

PROPOSTA DE MODELO DE GESTÃO ADAPTATIVA DE ECLUSAS POR MEIO DE PONTOS DE INFLEXÃO

Eliezé Bulhões de Carvalho

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT

Murielly Sthefhany de Almeida Calaça

Sergio Miranda

Serviços Técnicos de Engenharia – STE/SA

Bruna Renata Cavalcante de Barros

Universidade de Brasília

Programa de Pós-Graduação do Centro de Desenvolvimento Sustentável – PPGCDS/UnB

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT

Antonio Cesar Pinho Brasil Junior

Universidade de Brasília

Programa de Pós-Graduação do Centro de Desenvolvimento Sustentável – PPGCDS/UnB

RESUMO

O presente artigo estuda a gestão das eclusas e barragens sob responsabilidade do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), avaliando fatores como manutenção e envelhecimento das infraestruturas. A pesquisa é baseada nos conceitos de pontos de inflexão e gestão adaptativa, e guiada pelos planos do Governo Federal para o setor de transportes, na documentação técnica das eclusas e nos resultados de visitas realizadas às eclusas. Metade das eclusas estudadas encontram-se próximas dos 50 anos e em breve necessitarão de intervenções para manter sua operacionalidade. O estudo conclui que a implantação de um programa para prover o acompanhamento dessas eclusas subsidiará os gestores e técnicos na decisão do melhor momento para realizar recuperações ou modernizações nos sistemas.

ABSTRACT

This paper aims to study lock and dam management undertaken by National Department of Transport Infrastructure (DNIT), evaluating maintenance and ageing factors of these infrastructures. The study is based on tipping points and adaptive management approaches, and guided by Federal Government plans concerning transportation sector, technical documentation of the locks and information collected during lock inspections. Half the locks studied are nearly 50 years old and will be needing rehabilitation soon, in order to continue operations. Conclusion is an extensive monitoring program will provide data to managers and technical team, regarding the optimal time to rehab or renew lock and dam systems.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil dispõe de 12.600 quilômetros de hidrovias com investimentos em infraestrutura, em um sistema que conta com eclusas, barragens, instalações portuárias públicas de pequeno porte (IP4), portos organizados, terminais de uso privado e estações de transbordo de carga. Manter e operar essas infraestruturas é indispensável para fortalecer o transporte hidroviário interior (THI), que figura entre as ações setoriais para o Brasil atingir os objetivos da Contribuição Nacionalmente Determinada em consequência do Acordo de Paris (MCTIC, 2017). As grandes capacidades de carga por viagem diminuem a emissão de CO₂ e os custos econômicos, mas há outros benefícios, como a redução de acidentes e do desgaste do pavimento nas rodovias (Barros *et al.*, 2018). Apesar das vantagens e da extensa malha hidroviária disponível, a participação do modo hidroviário na matriz de transportes não tem evoluído: há décadas, o THI leva apenas 5% da carga no país.

Um dos motivos para a estagnação pode ser a instabilidade institucional do THI, que ao longo do século XX, esteve sob a responsabilidade de cinco organizações diferentes, até a criação do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT. Vinculado ao Ministério da Infraestrutura, o DNIT é responsável por executar a política de transportes do Governo

Federal, o que compreende a operação, manutenção, restauração ou reposição, adequação de capacidade e ampliação, mediante construção de novas vias e terminais (Brasil, 2001). Apesar disso, em 2008 esses serviços foram descentralizados por meio do Convênio nº 007/2008/DAQ/DNIT, que transferiu para a Companhia Docas do Maranhão (CODOMAR) a execução das atividades de administração das hidrovias e dos portos fluviais. O convênio vigorou até 2015, e só então o DNIT passou a executar diretamente a política de transporte hidroviário do Governo Federal, com a incorporação das Administrações Hidroviárias à estrutura da autarquia como órgãos descentralizados (Bulhões *et al.*, 2016). No mesmo ano, as eclusas foram incorporadas à esfera de atuação do DNIT (Brasil, 2015).

Eclusas são obras de engenharia que permitem a embarcações superar desníveis em cursos d'água (DNIT, 2017). O DNIT está responsável pela operação e manutenção de oito delas: as duas do sistema de Tucuruí, no Rio Tocantins; a de Sobradinho, no Rio São Francisco; duas no sistema de Três Irmãos, no Rio Tietê; Jupia, no Rio Paraná; Anel de Dom Marco, Fandango e Amarópolis, no Rio Jacuí; e Bom Retiro do Sul, no Rio Taquari. A mais antiga, Fandango, foi construída em 1958 e não passa por manutenção preventiva de grande escala desde 1977. A mais recente, Tucuruí, foi construída em 2010 e teve serviços de manutenção em 2017. Tratam-se, portanto, de infraestruturas que estão envelhecendo sem a implantação de mecanismos institucionais de conservação para garantir a sua operacionalidade em longo prazo. As características das eclusas do DNIT estão sistematizadas na Tabela 1.

Tabela 1: Eclusas cujas operação e manutenção estão sob responsabilidade do DNIT (MT, 2013).

Eclusa	Rio	Comprimento (m)	Largura (m)	Calado (m)
Amarópolis	Jacuí	120	17	3,0
Anel de Dom Marco	Jacuí	120	17	3,0
Fandango	Jacuí	85	15	3,5
Bom Retiro do Sul	Taquari	120	17	3,0
Jupia	Paraná	210	17	4,0
Três Irmãos	Tietê	142 (c/2 câmaras)	12	4,0
Tucuruí	Tocantins	210 (c/2 câmaras)	33	3,5
Sobradinho	São Francisco	120	17	2,5

As dificuldades para dar o gerenciamento adequado a infraestruturas de THI que envelhecem têm sido objeto de discussão acadêmica em diversas abordagens. Willems (2018) aplicou a análise de discurso à política de manutenção de hidrovias holandesas, cujas infraestruturas estão em processo de obsolescência. O autor aponta que falta interação interdisciplinar entre formuladores de políticas públicas e atores apolíticos para melhorar o processo de tomada de decisão de investimentos. Hijdra *et al.* (2015) utilizaram a estrutura *Institutional Analysis and Development* (IAD) para comparar os sistemas hidroviários dos Estados Unidos e da Holanda, que dão sinais de envelhecimento e obsolescência. Willems *et al.* (2016, 2017) concluíram que uma nova abordagem é necessária para a renovação de infraestruturas hidráulicas. Essa abordagem considera um processo de aprendizado para gestores públicos lidarem progressivamente com incertezas em cenários de longo prazo em sistemas maiores, com componentes múltiplos, em corredores ou na rede hidroviária como um todo. Kwadik *et al.* (2010) definem pontos de inflexão como aqueles nos quais a magnitude da transformação devido à mudança climática é tal que as estratégias atuais não conseguem atingir os objetivos. Van de Vlist *et al.* (2015) usaram o conceito de pontos de inflexão para concluir que a

estratégia para lidar com estruturas hidráulicas inclui avaliar o desempenho, ligado à vida útil técnica, e a funcionalidade, relacionada à demanda operacional das infraestruturas. No presente artigo, a abordagem de pontos de inflexão foi adaptada das estratégias para lidar com a mudança climática para as estratégias para garantir que as eclusas sob responsabilidade do DNIT permaneçam em funcionamento.

Na Europa, a discussão tem a mudança climática como pano de fundo, sobretudo na Holanda, em que o funcionamento das infraestruturas enfrenta a ameaça do aumento do nível do mar. Em outras palavras, o problema está ligado à Gestão Integrada de Recursos Hídricos – GIRH. A Política Nacional de Recursos Hídricos (Brasil, 1997) tem como objetivos assegurar às gerações futuras a disponibilidade de água com qualidade, utilização racional e integrada de recursos, incluindo o transporte aquaviário e prevenção e defesa contra eventos hidrológicos críticos. A natureza, o caráter e a intensidade dos problemas relacionados a água, recursos humanos, capacidades institucionais, forças e características dos setores público e privado, aspectos culturais, condições naturais e diversos outros fatores variam entre países e regiões. Trata-se de reconhecer que nossa habilidade de conhecer o comportamento de um sistema e prever os fatores que influenciam o futuro é limitada. Assim, é necessário ter habilidade para mudar as práticas de gerenciamento, incorporando o conhecimento adquirido com a experiência.

No regime adaptativo integrado, a governança é policêntrica e horizontal, com grande participação dos atores envolvidos (Pahl-Wostl, 2009). A escala de análise e operação é múltipla, trazendo um entendimento abrangente, com o compartilhamento de informações que preenche lacunas e facilita a integração. Medir a capacidade de um regime ser adaptativo pode ser resumido nos seguintes passos: primeiro, informações precisam ser coletadas e disponibilizadas, com indicadores que apontem para efeitos desejados e indesejados, e o monitoramento deve ser feito em uma escala de tempo maior do que objetivos políticos de curto prazo. Posteriormente, passa-se às demais fases: habilitar os atores envolvidos para que eles processem as informações e tirar conclusões delas. Por fim, as mudanças precisam ser compreendidas por todos os atores envolvidos (Pahl-Wostl *et al.*, 2007).

O presente trabalho visa preencher a lacuna de pesquisas acadêmicas brasileiras sobre o envelhecimento de infraestruturas de THI. A análise do estado atual das eclusas sob responsabilidade do DNIT apoia-se no conceito de pontos de inflexão e de gestão adaptativa, abordagens apropriadas a processos de gestão em que os formuladores de políticas públicas não têm uma estratégia consolidada de ação, que é construída à medida que a implementação da política pública acontece.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A presente pesquisa reuniu três conjuntos de dados. Primeiro, os principais planos de transportes do Governo Federal brasileiro em vigor desenvolvidos pelo Ministério da Infraestrutura e autarquias vinculadas a ele foram investigados, a fim de se determinar o que esses documentos preveem para operação e manutenção de eclusas. Trata-se do Plano Nacional de Logística – PNL (EPL, 2018), do Plano Nacional de Integração Hidroviária – PNIH (ANTAQ, 2013) e do Plano Hidroviário Estratégico – PHE (MT, 2013). Também foi elaborada pesquisa documental nos arquivos do DNIT sobre operação e manutenção de eclusas: registros históricos da construção das infraestruturas, manuais de Operação e

Manutenção (O&M) e contratos administrativos expirados e em vigor, bem como as estatísticas de operação existentes.

Em complemento ao arcabouço documental, as eclusas sob responsabilidade do DNIT foram inspecionadas pessoalmente em 2019 nas seguintes datas: Sobradinho, entre os dias 7 e 10 de maio; Tucuruí, entre 28 e 30 de maio; Amarópolis, Anel de Dom Marco, Bom Retiro do Sul e Fandango, entre 2 e 5 de junho; Três Irmãos e Jupiá, entre os dias 24 e 26 de junho. Além da vistoria do estado das obras e dos equipamentos eletromecânicos, nas ocasiões foram feitas entrevistas não-estruturadas com os técnicos que participam do cotidiano da operação e manutenção dos dispositivos.

Esses dados foram sistematizados a fim de traçar um retrato histórico de O&M de eclusas e um panorama do processo de planejamento das infraestruturas, bem como da situação atual desses dispositivos, do ponto de vista das obras civis e dos equipamentos eletromecânicos instalados. Esse arcabouço foi analisado sob a abordagem de pontos de inflexão (Figura 1).

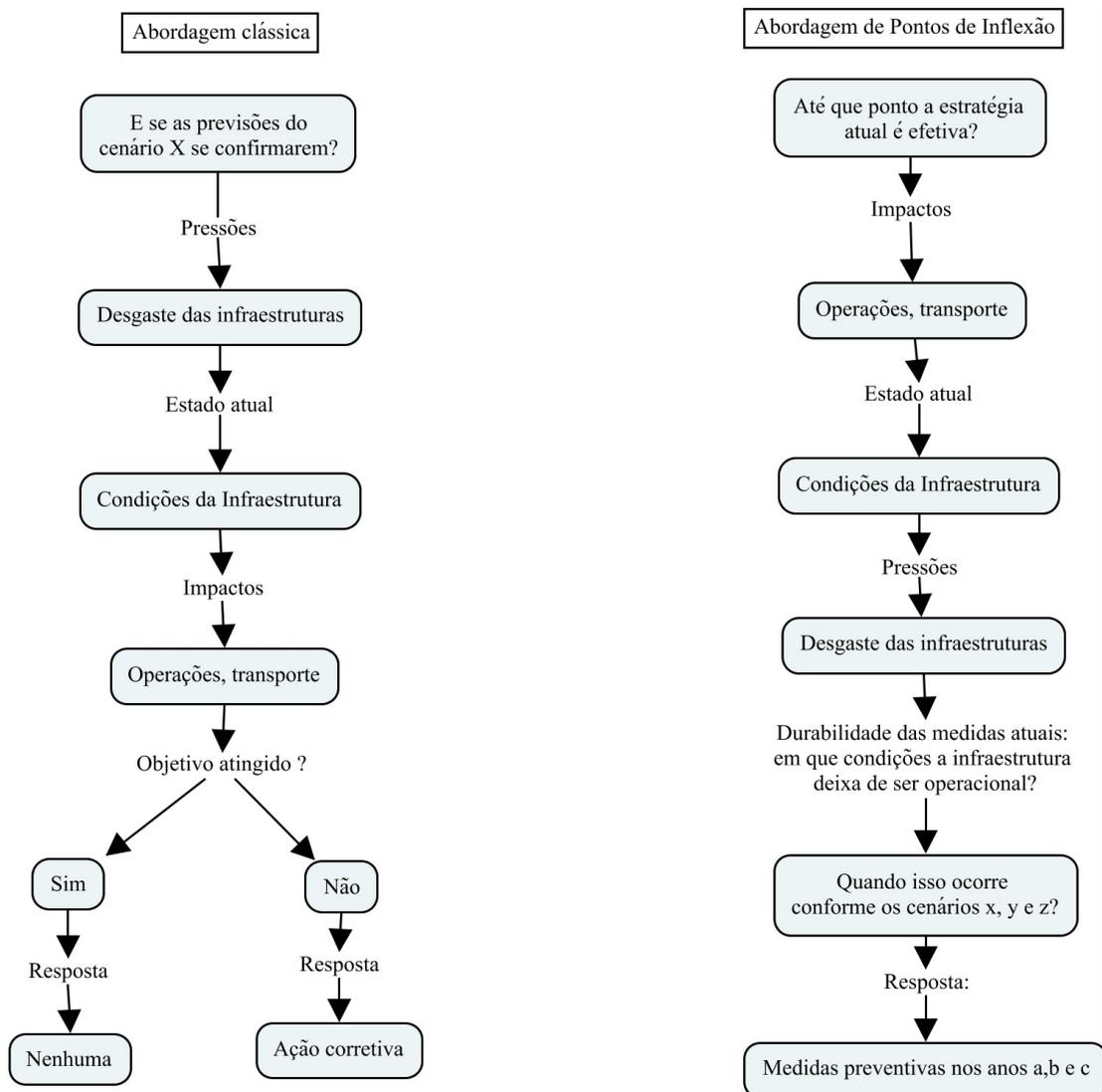


Figura 1: Abordagem clássica e abordagem de pontos de inflexão para desenvolver medidas adaptativas. Adaptado de Kwadik *et al.* (2010).

Observa-se que a abordagem de pontos de inflexão relaciona-se ao conceito de gestão adaptativa, pois trata-se de identificar e resolver questões de forma dinâmica, à medida que o processo se desencadeia. Baseado nessas premissas, o presente trabalho propõe uma política pública específica para os dispositivos de transposição de desnível, denominada ProEclusas, a ser implementada pelo DNIT.

3. RESULTADOS

O PNIH (ANTAQ, 2013) trata das eclusas existentes do ponto de vista da descrição delas e aponta a necessidade de construção de novas estruturas onde há barramentos que impedem a navegação comercial. Entretanto, não menciona aspectos referentes a operação e manutenção desses dispositivos. Por sua vez, o PNL menciona a palavra “eclusa” apenas uma vez (EPL, 2018), mas nos estudos relativos à elaboração do documento final foram encontrados cálculos referentes a O&M das eclusas do Rio Tietê sob a jurisdição da concessionária de energia que atua na região, ou seja, fora da jurisdição do DNIT. O total para manutenção das quatro eclusas no sistema estudado foi avaliado em R\$ 10,1 milhões, e perfazem 48% do custo referente ao todo o processo de transporte hidroviário. O restante dos custos é formado pelas atividades de implantação, com as obras civis e equipamentos, obras nos canais de acesso às estruturas e pagamento de pessoal. No cálculo final, estimou-se que todo o procedimento referente a eclusagens custa R\$ 0,57/t*km, o que representa 7,6% dos custos de transporte ao longo do percurso estudado (EPL e PNUD, 2015).

O PHE elabora relatório descritivo de todas as eclusas do país e, assim como o PNIH, aponta para a necessidade de construção de novas estruturas. O documento enfatiza a necessidade de articulação entre setor elétrico e setor de navegação, a fim de garantir os usos múltiplos da água previstos na PNRH. A razão para essa argumentação é que, como resultado da ausência de regulamento, barragens nos rios Madeira, Tocantins, Parnaíba, São Francisco foram construídas sem eclusas, impedindo a navegação. Na época de elaboração do PHE, a lei que determina a obrigatoriedade de construção de eclusas concomitante a novos barramentos para aproveitamento hidrelétrico não havia sido publicada (Brasil, 2015). O PHE não trata dos procedimentos necessários a O&M de estruturas existentes, e limita-se a sugerir a elaboração de parcerias público-privadas para esses serviços, sem determinar as condições para implementação dessas PPP.

A análise da documentação histórica permitiu verificar as consequências da instabilidade organizacional do THI ao longo das últimas décadas. O sistema de Fandango entrou em operação na década de 1950 sob a gestão do Departamento Nacional de Portos, Rios e Canais (DNPRC). Nos anos 1970, sob administração do Departamento Nacional de Portos e Vias Navegáveis (DNPVN) foram concluídos os sistemas de Anel de Dom Marco e Amarópolis. Na mesma década, a Portobrás concluiu a construção da eclusa e barragem de Bom Retiro do Sul, e da eclusa de Sobradinho. Durante a gestão do Departamento Nacional de Transportes Aquaviários (DNTA), as eclusas de Três Irmãos e Jupiá foram inauguradas pela Companhia Energética de São Paulo (CESP), na década de 1990. No início da década de 1980, a Portobrás iniciou o processo de construção das eclusas de Tucuruí. Entretanto, a iniciativa foi paralisada e a fase de projetos só foi retomada ao fim dos anos 1990. A construção foi concluída pelo DNIT, que colocou as eclusas em operação no ano de 2010. Essas informações estão sistematizadas graficamente na Figura 2.

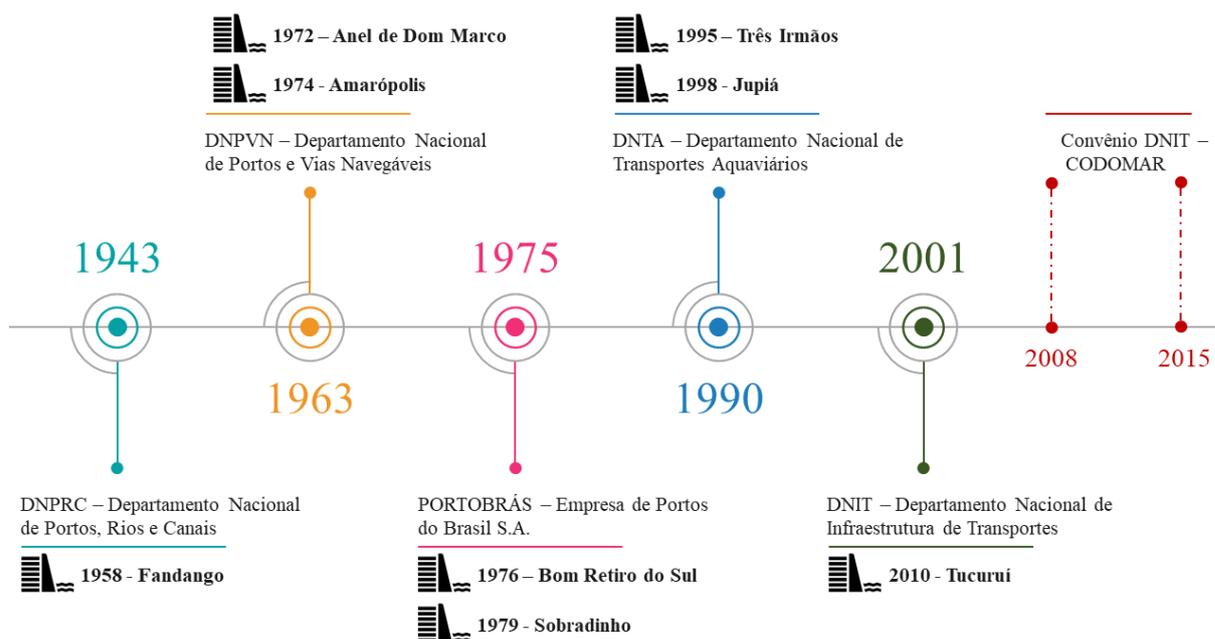


Figura 2: Cronologia das organizações federais gestoras do THI e datas de início de operação dos dispositivos incluídos no ProEclusas. Fonte: Elaboração dos autores.

Uma consequência de diferentes organizações terem sido responsáveis pela implantação e gestão das estruturas ao longo do tempo é a dispersão de informações a respeito delas. Os registros históricos têm baixa confiabilidade em relação a rotinas de manutenção, consumo de materiais e procedimentos operacionais. A documentação técnica é incompleta, e faltam manuais de operação e manutenção.

Outro aspecto é a falta de padronização entre os métodos construtivos e de instalação de equipamentos das eclusas. Os dispositivos apresentam poucas semelhanças entre si, ainda que estejam localizados na mesma região. Por exemplo, as barragens de Anel de Dom Marco e Bom Retiro do Sul são constituídas por comportas, mas as barragens de Amarópolis e Fandango são compostas por alças móveis de aço. A eclusa de Bom Retiro do Sul possui uma porta do tipo ventre de peixe, enquanto as outras sete eclusas são compostas por portas do tipo mitra ou guilhotina. Tucuruí é composta por um sistema de controladores lógicos programáveis e Fandango, por comandos elétricos. Na Tabela 2 há relação não exaustiva das falhas operacionais encontradas em cada eclusa/barragem e as datas das últimas manutenções nos dispositivos.

Tabela 2: Data da última manutenção, falhas identificadas e estado operacional das eclusas sob responsabilidade do DNIT. Fonte: Elaboração dos autores.

Eclusa	Última manutenção	Principais falhas operacionais	Opera?
Bom Retiro do Sul	2019	Problemas de vedação nas portas da câmara. Folhas da porta mitra (jusante) dessincronizadas. Equipamentos obsoletos e sistemas analógicos.	Sim
Amarópolis	2019	Lacunas no barramento da água indicam falta ou avarias de alças móveis da barragem.	Sim

		Folhas das portas mitras de jusante e montante dessincronizadas. Equipamentos obsoletos e sistemas analógicos.	
Anel de Dom Marco	2019	Problemas de vedação nas portas da câmara. Acúmulo de vegetação nos drenos. Necessidade de inspeção especializada nas estruturas civis. Equipamentos obsoletos e sistemas analógicos.	Sim
Fandango	2019	Lacunas no barramento da água indicam falta ou avarias de alças móveis da barragem. Folhas da porta mitra de montante dessincronizadas. Falha de vedação na porta mitra de jusante. Equipamentos obsoletos e sistemas analógicos.	Sim
Três Irmãos	2019	Vazamentos nas tubulações de adução, problemas em equipamentos eletromecânicos e na infraestrutura elétrica da eclusa.	Sim
Jupιά	2015	Sistema de prevenção e combate a incêndio inoperante.	Não
Sobradinho	2018	Alagamento na estrutura civil da eclusa. Vazamentos nas paredes da câmara.	Não
Tucuruí	2018	Acúmulo de vegetação no dique do canal intermediário. Falha no fornecimento de energia elétrica. Alagamento nas estruturas civis da eclusa 2.	Não

Observa-se que os dispositivos mais antigos permanecem em operação. Entretanto, apesar de operacionais, as eclusas de Amarópolis, Anel de Dom Marco, Bom Retiro do Sul e Fandango têm sistemas obsoletos e com avarias. Eles precisam ser modernizados e recuperados. Além disso, a escassez de peças sobressalentes compatíveis no mercado, devido à idade dos dispositivos, complica os serviços de manutenção e recuperação. Por outro lado, a eclusa de Três Irmãos requer apenas pequenas intervenções. Jupιά, Sobradinho e Tucuruí estão fora de operação por diferentes motivos: falhas no sistema de prevenção e combate a incêndio, ausência de contrato de O&M e ausência de fornecimento de energia elétrica, respectivamente.

4. DISCUSSÃO

A pesquisa nos planos de transportes existentes demonstrou que, até o momento, não existiu disposição do Governo Federal em implementar uma política pública para O&M das eclusas existentes. Os documentos estudados limitam-se a alertar para a necessidade de novas infraestruturas, sob o pretexto de garantir a navegabilidade interrompida por barramentos existentes ou em risco, diante da construção de novas UHE. Em relação a novos aproveitamentos hidrelétricos, a edição de regulamentação que obriga a construção de eclusas tentou resolver o problema. Porém, ao determinar que não haverá novas barragens sem dispositivos de transposição de desnível, a lei não efetivou a solução, pois não obrigou as empresas de energia a construir eclusas, mas transferiu a responsabilidade ao DNIT. Para executar a nova tarefa imposta pelo novo regulamento, a autarquia de transportes precisa de garantias orçamentárias para construir os dispositivos.

Os documentos que tratam do planejamento para o setor hidroviário mencionam reiteradamente a necessidade de construção de novas infraestruturas em trechos onde a navegação foi interrompida pela construção de UHE. Entretanto, o custo de implantação destas infraestruturas é elevado, principalmente se a eclusa for implantada depois da construção do barramento. Em contraste com os documentos sobre política de transportes e com as novas atribuições, a disponibilidade orçamentária para que o DNIT construa novas eclusas não se concretizou. O orçamento anual médio do DNIT, entre 2014 e 2018, foi de 8,7 bilhões de reais. Entretanto, comparando o orçamento de 2018 (R\$ 8,6 bilhões) com o de 2014 (R\$ 10,4 bilhões), observa-se uma redução de cerca de 17% (MPDG, 2017 e 2018). Em outras palavras, ainda que a política de transportes e os documentos técnicos afirmem a necessidade de construção de novas infraestruturas, não são destinados meios materiais para que a autarquia responsável por implementar essa política cumpra com sua atribuição. Além disso, os documentos não mencionam quaisquer iniciativas de manutenção dos dispositivos existentes, nem de forma isolada, tampouco para o conjunto deles. Nos planos anteriores à edição da Lei das Eclusas (Brasil, 2015), esse silêncio é compreensível, pois a manutenção e a operação dos dispositivos era atribuição das geradoras de energia. O mesmo não vale para o Plano Nacional de Logística (EPL, 2018) e documentos associados, analisados neste trabalho, que utilizaram somente dados disponibilizados pela AES Tietê, concessionária que administra as eclusas no rio homônimo, e sequer mencionam as eclusas do DNIT.

A abordagem de pontos de inflexão difere da abordagem clássica. Nesta, tem-se um cenário de referência e questiona-se o que fazer caso determinada situação aconteça – no caso das eclusas, a pergunta seria: “E se a eclusa X parar de operar?”, e a partir disso analisa-se a cadeia de causas e efeitos desde as pressões até o impacto. Se o impacto for tal que as medidas de manutenção não sejam suficientes, é necessário elaborar uma nova estratégia. Na abordagem de pontos de inflexão, a pergunta seria: “Até quando a eclusa X vai continuar operando se a estratégia atual for mantida?”, então a análise acontece na direção oposta – analisam-se todas as falhas operacionais possíveis e formulam-se as estratégias para lidar com cada uma delas. Em outras palavras, trata-se de definir se e quando adaptar a estratégia atualmente utilizada será necessário. Assim, é possível habilitar os formuladores de políticas públicas para planejar a adaptação. A Figura 3 sintetiza o fluxo da abordagem de pontos de inflexão para O&M de eclusas:

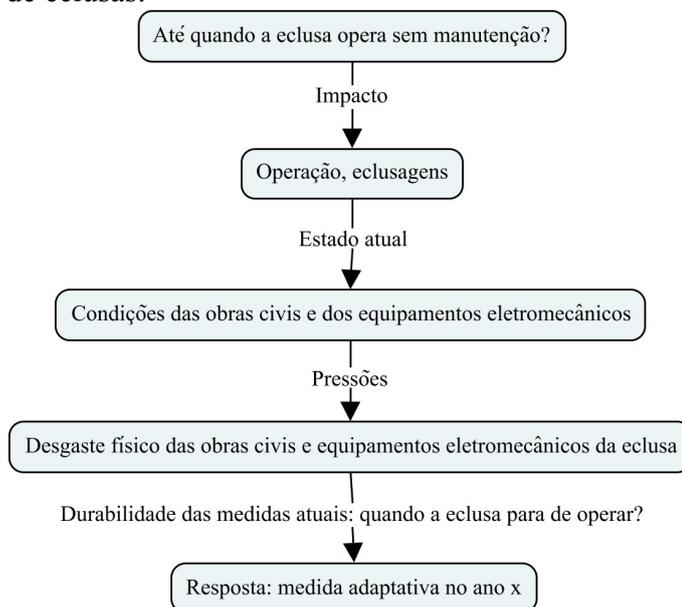


Figura 3: Resumo esquemático da abordagem de pontos de inflexão para o ProEclusas.
Fonte: Elaboração dos autores.

Aplicar esta abordagem permitiu verificar três principais classes de problemas, aqui chamados de pontos de inflexão, nas eclusas do DNIT: danos estruturais nas obras civis e nos equipamentos; obsolescência de equipamentos; e falhas no sistema de governança. A solução proposta no presente trabalho centra-se em cada uma dessas categorias.

4.1. Danos nas obras civis e nos equipamentos eletromecânicos

Foram encontrados em todas as eclusas, em diferentes graus. Nas eclusas de Anel de Dom Marco e Tucuruí, foram encontrados problemas nas obras civis: no primeiro caso, risco na estrutura de contenção do barramento e no segundo, avarias no dique do canal intermediário. Quanto aos equipamentos eletromecânicos, todas as eclusas e barragens apresentam ausência/avarias em peças que têm como consequência vazamentos. As diferentes organizações responsáveis pela construção das eclusas e o lapso temporal entre elas implica a falta de uniformidade nos projetos. Como consequência disso, não é viável manter um estoque único de peças sobressalentes para os equipamentos, o que poderia aumentar o poder de negociação do DNIT ao efetuar a compra desses materiais.

Para resolver esta categoria de problemas o ProEclusas prevê a estruturação de contratos de O&M para cada eclusa. Esses serviços incluirão o diagnóstico para a recuperação completa das infraestruturas. Serão identificadas as anomalias, patologias e necessidade de intervenções. Essas informações serão o subsídio para a elaboração dos projetos, que darão origem às obras e intervenções.

4.2. Obsolescência de equipamentos

As eclusas de Amarópolis, Fandango, Anel de Dom Marco e Bom Retiro do Sul contam com equipamentos antigos, com baixa confiabilidade e cujas peças de reposição não estão disponíveis no mercado. Ademais, os procedimentos operacionais poderiam ser otimizados com a implantação de sistemas de monitoramento e controle como, por exemplo, a utilização de sensores para monitorar o nível da água na câmara da eclusa.

Em relação à modernização de equipamentos, as atividades de diagnóstico serão a base para elaboração de uma matriz de riscos que vai ajudar na priorização de investimentos. Observou-se que as eclusas mais antigas estão operantes, ainda que com deficiências. A intenção é dotá-las de sistemas de automação e controle modernos. Entretanto, a obsolescência é um processo inexorável, sem solução definitiva. O ProEclusas vai utilizar a abordagem de pontos de inflexão para determinar, caso a caso, qual o prazo limite dentro do qual espera-se que a solução seja suficiente, e estipular períodos para revisão de cada estratégia adotada. Com isso, espera-se que o sistema seja modernizado em espaços de tempo suficientes para que o pleno funcionamento seja assegurado por períodos de tempo maiores, a partir de programação adequada, de forma adaptativa, à medida que novas condições que se apresentem.

4.3. Falhas no sistema de governança

Essa categoria de pontos de inflexão reflete sobre as demais. Não existe política pública de operação e manutenção de eclusas sob responsabilidade do DNIT. Como resultado, falta previsão para essas infraestruturas nos instrumentos de planejamento do Governo Federal, o que resulta na insuficiência de programação orçamentária, e consequente falta de recursos

financeiros. Faltam registros históricos das intervenções realizadas nas eclusas e manuais de O&M.

Construídas no estado da arte da engenharia brasileira com sistemas modernos e redundantes, as eclusas de Tucuruí tiveram sua operacionalidade afetada por esta categoria de pontos de inflexão. Seus sistemas e infraestruturas foram operados e conservados por outra instituição, desde a época do seu comissionamento até uma interrupção abrupta dos serviços em 2017. Restaram muitas dúvidas sobre rotinas de manutenção aplicáveis, bem como a quantificação das necessidades materiais das eclusas. Isso dificulta a elaboração de orçamento para contratar os serviços de operação e manutenção para as eclusas.

O ProEclusas prevê a elaboração, revisão e atualização de todos os documentos técnicos pertinentes à O&M dos dispositivos. Também será elaborada programação específica para a renovação de licenciamento ambiental das eclusas existentes, bem como para a obtenção de licenças para eventuais novos empreendimentos. Ainda referente à documentação, o Programa inclui a regularização junto à Secretaria do Patrimônio da União, o desmembramento dos territórios das eclusas em relação às respectivas UHE. Também serão definidas as poligonais das eclusas, que são os limites físicos em que o DNIT detém o poder de administração.

5. CONCLUSÃO

Durante a elaboração do presente trabalho foi possível observar que o processo de construção de eclusas no Brasil passou por vários momentos sem, contudo, existir uma política estruturada e institucionalizada com o objetivo de garantir mais participação do THI na matriz de transportes. O modo hidroviário brasileiro passou por vários departamentos e empresas públicas até chegar efetivamente em 2015 ao DNIT. Cabe agora a este departamento, passados mais de 60 anos da entrada em operação da primeira eclusa, e em um cenário de pouco conhecimento, o papel de garantir sua manutenção e a utilização dessas infraestruturas aos usuários.

Estabelecer as três categorias de pontos de inflexão é uma estratégia de construção cognitiva que visa esclarecer para os gestores maneiras de atacar diferentes problemas que aparecem à medida que as condições se modificam. A partir do aprendizado inicial proposto nas ações de diagnóstico que integram o ProEclusas, o DNIT poderá estabelecer o próprio instrumento de governança, com priorização de iniciativas, assertividade na elaboração de proposta orçamentária e alocação de recursos no tempo correto.

A maior vantagem de soluções adaptativas é a perenidade que elas proporcionam. A partir do momento em que se visualizam objetivos temporais claros para revisar a própria estratégia, escapa-se dos planejamentos de longo prazo com metas pouco realistas que não se concretizam. A gestão adaptativa e a abordagem de pontos de inflexão baseiam-se no aprendizado de gestores à medida que eles elaboram e implementam políticas públicas. Trata-se de ajustar as ações executadas aos novos cenários que se apresentam, abordando horizontes temporais menores em um processo contínuo que visa a perenidade dessas políticas.

Por se tratar de um projeto sem precedentes para o transporte hidroviário interior brasileiro, este trabalho limitou-se a apresentar o arcabouço metodológico e a concepção do ProEclusa. Pesquisas futuras serão necessárias para abordar os desafios da sua implementação, fazer

análise dos passos seguintes e avaliar se a solução de governança proposta será capaz de atingir eficiência e eficácia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTAQ (2013) *Plano Nacional de Integração Hidroviária*. Brasília: Agência Nacional de Transportes Aquaviários, 2013. Disponível em: <http://web.antaq.gov.br/Portal/PNIH.asp>, acesso em 14 mai. 2019.
- BRASIL (2015). Lei nº 13.081, de 2 de janeiro de 2015. Dispõe sobre a construção e a operação de eclusas ou de outros dispositivos de transposição hidroviária de níveis em vias navegáveis e potencialmente navegáveis; altera as Leis nº 9.074, de 7 de julho de 1995, 9.984, de 17 de julho de 2000, 10.233, de 5 de junho de 2001, e 12.712, de 30 de agosto de 2012; e dá outras providências, Brasília, DF, janeiro 2015.
- _____. (2001). Lei nº 10.233, de 5 de junho de 2001. Dispõe sobre a reestruturação dos transportes aquaviário e terrestre, cria o Conselho Nacional de Integração de Políticas de Transporte, a Agência Nacional de Transportes Terrestres, a Agência Nacional de Transportes Aquaviários e o Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes, e dá outras providências, Brasília, DF, junho 2001.
- _____. (1997). Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989, Brasília, DF, janeiro 1997.
- BULHÕES, E.C.; BARROS, B.R.C.; MOURA, G.A. e CALDEIRA, L.K.O. (2016) O setor hidroviário brasileiro: histórico e perspectivas para os próximos 15 anos. In: XXX Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes (XXX ANPET). Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: ANPET, p. 2385-2396.
- BARROS, B.R.C.; BULHÕES, E.C.; MELO, W.C.; SANTOS, E.B. e BRASIL, A.C.M. (2018). Comparação de emissão de CO₂ entre os modos rodoviário e hidroviário – ensaio sobre o Corredor Norte/Eixo Tocantins. In: XXXII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes (XXXII ANPET). Gramado/RS. *Anais...* Rio de Janeiro: ANPET, p. 530-541.
- DNIT (2017). *Glossário hidroviário*. Disponível em: http://www.dnit.gov.br/modais-2/aquaviario/glossario-hidroviario_v2.pdf, acesso em 4 de julho de 2019.
- EPL (2018) *Plano Nacional de Logística*. Brasília: Empresa de Planejamento Logístico. Disponível em: <https://www.epl.gov.br/plano-nacional-de-logistica-pnl>, acesso em 3 abr. 2019.
- EPL e PNUD (2015). *Estudo dos custos de transporte hidroviário no Brasil*. Elaboração de ferramenta de simulação. Relatório 3. Disponível em <https://www.epl.gov.br/estudo-dos-custos-do-transporte-hidroviario-no-brasil-elaboracao-de-ferramenta-de-simulacao>, acesso em 4 de julho de 2019.
- HIJDRA, A., WOLJTER, J., ARTS, J. (2015) Troubled waters: an institutional analysis of ageing Dutch and American waterway infrastructure. *Transport Policy*, n. 42, p. 64-74.
- KWADIJK, J.C.; HAASNOOT, M.; MULDER, J.P.M.; HOOGVLIET, M.M.C.; JEUKEN, A.B.M.; VAN DER KROGT, R.A.A.; DE WIT, M.J.M. (2010). Using adaptation tipping points to prepare for climate change and sea level rise: a case study in the Netherlands. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 1(5), p. 729-740.
- MCTIC (2017) *Trajetórias de mitigação e instrumentos de políticas públicas para alcance das metas brasileiras no Acordo de Paris*. Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. Disponível em: http://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/ciencia/SEPED/clima/opcoes_mitigacao/Opcoes_de_Mitigacao_de_Emissoes_de_Gases_de_Efeito_Estufa_GEE_em_SetoresChave_do_Brasil.html, acesso em 14 mai. 2019.
- MPDG (2018). Orçamentos da União. Exercício Financeiro 2019. Projeto de Lei Orçamentária. Disponível em: <http://www.planejamento.gov.br/assuntos/orcamento-1/orcamentos-anuais/2019/ploa/volume-1-1.pdf>, acesso em 3 abr. 2019.
- _____. (2017). Painel do orçamento – consulta livre aos dados orçamentários e controle social do gasto público. Brasília: Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão. Disponível em: https://www1.siof.planejamento.gov.br/QvAJAZZfc/opendoc.htm?document=IAS%2FExecucao_Orcamentaria.qvw&host=QVS%40pqlk04&anonymous=true, acesso em 13 jul. 2019.
- MT (2013) *Plano Hidroviário Estratégico*. Brasília: Ministério dos Transportes. Disponível em: http://www.transportes.gov.br/images/2018/POLITICA_PLANEJAMENTO_TRANSPORTES/documentos/PHE.pdf, acesso em 13 jul. 2019.
- PAHL-WOSTL, C. (2009) A conceptual framework for analyzing adaptive capacity and multi-level learning processes in resource governance regimes. *Global Environmental Change* 19, 2009, p. 354-365.
- PAHL-WOSTL, C., SENDZIMIR J., JEFFREY, P., AERTS, J., BERKAMP, G., CROSS, K. (2007). Managing

- change toward adaptive water management through social learning. *Ecology and Society* 12 (2): 30, 2007.
- VAN DE VLIST, M. J.; LIGTHART, S.S.H.; ZANDVOORT, M. (2015). The replacement of hydraulic structures in light of tipping points. *Journal of Water and Climate Change* 6 (4), p.683-694.
- WILLEMS, J.J. (2018) Beyond maintenance: Emerging discourses on waterway renewal in the Netherlands. *Transport Policy*, n. 72, p. 1-12.
- WILLEMS, J.J.; BUSSCHER, T.; VAN DEN BRINK, M. e ARTS, J. (2017). Anticipating water infrastructure renewal: a framing perspective on organizational learning in public agencies. *Environment and Planning C: Politics and Space* 0(0), p. 1-21.
- WILLEMS, J.J.; BUSSCHER, T.; HIJDRA, A. e ARTS, J. (2016). Renewing infrastructure networks: new challenge, new approach? *Transportation Research Procedia* 14, p. 2497-2506.

Eliezé Bulhões de Carvalho (eliezec@gmail.com)

Murielly Sthefhany de Almeida Calaça (muriellyalmeida@gmail.com)

Sergio Miranda (sergio.miranda@stesa.com.br)

Bruna Renata Cavalcante de Barros (buru.renata@gmail.com)

Antonio Cesar Pinho Brasil Junior (brasiljr@unb.br)

Coordenação de Operações Aquaviárias, Diretoria de Infraestrutura Aquaviária, Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes

SAN Quadra 3 Lote A, Edifício Núcleo dos Transportes, sala 12.24. Brasília, DF, Brasil