezas profundas (ANNEMA, 2013), o que, em se tratando de incertezas climáticas, pode ocasionar: i. gastos superiores se o tratamento for realizado em momento tardio do que os gastos esperados se o tratamento fosse realizado nas etapas iniciais de projeto (SCHWEIKERT ET AL, 2014; TWEREFU ET AL, 2015); ii. custos mais altos em financiamentos de organismos multilaterais (THE WORLD BANK GROUP, 2021); e iii. pressões de custos incalculáveis sobre a população do entorno, principalmente a mais vulnerável (LEVY E PATZ, 2018).

O presente artigo tem por objetivo demonstrar, por meio da análise de documentos usados em editais de concessão de infraestruturas rodoviárias nacionais recentes, que, apesar das comprovações do fenômeno de mudanças climáticas e do fato de o Brasil ser um país equatorial e tropical, sensível aos eventos climáticos extremos, e com alta participação de população vulnerável, que mais sofre os impactos das mudanças climáticas (LEVY E PATZ, 2018), ainda não se nota, no planejamento público, a preocupação com a resiliência de infraestruturas de transportes aos efeitos das mudanças climáticas. A seção que se segue versa sobre a importância da incorporação das incertezas climáticas nos projetos de infraestruturas rodoviárias. A seção seguinte aborda a metodologia utilizada no trabalho, e, na sequência, é realizada a revisão documental, utilizada para demonstrar a sentença apresentada acima. Nas conclusões e discussões são apresentadas possibilidades de futuras análises.

2 INCERTEZAS CLIMÁTICAS NOS PROJETOS DE INFRAESTRUTURAS RODOVIÁRIAS

Ao lidar com perspectivas de investimento de longo prazo, normalmente com horizonte de aproximadamente 30 anos, depara-se invariavelmente com projeções de um futuro tão incerto que não é possível prever. Como alertado por Annema (2013), esse é o caso de investimentos de longo prazo do setor de transportes. Para Lyons e Marsden (2019), é premissa de que estamos vivenciando um momento de incertezas profundas acerca do futuro, o que nos obriga a refletir e revisar como essas incertezas são tratadas.

O uso das tradicionais ferramentas preditivas tem demonstrado limitações e falhas ao tratarem de incertezas profundas sobre o futuro, com utilização exclusiva de extrapolação de tendências e relacionamentos históricos dos dados que se conhecem hoje para elaborar as projeções futuras (LYONS, 2016). Tais projeções são apresentadas em formatos quantitativos que aparentam autoridade e precisão, porém acabam por ocultar incertezas (LYONS E MARSDEN, 2019), e são particularmente nocivas devido à tendência geral de se confiar demais na habilidade do analista em prever o futuro (SLOVIC ET AL., 1981).

Marsden e McDonald (2019) reforçam o comprometimento com decisões tomadas previamente dos planos unicamente baseados em dados passados, conservando práticas que contribuem para manter o discurso dominante e convencional. A abordagem tradicional de planejamento e demanda por transportes, com sua limitação em lidar com novas tendências na sociedade, se mostrou incapaz, por exemplo, de explorar e analisar as orientações voltadas à mitigação climática.

Em relação às mudanças climáticas, há que se comentar sobre as incertezas decorrentes das futuras emissões de gases de efeito estufa; de como os sistemas climáticos globais e locais reagirão a essas emissões; da resposta dos outros sistemas a esses múltiplos cenários de emissões, como os ecossistemas; de seus efeitos indiretos na sociedade e na economia em função da sua vulnerabilidade e capacidade de adaptação; e do downscaling dos modelos climáticos globais para os regionais, que resultam em diferentes dados locais sobre precipitação, temperatura e probabilidade de inundação, por exemplo (DITTRICH ET AL., 2016).

Ainda assim, Lyons (2016) compartilha da visão de que, ainda hoje, para a tomada de decisão de investimentos por planejadores e formuladores de políticas públicas em transportes, são comumente utilizadas ferramentas tradicionais preditivas na etapa de desenvolvimento e avaliação de planos, por serem as mais aceitas pelos gestores. Ainda, há uma barreira institucional difícil de transpor para que esse status mude (Lyons e Marsden, 2019).

Os desafios em reconhecer, representar e comunicar incertezas geram uma tensão crescente entre conceito e prática de planejamento (Witzel, 2020), e, por esse motivo, é importante engajar os tomadores de decisão na defesa de métodos que visem à resiliência das infraestruturas de transportes, lançando luz sobre as incertezas climáticas, e não as ocultando.

Sobre os impactos das mudanças climáticas nas infraestruturas de transportes, Meyer e Weigel (2011) destacam a elevação do nível do mar, que ameaça inundar instalações de transporte de baixa altitude como rodovias costeiras, ferrovias e portos. Também destacam, para infraestruturas com essas características de altitude, o aumento do risco de inundações, furacões, ventos e tempestades mais fortes. Destacam, ainda, que temperaturas muito altas podem fazer com que os pavimentos entortem e amoleçam, que chuvas passem a cair no lugar de neve, aumentando problemas de drenagem, e que aumento da frequência de ciclos de congelamento/descongelamento pode afetar significativamente os projetos de pavimento.

Também há que se comentar sobre o aumento da ocorrência de tempestades, com seus diferentes impactos, que envolvem raios; tempestade severa; granizo; bloqueio de vias; ameaças de danos materiais, colisões e atrasos, com ou sem a ocorrência de deslizamentos de terra; e piora de visibilidade (Wang et al, 2020). Ainda, por acumular os efeitos adversos com

a urbanização crescente, as inundações se tornam mais corriqueiras com o aumento das chuvas (Vajjarapu et al, 2019).

Por tais motivos, torna-se premente incorporar medidas de adaptação às mudanças climáticas nos projetos de infraestruturas de transportes. Apesar de a expansão da gama de riscos considerados na fase de projeto possa, para alguns, parecer prejudicial para uma solução bem-sucedida de um processo de decisão, ignorar propositalmente certas incertezas pode também ser prejudicial para a obtenção de resultados bem-sucedidos. A assunção de riscos gerenciáveis é parte indissociável do desenvolvimento e da inovação (HALLEGATE ET AL, 2012).

Especificamente nos contratos, os riscos são alocados para a parte que é mais capaz de influenciar aquela quantidade e tipo de risco (SCOTT, 1987). Os contratos de concessão de infraestruturas rodoviárias possuem dispositivo dedicado ao detalhamento da alocação de riscos entre a concessionária de rodovias e o poder público concedente. A alocação de risco busca distribuir de forma eficiente o risco de todas as contingências no momento da contratação (SCOTT, 1987). Portanto, a matriz de risco dos contratos de concessão de rodovias evidencia que tipos de riscos foram tratados por aqueles estudos.

Outra forma de evidenciar se a adaptação às mudanças climáticas foi considerada é via análise dos estudos ambientais e de engenharia, que, no entanto, nem sempre estão disponíveis para consulta do público em geral.

Considerando as incertezas envolvidas no processo de mudança climática, o Banco Mundial elaborou uma metodologia para avaliar a resiliência de projetos a mudanças climáticas, (Sistema de Avaliação de Resiliência - Rating Resilience System, em inglês - RRS, The World Bank (2021)). A metodologia adota avaliações de C a A+ para determinar a resiliência do projeto, caracterizada pela confiança em se evitar baixa performance financeira, ambiental e social, comparado ao esperado. Uma classificação de risco alta denota maior confiança de que o investimento irá atingir a taxa de retorno esperada, e que o projeto continuará benéfico, apesar dos impactos de mudanças climáticas. Uma classificação baixa indica que os impactos de desastres e mudanças climáticas não foram totalmente explorados, então o projeto pode ter um risco maior de não performar como esperado. A metodologia difere do perfil de risco econômico-financeiro e setorial tradicionalmente avaliado pelos financiadores. O propósito do sistema é garantir que os riscos climáticos foram considerados e que os riscos residuais são transparentes para os tomadores de decisão, não ameaçam a receita líquida do projeto, e são geridos apropriadamente.

Para projetos que continuarão além de 2040, o The World Bank Group (2021) recomenda, por exemplo, considerar diferentes cenários de emissão, otimistas e pessimistas, e diferentes modelos climáticos. Existem hoje vários modelos climáticos, e seus resultados são regularmente revistos nos jornais acadêmicos e pelo IPCC. Enquanto os modelos concordam em projetar um aumento de temperatura global, eles discordam em mudanças locais, especialmente em termos de mudanças em precipitação ou eventos extremos. Por essa razão, a instituição considera essencial usar ao menos cinco modelos dos principais centros de pesquisa para definir os cenários. Os princípios-chave para rating mais alto incluem: i. aceitar, ao invés de ignorar, incerteza; ii. considerar cenários de baixa probabilidade; e iii. garantir processo de tomada de decisão robusto (The World Bank Group, 2021).

Outras formas de abordagem de adaptação a mudanças climáticas envolvem opções reais, tomada de decisão robusta e outras metodologias (DITTRICH ET AL, 2016; HALLEGATE ET AL, 2012; MEYER E WEIGEL, 2011; SCHWEIKERT ET AL, 2014; WANG, 2020).

3 METODOLOGIA

Tendo em vista a relevância de se considerar os impactos das mudanças climáticas no projeto de infraestruturas de transporte de longo prazo, buscou-se identificar se os projetos de concessões rodoviárias nacionais, bem como o plano nacional do setor de transportes atual, considerou essa variável em suas projeções.

Para a avaliação do planejamento setorial, foram analisados os documentos do Plano Nacional de Logística – PNL 2035 (Brasil, 2021), que congrega o planejamento federal do setor e é usado como referência para qualificação dos trechos para o programa de concessões rodoviárias federal. Por servir de orientação para priorização dos trechos a serem concedidos e, portanto, peça-chave do planejamento do setor, considera-se que este documento deveria não só incluir a avaliação sobre os impactos das mudanças climáticas nas infraestruturas de transportes, como também servir como documento direcionador de boas práticas de elaboração de projetos.

Para embasar a proposição de preço da licitação das concessões rodoviárias (quer seja máximo de tarifa cobrada do usuário, mínimo de outorga privada ou máximo de aporte público), o ente público responsável pela infraestrutura rodoviária cuja prestação de serviços é objeto do certame deve realizar uma série de estudos técnicos, que costumeiramente envolvem, entre outros: levantamento de campo de demanda, levantamento do cadastro da rodovia, levantamento de campo socioambiental, projeção de demanda, estudo de engenharia, estudo socioambiental, estudos jurídicos, modelo operacional e o modelo de avaliação econômico-financeira. Tendo como base esses estudos, são elaborados o edital, minuta de contrato, programa de exploração rodoviária, e seus anexos, aqui denominados “documentos editalícios”, que devem ser seguidos pelo vencedor da licitação ao longo de todo o prazo do contrato.

Como as concessões tem, costumeiramente, prazo de duração de 30 anos, prazo em que já se espera vivenciar os efeitos das mudanças climáticas, optou-se por utilizar os estudos e documentos editalícios como evidências de incorporação, ou não, desses efeitos no planejamento público de infraestruturas de transportes rodoviários. Os documentos avaliados estão listados na Tabela 1.

Tabela 1: Documentos Revisados

Projeto	Localização	Prazo da concessão	Mês de leilão (ou Aprovação para PNL)	Autoria
Plano Nacional de Logística 2035 - PNL	Nacional	Não se aplica	10/2021	Brasil, 2021
Rodovia de PIPA (Piracicaba – Panorama)	SP	30 anos	01/2020	São Paulo, 2019
BR-153/080/414	TO/GO	35 anos	04/2021	Brasil, 2020b
BR-116/101 (Dutra)	SP/RJ	30 anos	10/2021	Brasil, 2022
Rodovias RS Bloco 3	RS	30 anos	04/2022	Rio Grande do Sul, 2022
BR 116/493/465	RJ/MG	30 anos	05/2022	Brasil, 2023b
MS-112/BR-158/BR-436	MS	30 anos	11/2022	Mato Grosso do Sul, 2022
PA-150	PA	30 anos	03/2023	Pará, 2023
Rodoanel Norte SP	SP	31 anos	03/2023	São Paulo, 2022
Rodovias Integradas do Paraná – Lote 1	PR	30 anos	08/2023	Brasil, 2023c

Fonte: Elaboração própria

A escolha dos documentos analisados foi feita com base na sua atualidade, relevância em termos de investimentos, extensão e prazo, e diversidade locacional, o que resultou na

análise de nove documentos editalícios. Como informado, também foi avaliado o Plano Nacional de Logística – PNL 2035 (BRASIL, 2021). Para todas as concessões listadas foram avaliadas as alocações de risco dos contratos de concessão. Sempre que disponíveis, foram avaliados também os resultados dos estudos ambientais e de engenharia.

4 RESULTADOS DA REVISÃO DOCUMENTAL

4.1. O PNL 2035

Ainda que não aponte, diretamente, as obrigações de investimentos nas infraestruturas de transportes para um parceiro privado, o PNL, aprovado pelo Comitê Estratégico de Governança do Ministério da Infraestrutura em 15 de outubro de 2021, é o documento de planejamento federal da malha de transportes, e determina os gargalos logísticos que devem ser tratados até 2035. O documento define como um de seus princípios a “infraestrutura sustentável”, explora os termos “sustentabilidade” ou “sustentável” em três de suas dez diretrizes, e usa um indicador que denomina “sustentabilidade ambiental” para comparação dos cenários produzidos.

No entanto, o documento trata apenas da mitigação aos efeitos da mudança climática, no sentido de busca de redução de emissão de gases de efeito estufa pelo setor, sem a preocupação pela adaptação da infraestrutura aos efeitos da mudança climática. Como evidência do fato, o indicador de “sustentabilidade ambiental” mede o volume de gases de efeito estufa emitido em cada um dos cenários.

Sobre o tema, importa comentar que o Brasil se comprometeu com a redução das emissões de gás carbônico equivalente em 43% até 2030 frente às emissões de 2005 (BRASIL, 2020a). De acordo com a categorização realizada pelo Governo Brasileiro no Inventário Nacional de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa do Brasil, o setor de transportes é a segunda subcategoria setorial que isoladamente mais contribui com as emissões de gases de efeito estufa do Brasil: 14,1% das emissões advém da atividade, não muito atrás da principal emissora da categoria, que é a fermentação entérica de bovinos, responsável por 18,7% das emissões (BRASIL, 2016). Apesar disso, o PNL 2035 prevê, em seu melhor cenário de emissões (de um total de nove cenários), um aumento de 10,4% das emissões pelo setor de gás carbônico equivalente em 2035, em comparação com as emissões de 2017 (BRASIL, 2021).

Em que pese a relevância de se tratar da redução de gases de efeito estufa pelo setor, uma abordagem que avalie apenas o tema de mitigação às mudanças climáticas, deixando de lado a adaptação da infraestrutura, é incompleta, pois carece de reconhecer os impactos das mudanças climáticas nas infraestruturas correlatas. O PNL 2035 demonstra a marginalização que o tema ainda possui no ambiente de planejamento nacional do setor de transportes e logística.

4.2. DOCUMENTOS EDITALÍCIOS

A revisão documental dos contratos de concessão demonstrou que os documentos não tratam especificamente de incertezas climáticas. As principais incertezas correlatas tratadas nas matrizes de risco dos contratos são as relacionadas à demanda pela infraestrutura e ao custo dos investimentos, cujos riscos de frustração são alocados ao concessionário em todos os projetos, com exceção de BR 116/493/465, PA-150 e Rodoanel Norte SP, em que há um mecanismo de compartilhamento de riscos de preços de insumos. No entanto, esse tipo de risco tampouco importa em aumento de custos relacionados à necessidade de refazimento de obras e/ou reforços de infraestruturas.

Há uma pequena diferença em relação à responsabilidade pela obtenção das licenças ambientais dentre os projetos: todos alocam a responsabilidade ao concessionário, mas os projetos federais rodoviários imputam ao Poder Concedente o risco de investimentos e custos relacionados ao atendimento de condicionantes referentes a terras indígenas, comunidades quilombolas e sítios arqueológicos, necessárias à obtenção de licenças. Ainda que se tratem de itens ambientais, não dizem respeito a fatores climáticos.

Da forma como as alocações de risco são feitas, hoje, nos contratos, os chamados eventos extremos, ocasionados pelas mudanças climáticas, seriam alocados como “fatores imprevisíveis, fatores previsíveis de consequências incalculáveis, caso fortuito ou força maior”, que, de forma geral, em todos os contratos, são alocados: i. ao concessionário, se for segurável há pelo menos 1 ou 2 anos no mercado nacional; ou ii. ao Poder Concedente, se não segurável. Ou seja, a discussão passaria a ser sobre a possibilidade de obtenção de seguro para o evento ou não. Ainda que houvesse um mercado de seguros para proteção contra o risco de mudanças climáticas, destaca-se que esse é um formato de alocação de riscos de casos fortuitos ou força maior tradicional, e não foi incluído como uma inovação devido ao reconhecimento de mudanças climáticas.

Caso a mudança climática venha a ocorrer no sentido de variação da demanda, por exemplo pela mudança do ciclo de colheitas, o concessionário que arcaria com os custos em quase todos os casos, exceto para as rodovias que possuem algum mecanismo de compartilhamento de risco de demanda, como é o caso do Rodoanel Norte SP e do Lote 1 das Rodovias Paranaenses.

4.2.1 BR-153/080/414

Foi possível obter uma apresentação dos estudos de viabilidade técnica do Produto 2 – Tomo II: Estudos Ambientais usados na concessão da BR-153/080/414-TO/GO (BRASIL, 2020b). Nela, há o resultado de levantamento sobre o Marco Legal aplicável a este projeto. No tema específico de “Mudanças Climáticas”, foram observadas a existência de: i. Decreto nº 5445/05, que promulga o Protocolo de Quito à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima; e ii. Lei nº 12.187/09, que institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC). Esta última oficializa o compromisso voluntário de redução de emissões de gases de efeito estufa do Brasil junto à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. Ainda, os Estados de Goiás e Tocantins apresentam Leis específicas sobre Mudanças Climáticas, mas ambas também têm como foco a redução de emissões de gases de efeito estufa (Goiás, 2009; Tocantins, 2008).

4.2.2 PA-150

O Contrato de Concessão da PA-150 apresenta como um de seus anexos um documento intitulado “Diretrizes de Sustentabilidade”, que deve ser cumprido pela concessionária (PARÁ, 2023). Nele, está listado como obrigação da concessionária o processo de identificação de riscos e impactos, que deverá se balizar num processo de identificação que deverá considerar não só as emissões de gases de efeito estufa, como também os riscos relevantes associados às mudanças climáticas e à poluição do ar, incluindo os impactos indiretos do projeto sobre a biodiversidade ou sobre serviços de ecossistemas dos quais as comunidades afetadas dependem para sobrevivência.

O referido anexo determina que “a Concessionária deverá implementar uma gestão de emissões com foco na ampliação da capacidade humana e institucional para a mitigação, adaptação e redução dos impactos das mudanças climáticas.”

Com o cumprimento dessas obrigações, a concessionária poderia atuar em prol do desenvolvimento de uma infraestrutura mais resiliente, mas, ainda assim, sem a determinação de um método para tal. E precisaria requerer ao Poder Concedente autorização para realização de intervenções não previstas originalmente no programa de exploração rodoviária, se almejasse o respectivo equilíbrio econômico-financeiro do contrato advindo das novas bases de intervenções.

4.2.3 BR 116/493/465 e BR-116/101

Brasil (2023a) e Brasil (2022) instituem, para a BR 116/493/465 e a BR-116/101, o “Programa Carbono Zero”, que deverá ser implementado pelas Concessionárias com o objetivo de neutralizar as emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE), calculadas em carbono equivalente (CO₂e), provenientes das atividades de operação da Concessionária no Sistema Rodoviário. O Programa é composto pelas fases de Inventário, Compensação e de Certificação.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ainda que alguns dos contratos mais recentes de concessões rodoviárias já tenham a preocupação com a mitigação aos efeitos das mudanças climáticas, ao buscar a redução de emissões de gases de efeito estufa, nota-se que o avanço em direção à adaptação ainda é incipiente. Dentre os projetos avaliados, destaca-se a PA-150, que impõe à concessionária a implementação de gestão de emissões que vise, entre outros, a adaptação. Porém, em nenhum dos projetos foi identificada a realização de avaliação sobre a resiliência das infraestruturas aos efeitos das mudanças climáticas, ou de alocação de riscos inovadora que envolva as incertezas relativas às mudanças climáticas.

Considerando-se os impactos negativos que as mudanças climáticas podem trazer sobre as infraestruturas rodoviárias, a inexistência de análise sobre o tema nos estudos que embasam as concessões rodoviárias demonstra uma possível fragilidade desses documentos. Ainda, perde-se, com isso, o potencial de aproveitamento do momento de elaboração dos projetos de expansão, pois os investimentos posteriores, realizados de forma reativa, apresentam-se de maior monta que os investimentos realizados previamente (KOETSE E RIETVELD, 2012; SCHWEIKERT ET AL, 2014; TWEREFU ET AL, 2015).

Dada a lacuna encontrada, deve-se avaliar a proposição de uma abordagem que leve à incorporação da avaliação sobre a resiliência da infraestrutura rodoviária nos estudos de viabilidade dos projetos de concessão, o que resultará em cláusulas contratuais ou em obrigações do programa de exploração rodoviária, de execução obrigatória pela concessionária, a serem acompanhadas pelo Poder Concedente.

Para futuros trabalhos, a revisão documental do estado da prática em concessões rodoviárias estrangeiras é recomendada. Segundo Meyer e Weigel (2011), a Agência de Rodovias Inglesa, por exemplo, desenvolveu um processo de avaliação de risco para avaliação dos impactos das mudanças climáticas nos seus projetos. Essa avaliação é feita em função do horizonte de tempo da mudança esperada, do ciclo de vida esperado do ativo, da extensão de interrupção do uso do ativo, da severidade de interrupção, e da incerteza associada.

REFERÊNCIAS

ANNEMA, J.A. et al. Transport futures research. In: ANNEMA, J.; BANISTER, D.; WEE, B. **The Transport system and transport policy: an introduction**. Massachusetts: Edward Elgar Publishing, 2013. Cap.13, p. 305-328.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. SIRENE – Sistema de Registro Nacional de Emissões. **Inventário Nacional de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa do Brasil**. Brasília, DF: 2016.

BRASIL. Agência Nacional de Transportes Terrestres – ANTT. **BR-153-414-080**. Brasília, DF: 2020b. Disponível em: <https://antt-hml.antt.gov.br/br-153-414-080>. Acesso em: 09 jul. 2023.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. **Quarta Comunicação Nacional do Brasil à UNFCCC**. Brasília, DF: 2020c.

BRASIL. Ministério da Infraestrutura, Empresa de Planejamento e Logística. **PNL 2035: Plano Nacional de Logística**. Brasília, DF: 2021.

BRASIL. Agência Nacional de Transportes Terrestres – ANTT. **Status BR-116/101/SP/RJ**. Brasília, DF: 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/antt/pt-br/assuntos/rodovias/concessionarias/lista-de-concessoes/br-116-101-sp-rj>. Acesso em: 09 jul. 2023.

BRASIL. Agência Nacional de Transportes Terrestres – ANTT. **Contrato de Concessão Edital n° 01/2022**. Brasília, DF: 2023a. Disponível em: https://www.gov.br/antt/pt-br/assuntos/rodovias/concessionarias/lista-de-concessoes/ecoriominas/documentos-de-gestao/contrato-e-aditivos/contrato_br_116-465-493_rj-mg__assinado.pdf. Acesso em: 09 jul. 2023.

BRASIL. Agência Nacional de Transportes Terrestres – ANTT. **Informações BR-116/465/493/RJ/MG**. Brasília, DF: 2023b. Disponível em: <https://portal.antt.gov.br/resultado/-/asset_publisher/m2By5inRuGGs/content/id/2430831> Acesso em: 09 jul. 2023.

BRASIL. Agência Nacional de Transportes Terrestres – ANTT. **Informações Rodovias Integradas do Paraná**. Brasília, DF: 2023c. Disponível em: https://portal.antt.gov.br/resultado/-/asset_publisher/m2By5inRuGGs/content/id/2430983. Acesso em: 09/07/2023.

DITTRICH, Ruth; WREFORD, Anita; MORAN, Dominic. A survey of decision-making approaches for climate change adaptation: Are robust methods the way forward? **Ecological Economics**, v. 122, p.79–89, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2015.12.006>.

GOIAS (Estado). **Lei n° 16.497 de 10 de fevereiro de 2009**. Institui a Política Estadual sobre Mudanças Climáticas. Goiânia, GO: Diário Oficial do Estado, 2009.

HALLEGATE, Stéphane; SHAH, Ankur; BROWN, Casey; LEMPert, Robert; GILL, Stuart. **Investment Decision Making Under Deep Uncertainty - Application to Climate Change**, The World Bank, 2012.

IPCC. The Physical Science Basis. **Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido e Nova York, Estados Unidos da América, p.3–32, 2021.

KOETSE, M. J. e RIETVELD, P. (2012). Adaptation to Climate Change in the Transport Sector. **Transport Reviews**, v.32, n.3, p.267-286, 2012. DOI: 10.1080/01441647.2012.657716.

LEVY, Barry S.; PATZ, Jonathan. Climate Change, Human Rights, and Social Justice. **Annals of Global Health**, v. 81, 3, p.310-322, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aogh.2015.08.008>.

LYONS, G.; MARSDEN, G. Opening out and closing down: the treatment of uncertainty in transport planning's forecasting paradigm. **Transportation**, Springer, v. 48, p. 595-616, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11116-019-10067-x>.

MARSDEN, Greg; MCDONALD, Noreen C. Institutional issues in planning for more uncertain futures. **Transportation**, v. 46, p.1075–1092, 2019. DOI: 10.1007/s11116-017-9805-z.

MATO GROSSO DO SUL (Estado), Secretaria de Estado de Infraestrutura. **Documentos Concorrência N° 001/2022**. Campo Grande, MT: 2022. Disponível em: <https://www.epe.segov.ms.gov.br/documentos-concorrenca-no-001-2022/>. Acesso em: 09 jul. 2023.

MEYER, M. D.; WEIGEL, B. Weigel. Climate Change and Transportation Engineering: Preparing for a Sustainable Future . **Journal of Transportation Engineering**. ASCE, v. 137, n. 6, p. 393-403, 2011. DOI: 10.1061/(ASCE)TE.1943-5436.0000108.

NG, Adolf K.Y.; WANG, Tianni; YANG, Zaili; LI, Kevin X.; JIANG, Changmin. How is Business Adapting to Climate Change Impacts Appropriately? Insight from the Commercial Port Sector. **Journal of Business Ethics**, v. 150, p. 1029–1047, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10551-016-3179-6>.

PARÁ (Estado). Secretaria de Transportes do Estado do Pará. **Detalhes de Licitação: CP-005/2022 - Processo: 2021/1276937**. Belém, PA: 2023. Disponível em: <http://setran.pa.gov.br/site/licitacao/231>. Acesso em: 09 jul. 2023.

PICKETTS, Ian M.; ANDREY, Jean; MATTHEWS, Lindsay; DE'RY, Stephen J. ; TIGHE, Susan. Climate change adaptation strategies for transportation infrastructure in Prince George, Canada. **Regional Environmental Change**, v. 16, 2015. DOI:10.1007/s10113-015-0828-8.

RIO GRANDE DO SUL (Estado). Secretaria de Parcerias e Concessões. **Rodovias (RSC-287, BLOCO 3)**. Porto Alegre, RS: 2022. Disponível em: <https://parcerias.rs.gov.br/rodovias>. Consulta em: 09 jul. 2023.

SÃO PAULO (Estado). Agência de Transporte do Estado de São Paulo Novas Concessões: Lote Piracicaba-Panorama. São Paulo, SP: 2019. Disponível em: <http://www.artesp.sp.gov.br/Style%20Library/extranet/novas-paginas/CustomPage.aspx?page=54>. Acesso em: 09 jul. 2023.

SÃO PAULO (Estado), Agência de Transporte do Estado de São Paulo. **Licitações : Republicacao_RodoanelNorte**. São Paulo, SP: 2022. Disponível em: http://www.artesp.sp.gov.br/_layouts/15/start.aspx#/Shared%20Documents/Forms/AllItems.aspx?RootFolder=%2fShared%20Documents%2fLicita%20a7%20c3%20b5es%2fRepublicacao%2fRodoanelNorte&FolderCTID=0x012000B30DF7BDFF1B3D48BCED8284EAAFCECC. Acesso em: 09 jul. 2023.

SCHWEIKERT, Amy; CHINOWSKY, Paul; KWIATKOWSKI, Kyle; JOHNSON, Akash; SHILLING, Elizabeth; STRZEPEK, Kenneth; STRZEPEK, Niko. Road Infrastructure and

Climate Change: Impacts and Adaptations for South Africa. **Journal of Infrastructure Systems**, v.21, issue 3, 2014. DOI: 10.1061/(ASCE)IS.1943-555X.0000235.

SCOTT, Robert E. Conflict and Cooperation in Long-Term Contracts. **California Law Review**, v. 75. p.2005-2054, 1987.

SLOVIC, P.; FISCHHOFF, B.; LICHTENSTEIN, S.; ROE, F.J.C. Perceived risk: psychological factors and social implications [and discussion]. **Proceedings of the Royal Society of London**, v.376, n.1764, p.17–34, series A, Mathematical and Physical Sciences, 1981.

THE WORLD BANK GROUP, International Bank for Reconstruction and Development. **Resilience Rating System: A Methodology for Building and Tracking Resilience to Climate Change**. Washington DC, Estados Unidos da América, 2021.

TOCANTINS (Estado). **Lei nº 1.917, de 17 de abril de 2008**. Institui a Política Estadual sobre Mudanças Climáticas, Conservação Ambiental e Desenvolvimento Sustentável do Tocantins, e adota outras providências. Palmas, TO: Diário Oficial do Estado, 2008.

TWEREFUO, Daniel Kwabena; CHINOWSKY, Paul; ADJEI-MANTEY, Kwame; STRZEPEK, Niko Lazar. The Economic Impact of Climate Change on Road Infrastructure in Ghana. **Sustainability**, v.7, p.11949-11966, 2015. DOI:10.3390/su70911949.

VAJJARAPU, Harsha; VERMA, Ashish Verma; GULZAR, Saqib. Adaptation Policy Framework for Climate Change Impacts on Transportation Sector in Developing Countries. **Transportation in Developing Economies**. Springer, v.5, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40890-019-0071-y>.

WANG, Tianni; QU, Zhuohua; YANG, Zaili; NICHOL, Timothy; CLARKE, Geoff; GE, Ying-En. Climate change research on transportation systems: Climate risks, adaptation and planning. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 88, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102553> .

WITZEL, Jacob. Assessment tensions: How climate mitigation futures are marginalized in long-term transport planning. **Transportation Research Part D**, v. 87, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102503>.