

# **PROPOSTA DE MODELO PARA GESTÃO ADAPTATIVA INTEGRADA DE HIDROVIAS**

**Eliezé Bulhões de Carvalho**  
**Bruna Renata Cavalcante de Barros**  
Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes  
**Murielly Sthefhany de Almeida Calaça**  
**Sérgio Coelho dos Santos Júnior**  
STE – Serviços Técnicos de Engenharia S. A.

## **RESUMO**

O presente trabalho propõe um modelo de gestão adaptativa integrada de hidrovias apoiado no conceito RAMS – Confiabilidade, Disponibilidade, Manutenção e Segurança. Trata-se do monitoramento da hidrovia quanto a aspectos operacionais e relacionados à infraestrutura, com o objetivo de diminuir as vulnerabilidades do Transporte Hidroviário Interior. O Rio Tapajós, que apresentou um crescimento de 400% no volume de carga transportada desde 2015 é o corpo hídrico escolhido para implementação do piloto do modelo. Descreveram-se as características do Modelo Integrado de Gestão de Hidrovias – PROHIDRO, a ser implementado pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT a partir de 2018. A criação desta iniciativa possibilitará o planejamento de ações integradas visando o incremento da participação das hidrovias na matriz de transportes brasileira.

## **ABSTRACT**

This paper proposes an integrated adaptive management model for waterways supported by the RAMS concept - Reliability, Availability, Maintenance and Safety. Inland waterways will be monitored in terms of operational and infrastructure aspects, in order to reduce vulnerabilities. Tapajós River, which has shown a 400% increase in the volume of cargo transported since 2015, has been chosen for the pilot model. The article describes the features of the Integrated Waterway Management Model - PROHIDRO, to be implemented by Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes- DNIT in 2018. The creation of this initiative will enable the planning of integrated actions aimed at increasing the participation of waterways in the Brazilian transport matrix.

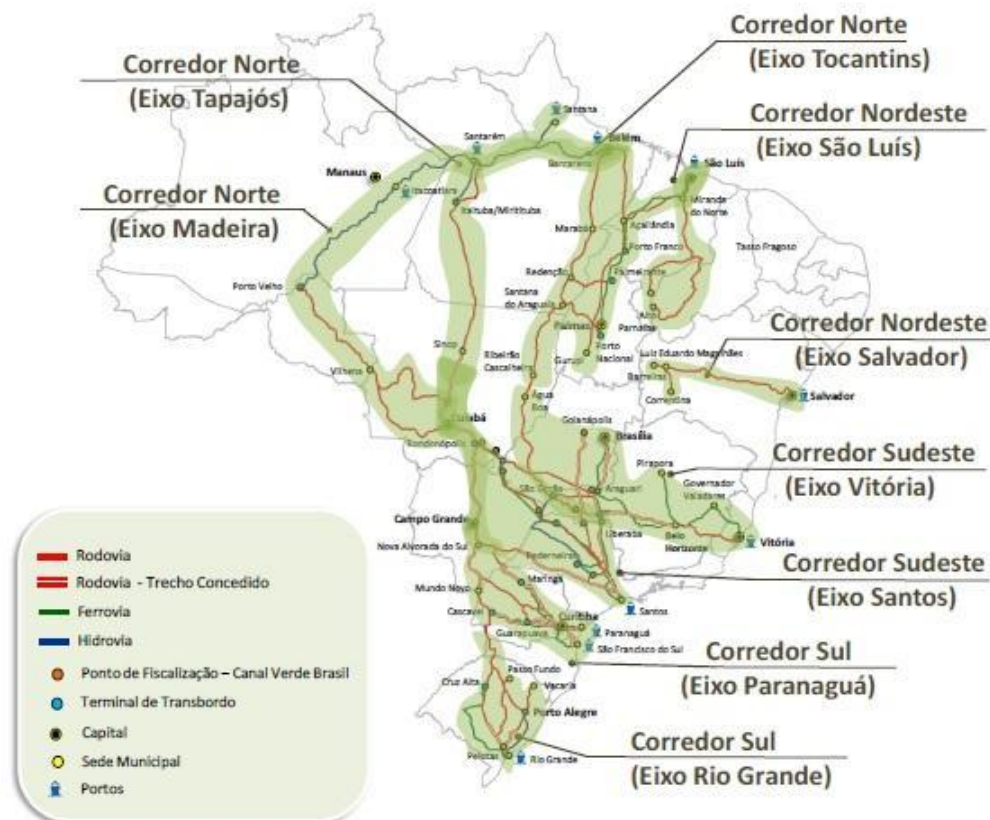
## **1. INTRODUÇÃO**

O presente trabalho visa apresentar uma proposta de modelo integrado de gestão de hidrovias a ser aplicado pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT. Utilizaram-se a gestão adaptativa integrada e o conceito RAMS – acrônimo em inglês para Confiabilidade, Disponibilidade, Manutenção e Segurança na concepção do projeto piloto, a ser implementado no Rio Tapajós. Trata-se da construção de uma rede de informações completa e atualizada para atingir a eficiência da gestão, da operação e do planejamento do setor. A iniciativa visa auxiliar no atendimento às metas consideradas essenciais à consecução do objetivo do Plano Hidroviário Estratégico (PHE): rede hidroviária brasileira ampliada e com nível de serviço adequado e sistema de transporte confiável e desenvolvido (MT, 2013).

O DNIT, vinculado ao Ministério dos Transportes, é a Autarquia responsável por implementar a Política de Infraestrutura do Sistema Nacional de Viação, o que compreende a operação, manutenção, restauração ou reposição, adequação de capacidade e ampliação mediante construção de novas vias e terminais. Os recursos para a execução das obras são da União, ou seja, trata-se de um órgão gestor e executor de vias navegáveis, ferrovias e rodovias federais, instalações de vias de transbordo e de interface intermodal e instalações portuárias fluviais e lacustres. Conforme o Regimento Interno do DNIT, publicado por meio da Resolução nº 26, de 5 de maio de 2016 (Brasil, 2016), à Diretoria de Infraestrutura Aquaviária – DAQ – compete administrar, gerenciar e aprovar a execução de programas de construção, operação, manutenção, adequação de capacidade, ampliação e restauração da infraestrutura aquaviária.

Além disso, ela subsidia e participa da promoção de pesquisas, estudos experimentais e desenvolvimento tecnológico na área de infraestrutura aquaviária, considerando inclusive os aspectos relativos ao meio ambiente. As Administrações Hidroviárias são órgãos descentralizados que desenvolvem, em conjunto com a DAQ, as atividades relativas às vias navegáveis e às instalações portuárias de sua responsabilidade.

Nos últimos anos, o agronegócio teve participação expressiva no crescimento do país, com crescimento superior a outros segmentos. De acordo com pesquisa da Confederação Nacional dos Transportes (2015), entre 2000 e 2014 a produção de grãos cresceu 101,6%, e obteve destaque no mercado internacional. Mato Grosso é a unidade da federação que mais produz grãos, com uma safra estimada em 61,1 milhões de toneladas em 2017/2018 (CONAB, 2018). O setor agropecuário, portanto, produz grandes volumes que precisam ser transportados da área de produção para os centros de consumo, e as atividades logísticas estão diretamente relacionadas com a competitividade. Por isso, o Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil lançou em 2017 uma visão panorâmica e diagnóstica do atual momento das infraestruturas de transportes. O trabalho é voltado para a identificação e caracterização dos corredores logísticos estratégicos no território nacional. Esses corredores foram caracterizados em função de seus usos para deslocamento dos principais produtos da economia nacional (MTPA, 2017). Foram estudadas as cadeias produtivas do complexo da soja, incluindo soja em grãos e seus derivados e do milho, mapeando volumes, fluxos e necessidades de infraestrutura. Para os fluxos de exportação, foram definidos nove corredores logísticos estratégicos (Figura 1).



**Figura 1:** Mapa dos corredores logísticos. Fonte: MTPA, 2017.

A presente pesquisa concentra-se no Corredor Logístico Norte Eixo Tapajós. Este corpo

hídrico conecta grandes centros de produção agrícola ao Rio Amazonas. Com uma extensão total de 810 quilômetros, é navegável comercialmente no trecho de 280 quilômetros entre a foz, em Santarém/PA, e Itaituba/PA. A montante deste município, há afloramentos rochosos, quedas e saltos, que impedem o tráfego de embarcações comerciais (MT, 2013). A Marinha do Brasil (2013) permite a navegação de comboios com 290 metros de comprimento e 55 metros de boca, o projeto do DNIT visa garantir profundidades de 3,5 metros. Com isso, a capacidade máxima dessas embarcações é de 40 mil toneladas de grãos.

O Tapajós foi escolhido porque teve expressivo crescimento no volume de cargas entre 2015 e 2017: saltou de cerca de 1,8 milhão de toneladas para 7,3 milhões. Neste período as obras de pavimentação da BR-163/PA avançaram: no momento, 620 dos 710 quilômetros que separam a divisa MT/PA e o Porto de Miritituba já foram concluídas (DNIT, 2018). Com isso, empresas de logística se instalaram na região que hoje conta com seis Terminais de Uso Privado (TUP), onde os granéis agrícolas trazidos pelos caminhões são descarregados nos comboios que seguirão em direção ao Rio Amazonas (ANTAQ, 2017). Desta forma, aproveitando a oportunidade já identificada e a disponibilidade orçamentária específica para a hidrovia do Rio Tapajós, o DNIT trabalha na elaboração de um projeto pioneiro no Brasil para monitoramento de condições operacionais de vias navegáveis (BULHÕES, *et al.*, 2016).

O Programa Integrado de Monitoramento de Hidrovias – PROHIDRO – será lançado em 2018 para o trecho de 280 quilômetros entre os municípios paraenses de Miritituba e Santarém, na foz do Tapajós. Serão monitoradas as seguintes informações: variação do nível d'água e velocidades de correntes; imageamento do rio; dados meteorológicos e sedimentológicos; acompanhamento e registro da operação das Instalações Portuárias Públicas de Pequeno Porte – IP4 – sob jurisdição do DNIT. Além disso, será instalado um Centro de Monitoramento Operacional e haverá divulgação de registros aos usuários e instituições parceiras, como Marinha do Brasil, Serviço Geológico Nacional (CPRM), Centro Gestor e Operacional do Sistema de Proteção da Amazônia (CENSIPAM) e Agência Nacional de Águas. Com essas ferramentas, espera-se monitorar o tráfego de embarcações, do ponto de vista operacional, aumentar a segurança da navegação e melhorar a análise dos ciclos hidrológicos. Assim será possível montar uma série histórica confiável e de fácil acesso para planejar intervenções estruturadas de manutenção e ampliação da capacidade da via, bem como prevenir e amenizar os efeitos de cheia e vazante na navegação e operação dos terminais. O Rio Tapajós foi escolhido como piloto pela integração com a BR-163, que teve impacto expressivo no aumento da utilização da hidrovia, mesmo antes de intervenções do Governo Federal na infraestrutura. Além disso, o sistema será testado em uma hidrovia relativamente curta, de 280 quilômetros de extensão. A intenção é que o modelo, depois de amadurecido, seja implementado em todas as principais hidrovias brasileiras sob responsabilidade do DNIT.

### 1.1 Metodologia

Este trabalho será dividido em 5 partes, em um primeiro momento é apresentada a contextualização do transporte hidroviário interior e do corredor logístico de transporte, seguida pela base teórica do projeto onde se descreve a gestão adaptativa e o conceito RAMS - Reliability, Availability, Maintainability and Safety. Na sequência, apresenta-se o modelo de gestão que agrega os conceitos descritos e sua potencial aplicabilidade no corredor logístico Norte. A penúltima fase concentra-se na análise do projeto, seguida pelas considerações finais.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Na promoção da integração do transporte hidroviário interior (THI) à cadeia logística intermodal, um dos grandes desafios de pesquisa é a modelagem do sistema de transporte hidroviário de uma maneira integrada. Apesar de existirem modelagens para alguns componentes da rede hidroviária como eclusas ou operações portuárias, ainda não foi apresentado um modelo que contemple o sistema de operações hidroviárias interiores. A existência de um modelo assim promoveria a oportunidade de sincronização de operações no sistema e proveria os gestores com ferramentas para explorar os resultados de decisões alternativas (Caris *et.al.*, 2014). Assim, seria possível superar desafios como a integração dos vários sistemas de planejamento para a operação do transporte por hidrovias e a necessidade de dados de alta precisão para análise da matriz intermodal de transportes em geral e, em particular, do THI.

A gestão adaptativa pode ser definida como um processo sistemático para melhorar políticas e práticas de gerenciamento. 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 (Pahl-Wostl *et.al.*, 2007). No regime adaptativo integrado, a governança é policêntrica e horizontal, com grande participação dos atores envolvidos. Além disso, a análise cruzada de diferentes setores identifica problemas emergentes e integra a implementação da política. A escala de análise e operação é múltipla, trazendo um entendimento abrangente, com o compartilhamento de informações que preenche lacunas e facilita a integração. Com isso, a longo prazo é possível pensar em uma descentralização da infraestrutura, com a diversificação da fonte de recursos financeiros, públicos e privados, necessários ao funcionamento do sistema.

Para tal, deve-se compreender o conceito de capacidade adaptativa que, subjacente à gestão, implica conhecer o que bloqueia ou fomenta mudanças em que área e por quanto tempo, pois essas são informações importantes para subsidiar a tomada de decisão (Pahl-Wostl *et.al.*, 2007). 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, passam-se às demais fases: habilitar os atores envolvidos para que eles processem as informações e tirar conclusões delas. E por fim, as mudanças precisam ser compreendidas por todos os atores envolvidos. Nestes passos insere-se a implementação do PROHIDRO.

Para a idealização das premissas do PROHIDRO optou-se por adaptar o conceito de RAMS – Reliability, Availability, Maintainability and Safety, mais comumente usado no transporte ferroviário (Gapanovich *et.al.*, 2015), ao Transporte Hidroviário Interior. O acrônimo RAMS pode ser traduzido como requisitos de Confiabilidade, Disponibilidade, Manutenção e Segurança. Aplicam-se conceitos de engenharia, métodos, ferramentas e técnicas estabelecidas ao longo de todo o ciclo de vida do equipamento, o que traz consequências sobre o risco. Os objetivos de segurança e disponibilidade de um sistema em funcionamento são alcançados se todos os requisitos de confiabilidade, e as atividades de manutenção e de exploração forem controladas ao longo do ciclo de vida do sistema (Sobral e Ferreira, 2015). O objetivo, portanto, é manter o nível de risco o mais baixo possível, em outras palavras,

diminuir as vulnerabilidades. Há diversas definições de vulnerabilidade para sistemas de transportes. No presente trabalho adotou-se vulnerabilidade como suscetibilidade a incidentes que podem resultar em reduções consideráveis na capacidade de serviço da via (Berdica, 2002). Portanto, a ênfase recai em um evento disruptivo, que afeta o propósito fundamental de uma infraestrutura de transportes. É preciso analisar essas disrupções para antecipar, prevenir, mitigar e restaurar o funcionamento de determinada infraestrutura.

Além do objetivo da gestão voltado a infraestrutura, segundo Souza, (2000), a gestão ambiental pressupõe uma ação planejadora que trata de um conjunto de métodos destinados a captar e sistematizar informações e que tem como objetivo racionalizar processos decisórios indutores de modificações na dinâmica de funcionamento de sistemas ambientais. Referente ao transporte hidroviário pode-se dizer que um plano de gestão ambiental define o processo gerencial a ser adotado para a boa execução de um conjunto de ações destinadas, basicamente, a evitar ou a mitigar os impactos provocados por obras de implantação e conservação das hidrovias, incluindo a própria operação hidroviária, buscando soluções para os processos de degradação ambiental que possam ser deflagrados.

Na União Europeia, destaca-se a criação do conceito de *River Information Services* (RIS). O RIS, que pode ser considerado uma equivalência aos Sistemas Inteligentes de Transportes (ITS) no THI é um conceito de serviços harmonizados de informação visando à otimização da gestão de tráfego e de transportes na navegação interior, incluindo a interface com outros modos de transportes (Fastenbauer *et al*, 2007). Tem-se com os benefícios da implantação do RIS o aumento da competitividade, a otimização do uso da infraestrutura; o aumento da segurança e a redução de emissão de poluentes. O Sistema de Informação do RIS, implementado na parte austríaca do Rio Danúbio, tem como função principal registrar e divulgar a posição de embarcações por meio de Cartas Náuticas Eletrônicas (ENC) contendo as informações mais importantes em relação à hidrovia e às regras de tráfego (Vallant e Hofmann-Wellenhof; 2008). O sistema disponibiliza, por meio de seu site, informações aos usuários sobre a disponibilidade de eclusas, nível d'água, regiões de calado baixo e avisos à navegação.

### **3. MODELO DE GESTÃO INTEGRADA DE HIDROVIAS**

Aumentar a eficiência e atratividade do THI significa aprimorar os investimentos de recursos públicos, aumentar o nível de serviço quanto à qualidade da infraestrutura e da operação hidroviária, integrar usuários e administradores, e minimizar acidentes. Trata-se de aperfeiçoar o planejamento hidroviário e possibilitar a integração intermodal. O modelo de monitoramento da hidrovia foi criado com dois objetivos principais relacionados às informações esperadas: a obtenção de dados e as condições físicas e naturais que afetam as vias navegáveis, e a aquisição de informações administrativas contendo dados sobre instalações, equipamentos e operações de terminais e eclusas. No futuro, o sistema pode vir a contemplar informações sobre o tráfego e dados das embarcações que navegam no trecho monitorado.

A composição de um gerenciamento hidroviário que visa atender as atividades para manutenção da infraestrutura em hidrovias, segundo Santana e Tachibana (2010), está focada nos serviços periódicos de manutenção dos elementos que compõem o sistema hidroviário e seu planejamento ambiental é semelhante aos planejamentos nas fases de implantação. Podem ser citados como serviços para manutenção de hidrovias: manutenção da navegabilidade das

vias e canais (dragagens ambientais, dragagens de manutenção, limpeza das vias, manutenção e recuperação das matas ciliares); monitoramento do regime hidrológico; monitoramento e manutenção dos controles - boias, faróis, faroletes, placas, balizas, e sistemas de informação por telefonia, rádio, satélite, Internet.

A tecnologia nos pontos operacionais ao longo da hidrovia permite o controle e o monitoramento compreendendo as premissas do serviço de Tecnologia da Informação e Comunicação: monitoramento de variação de nível d'água e velocidade de correntes; monitoramento de dados meteorológicos; monitoramento de sedimento; monitoramento de fundeio de plataformas das IP4; monitoramento por imagem para acompanhamento e registro de operação nas IP4; interface com usuário por aplicativo para dispositivos móveis; divulgação de registros periódicos no portal da DAQ/DNIT. O modelo proporcionará o monitoramento permanente das condições dos trechos navegáveis, interligação de infraestruturas portuárias do DNIT, registros automatizados e sistematizados de leituras de réguas, dados operacionais atualizados na sede da DAQ e das Administrações Hidroviárias e interface com instituições públicas e privadas.

Sua concepção foi apoiada na metodologia RAMS. Foi realizado o estudo dos parâmetros de alta influência no âmbito de projetos hidroviários e portuários para a determinação das condições que serão monitoradas. Na execução de intervenções, por exemplo, a combinação das informações de levantamentos de engenharia em diferentes anos, usando um software GIS, proporcionaram uma análise do acúmulo de sedimentos e da forma atual de rearranjo do canal. Dessa maneira é possível combinar e analisar uma variedade de informações para avaliar os riscos envolvidos e para gerar uma visão objetiva da intervenção, resultando em uma execução mais eficiente, elevando a qualidade do trabalho e diminuindo os custos (Mamunts *et. al.*, 2015).

Como condições gerais para o dimensionamento de uma hidrovia, devem ser atendidos os requisitos de profundidade mínima, largura mínima, área mínima da seção molhada, raio de curvatura, vão e altura livres em pontes e velocidade máxima das águas, visando garantir a segurança e a livre navegação das embarcações. Consideraram-se essenciais para fim de ações em estruturas portuárias, obter informações sobre nível da água, vento, ondas, correntes, além disso, tanto para o dimensionamento hidroviário quanto para obras portuárias, é necessário que se tenha informações sobre batimetria de fundo, geotecnia das margens e ciclos e elevações de marés em casos específicos. Quanto à navegação e às atividades portuárias, foram considerados aspectos climatológicos como temperatura, precipitação, intensidade e direção dos ventos, estes por serem potencialmente prejudiciais (Alfredini e Arasaki, 2009). Nesse sentido, também foi considerado importante o conhecimento sobre os tipos e o fluxo de embarcações na hidrovia. A análise conjunta desses parâmetros, aliados às informações operacionais, fornece subsídios essenciais para dimensionar possíveis soluções quanto ao desenho da via e os equipamentos necessários.

O modelo busca monitorar as condições de navegabilidade da hidrovia com a coleta de informações tanto no canal de navegação quanto nas instalações portuárias tipo IP4. A coleta de dados operacionais mínimos de monitoramento se dará por meio de sensores para a leitura do nível d'água, velocidade de corrente, qualidade da água, pressão e pluviometria. Também serão realizadas campanhas periódicas de levantamentos hidrográficos, a fim da obtenção da profundidade do canal navegável e do mapeamento do leito do rio para subsidiar a elaboração

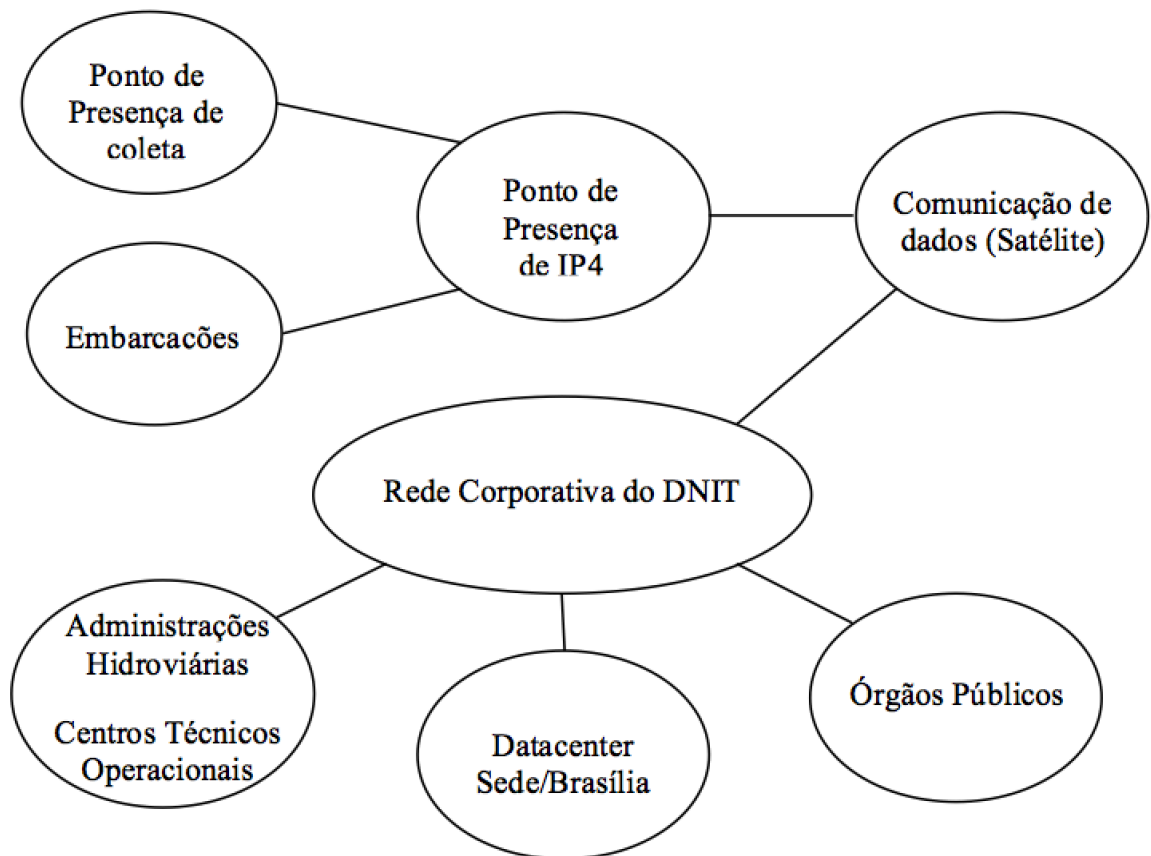
e atualização de cartas náuticas, e de levantamentos hidrossedimentológicos para a medição de descarga total (sedimentação).

Os pontos de aquisição de informações serão definidos com base na identificação, descrição e tratamentos dos parâmetros físicos e operacionais relacionados à navegação interior, bem como os dados operacionais mínimos de monitoramento. A coleta será realizada por meio de vídeo, áudio, de modo que a transmissão seja viável, verificada e comprovada, em locais com disponibilidade, levando em consideração fatores de segurança e de infraestrutura para instalações dos equipamentos de coleta e transmissão de dados.

### **3.1. Sistema Integrado de Gestão de Informações Hidroviárias**

Do ponto de vista da coleta de informações, o sistema integrado é composto de cinco elementos principais. Os subsistemas de coletas incluem sensores meteorológicos e fluviais que deverão ser instalados em pontos estratégicos, e as informações poderão ser enviadas por operadores, usuários e por meio de processos automatizados de coleta integrada ao sistema de informação. Já os subsistemas de transmissão da informação são tecnologias a serem implementadas para permitir a transmissão das informações coletadas e o acesso a essas informações. O Sistema Integrado de Gestão de Informações Hidroviárias (SIGIH) é uma plataforma web interface interativa que permite a inclusão ou a visualização de dados armazenados em banco de dados; sistema de comunicação integrada por meio de chats interativos permitindo o envio de documentos, imagens, áudio e vídeo. A base de informações é onde as informações serão registradas e armazenadas de forma estruturada que sejam percebidas de maneira tabulada. Essa base de dados deverá ser alimentada ou acessada através do SIGIH. Haverá ainda um aplicativo para dispositivos móveis com que os usuários, de forma colaborativa, alimentar informações sobre condições e incidentes ao longo da hidrovia e unidades hidroviárias. Pelo aplicativo também será possível acessar informações sobre condições temporais e de navegabilidade alimentadas por sensores automatizados.

Para garantir a otimização do monitoramento da hidrovia, será desenvolvido e implantado o Sistema Integrado de Informações Hidroviárias, que é um modelo de registros centralizados e integrados às Administrações Hidroviárias e à Diretoria de Infraestrutura Aquaviária, na Sede do DNIT. Os serviços de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) são essenciais no desenvolvimento dessa tarefa. A Figura 2 apresenta a proposta de comunicação integrada dos serviços de TIC. Isso se dá, pois, a maioria das informações serão coletadas por meio de estações automatizadas ao longo do trecho, nos chamados pontos de presença.



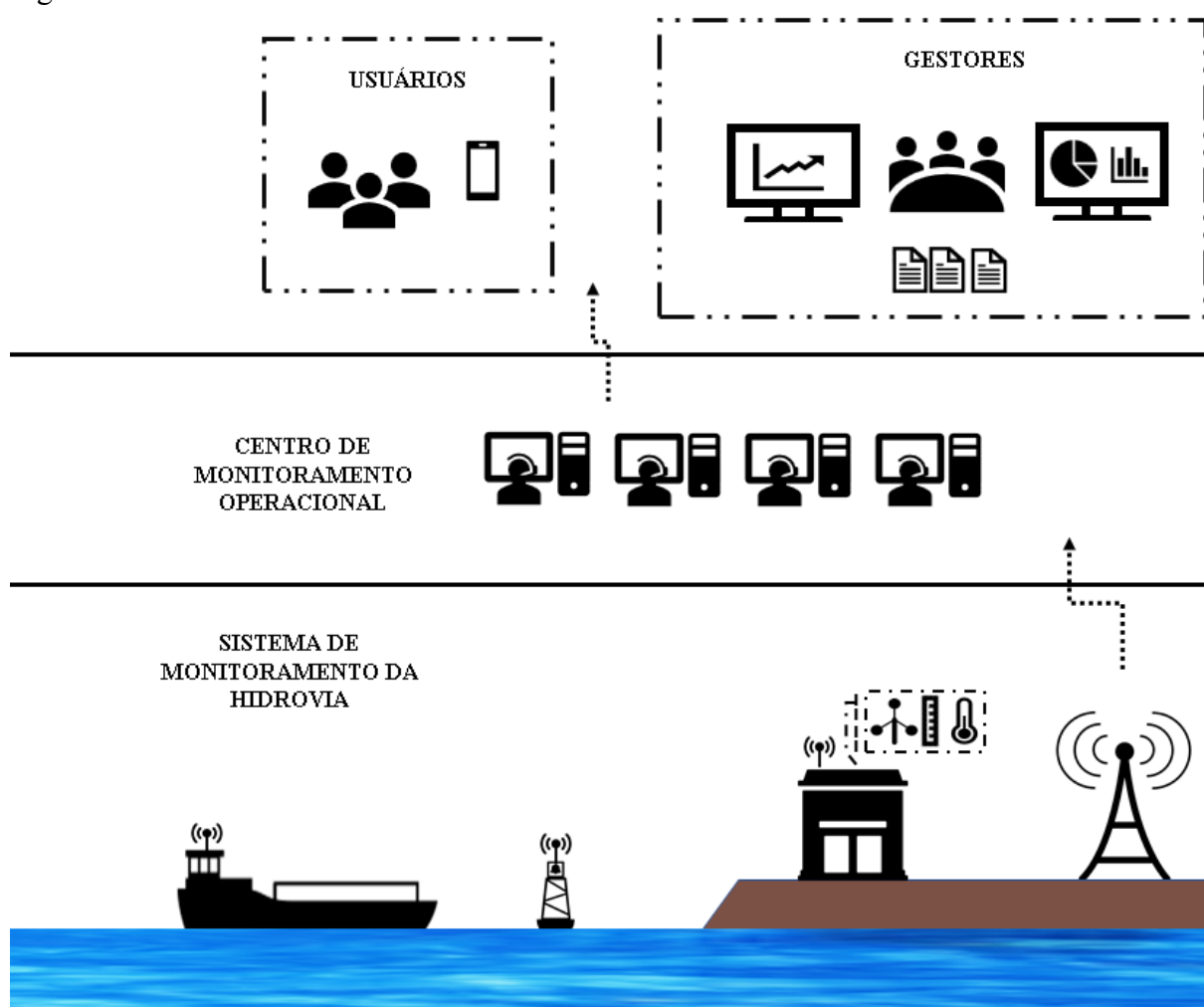
**Figura 2:** Proposta de comunicação integrada dos serviços de TIC. Fonte: Elaboração própria.

As estações de aquisição das informações podem ser dos seguintes tipos: estação completa sem container, estação completa em container, torre de aquisição/transmissão e boias de aquisição/transmissão fundeadas. Após as verificações iniciais de locais para possível instalação das estações para aquisição das informações, serão definidos os quesitos de atendimento como infraestrutura física já existente; disponibilidade e qualidade dos sinais (celular, internet, satélite); acessos terrestres e fluviais; segurança para os operadores e equipamentos e; possível utilização de operadores locais. O sistema será dotado de tecnologia que permita a aquisição e transmissão de dados para monitoramento, tais como imagens em pontos estratégicos ou críticos através de vídeos, telemetria para medição de nível d'água, correntezas, ventos, pluviometria e sedimentos em canais de navegação e acessos de atracação nos IP4s em tempo real, de forma a visualizar em ambiente digital e fornecer informações aos gestores para tomadas de planos de ação e aos usuários para obter confiança e segurança na navegação. Ainda nos pontos de presença localizados nas infraestruturas portuárias contempla-se a operação dos sistemas integrados envolvidos de forma a subsidiar a operação, tais como: o registro e disponibilização de informações de incidentes ao longo da hidrovia, monitoramento do fluxo no flutuante, entre outros. Os dados serão armazenados em nuvem, posteriormente quantificados e integrados ao sistema do DNIT. O Sistema concentrará os dados coletados sobre as situações das hidrovias, sobre as infraestruturas de apoio hidroviário e sobre as unidades operacionais, em uma plataforma digital integrada. Além disso, o projeto deverá contemplar a comunicação entre embarcação e o ponto de presença através de rádio comunicador nas imediações da infraestrutura portuária.

Serão implantados Centros de Monitoramento Operacional na Sede do DNIT em Brasília e na



Administração Hidroviária responsável pela hidrovia monitorada para receber, consolidar e analisar as informações coletadas e para realizar o gerenciamento das comunicações junto às embarcações. Os profissionais que farão as análises nas Administrações Hidroviárias poderão monitorar e informar a ocorrência de eventos críticos; elaborar relatórios descrevendo a situação da via, das estações de monitoramento e dos terminais; identificar, sistematizar e atualizar as informações de cotas de alerta e atenção das estações fluviométricas ou outra cota de referência; elaborar e manter atualizado um inventário das estações; monitorar e disseminar os alertas às autoridades competentes e auxiliar nos procedimentos de resposta aos acidentes/desastres; montar um registro de risco e vulnerabilidade das regiões de cada uma das vias. Após o Centro de Monitoramento Operacional dar o tratamento adequado às informações coletadas, os dados serão disponibilizados aos usuários em registros periódicos por meio do *site* do DNIT e do aplicativo móvel. Além disso, será possível o compartilhamento de informações com outros órgãos do governo, conforme apresentado na Figura 3.



**Figura 3:** Arquitetura do PROHIDRO. Fonte: Elaboração própria.

#### 4. ANÁLISE

A Organização Marítima Internacional (IMO, 2002) define risco como a combinação da frequência de um evento com a severidade de suas consequências. No âmbito do THI, devido à falta de um fluxo de informações confiáveis e frequentes, poucos trabalhos foram desenvolvidos acerca dos elementos mais vulneráveis do sistema que podem promover a

interrupção da navegação e a quantificação dos seus efeitos. Bačkalić e. Maslarić (2012) propõem oito tipos de risco para matriz de gestão de riscos do Transporte Hidroviário Interior, dentre eles o de infraestrutura.

No caso da profundidade do rio, que é destacada com um tipo de risco de infraestrutura, aponta-se que a análise do risco se dá por meio da identificação dos pontos críticos de navegação e que o monitoramento do risco se dá pelo acompanhamento constante das condições climáticas, hidrológicas e de navegação, que apresentam características variáveis no tempo. Será possível reduzir as vulnerabilidades do sistema de transporte hidroviário interior, por meio da prevenção contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes das alterações provocadas pelo homem; mitigação dos efeitos de secas e cheias na navegação e na operação dos terminais e verificação do cumprimento dos requisitos mínimos para o uso múltiplo dos recursos hídricos, por agentes públicos e privados, no que tange ao transporte hidroviário. Na implantação do PROHIDRO nas demais hidrovias brasileiras, após a validação do projeto piloto, também se prevê a disponibilização de dados sobre a velocidade e direção do vento nos acessos às eclusas. A partir das informações coletadas pelo PROHIDRO será possível também gerar dados sobre comportamento do rio ao longo do ano subsidiando a modelagem computacional dos rios, a elaboração de projetos e de estimativas de custos mais adequados.

A gestão adaptativa integrada prevê a participação dos atores interessados na formulação de políticas, em uma governança policêntrica. Esse preceito traduz-se no PROHIDRO com a interatividade entre DNIT e usuários. Por meio do aplicativo e do site da autarquia, os usuários serão atualizados sobre as condições físicas da via, como por exemplo o nível d'água em determinados trechos. Em contrapartida, eles poderão contribuir para o monitoramento contínuo do sistema de sinalização e de outras condições da hidrovia, enviando informações, em um sistema que se retroalimenta. A colaboração mútua entre DNIT e usuários aprimoraria o processo de determinação da resiliência do sistema em caso de um evento disruptivo, bem como auxilia a tomada de decisão na aplicação de contramedidas efetivas.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Por meio do PROHIDRO será possível viabilizar condições mais seguras de navegação, planejar a operação de uma forma mais precisa e dar recursos para o planejamento logístico dos usuários, aumentando a atratividade por meio da redução das vulnerabilidades do modo hidroviário. Espera-se que a aplicação do modelo resulte na criação de um retrato completo do funcionamento das hidrovias que auxiliará os gestores no processo decisório no âmbito dos investimentos em infraestrutura aquaviária. Ressalta-se a importância dos fundamentos da gestão adaptativa integrada como linha condutora do processo, pois a partir da primeira experiência do Rio Tapajós pretende-se aprimorar o modelo e replicá-lo para demais rios navegáveis comercialmente, até que as principais vias estejam monitoradas. Essas vias então poderão ser individualmente inseridas no conceito RAMS, com dados abundantes e precisos para prover confiabilidade, disponibilidade, manutenção e segurança, requisitos indispensáveis à atração de investimentos dos atores envolvidos na produção e no transporte de commodities agrícolas e minerais, cuja exportação é um importante motor da economia brasileira.

Desta forma, as perspectivas para o setor hidroviário com a realização do projeto piloto e os seus desdobramentos, seguindo os preceitos da gestão adaptativa, o aprendizado obtido com

as etapas de formação do arcabouço informacional permitirão o passo seguinte: o planejamento de ações integradas para incrementar a participação do Transporte Hidroviário Interior na matriz de transportes. Assim será possível criar um círculo virtuoso, no qual a infraestrutura logística será capaz de dar o apoio necessário ao crescimento econômico do país.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alfredini, P., Arasaki, E. (2009). Obras e gestão de portos e costas. A técnica aliada ao enfoque logístico e ambiental, 2ª edição.
- ANTAQ (2017). Lista das instalações portuárias autorizadas. Agência Nacional de Transportes Aquaviários. Disponível em: [http://portal.antaq.gov.br/wp-content/uploads/2017/11/Lista\\_instalacoes\\_portuarias\\_autorizadas.pdf](http://portal.antaq.gov.br/wp-content/uploads/2017/11/Lista_instalacoes_portuarias_autorizadas.pdf), acesso em 28 abr. 2018.
- Backalic, T. and Maslaric, M. (2012). Navigation conditions and the risk management in inland waterway transport on the middle Danube. *Transport Problems*, v. 7, n. 4, 13–24.
- Berdica K. (2002). An introduction to road vulnerability: what has been done, is done and should be done. *Transport Policy* 9 (2002).
- Brasil (2001) Lei Nº 10.233, de 5 de Junho de 2001.
- \_\_\_\_\_. (2016). Resolução nº 26, de 5 de maio de 2016 – Aprova o Regimento Interno do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes.
- Bulhões, E.; Barros, B.R.C.; Moura, G.A.; 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. pp. 2385-2396.
- Caris, A., Limbourg, S., Macharis, C., van Lier, T., & Cools, M. (2014). Integration of inland waterway transport in the intermodal supply chain: A taxonomy of research challenges. *Journal of Transport Geography*, n. 41, p. 126–136.
- CONAB (2018). Grãos – Série histórica. Portal de Informações Agropecuárias. Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em: <https://portaldeinformacoes.conab.gov.br/index.php/safra-serie-historica-dashboard>, acesso em 28 abr. 2018.
- Confederação Nacional do Transporte (2015). Entraves logísticos ao escoamento de soja e milho. Brasília. Disponível em <http://www.cnt.org.br/Estudo/transporte-desenvolvimento>, acesso em 11 abr. 2018.
- DNIT (2018). Em um mês de atividade, força tarefa do DNIT mantém trafegabilidade na BR-163/PA. Disponível em <http://www.dnit.gov.br/noticias/em-um-mes-de-atividade-forca-tarefa-do-dnit-mantem-trafegabilidade-na-br-163-pa>, acesso em 28 abr. 2018.
- Fastenbauer, M., Sattler, M. and Schilk, G. (2007). River Information Services for commercial users in the Inland Waterway sector. *International Symposium on Logistics and Industrial Informatics*, Wildau, 2007, p. 31-36.
- Gapanovich V.A., Shubinsky I.B., Rozenberg E.N e Zamyshlyayev A.M. (2015). System of adaptive management of railway transport infrastructure technical maintenance (Urran Project). *RT&A # 02 (37) (Vol.10)*, jun. 2015. Disponível em: <https://cyberleninka.ru/article/v/system-of-adaptive-management-of-railway-transport-infrastructure-technical-maintenance-urran-project>, acesso em 4 jul.2018.
- IMO. Guidelines for Formal Safety Assessment (FSA) for Use in the IMO Rule-Making Process. London: International Maritime Organization, 2002.
- Mamunts D.G., Sokolov S.S., Nyrkov A.P. (2015). Using information technologies in dredging. *Metallurgical & Mining Industry IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, n. 6, p. 521-524.
- Marinha do Brasil (2013). Portaria nº 20-70/CPAOR, de 29 de novembro de 2013. Disponível em <https://www.marinha.mil.br/sites/www.marinha.mil.br/cpaor/files/Portaria20-70-2013-cpaor.pdf>, acesso em 28 abr. 2018.
- Mattson L.G., Jenelius E. (2015). Vulnerability and resilience of transport systems – A discussion of recent research. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. V. 81, Nov. 2015.
- MT (2013). Plano Hidroviário Estratégico. Brasília: Ministério dos Transportes.
- MTPA (2017). Corredores Logísticos Estratégicos. Volume I – Complexo Soja e Milho. Brasília: Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil. Disponível em: [http://www.transportes.gov.br/images/2017/05/Relatorio\\_Corredores\\_Logisticos\\_VolumeI\\_VersaoI\\_Soja\\_Milho.pdf](http://www.transportes.gov.br/images/2017/05/Relatorio_Corredores_Logisticos_VolumeI_VersaoI_Soja_Milho.pdf), acesso em 29 abr. 2018.
- 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.
- Santana W. A., Tachibana, T. (2010). Caracterização dos elementos de um projeto hidroviário, vantagens,

aspectos e impactos ambientais para a proposição de metodologias técnico-ambientais para o desenvolvimento do transporte comercial de cargas nas hidrovias brasileiras. *Engevista*, v. 6, n. 3.

Sobral J., Ferreira L.A. (2016). Availability of fire pumping systems under periodic inspection. *Journalofbuildingengineering*. Vol. 8. Dez. 2016.

Souza M. P. (2000), Instrumentos de gestão ambiental: Fundamentos práticos. São Carlos: Riani Costa.

Vallant, J. e Hofmann-Wellenhof, B. (2008). *Elektrotechnik&Informationstechnik*, v. 125, n. 6, p. 238–243.