

SISTEMAS PARA CATEGORIZAÇÃO DE HIDROVIAS: FRONTEIRA METODOLÓGICA E DIRECIONAMENTOS FUTUROS

João Paulo Silva Lima
Marcos Paulino Roriz Junior
Universidade Federal de Goiás
Departamento de Engenharia de Transportes

RESUMO

Um sistema de classificação para a malha hidroviária, é uma importante ferramenta para tomada de decisões e fornece diretrizes para futuros dimensionamentos de canais, pontes e eclusas para as embarcações, além de ser fundamental para alcançar maior e melhor uso da navegabilidade das mesmas. Um sistema de classificação se dá através de um conjunto de critérios determinados, que conseqüentemente influenciam na extensão das divisões ou categorias de classificação. Esses critérios podem variar dependendo do objetivo principal da classificação. Sendo assim, o presente trabalho avalia os sistemas de classificação de hidrovias existentes em seus diferentes locais, além dos diferentes parâmetros adotados para tais classificações. Mediante recomendações para o desenvolvimento de um sistema de classificação hidroviário brasileiro, percebe-se a necessidade de se determinar quais parâmetros devem ser utilizados para se criar uma metodologia de classificação da rede hidroviária do país.

ABSTRACT

A classification system for the waterway network is an important tool for decision-making and provides guidelines for future dimensioning of canals, bridges and locks for vessels, as well as being essential to achieve greater and better use of their navigability. A classification system is given according to a set of specific criteria, which consequently influence the extent of classification divisions or categories. These criteria may vary depending on the primary purpose of the classification. Thus, the present study evaluates the classification systems of existing waterways in their different locations, in addition to the different parameters adopted for such classifications. With recommendations for the development of a Brazilian waterway classification system, it is necessary to determine which parameters should be used to create a classification methodology for the country's waterway network.

1. INTRODUÇÃO

Avaliado como o modal de transporte mais econômico e com maior eficiência energética, o transporte aquaviário também é considerado o mais indicado para mover grandes volumes à grandes distâncias (Pompermayer *et al.*, 2014; Wiegmans e Konings, 2016). Porém, no contexto brasileiro, apesar da existente riqueza hídrica, o transporte aquaviário não é o meio mais utilizado para a movimentação interior de cargas.

Apesar de um crescimento nos números de movimentações de cargas e pessoas por hidrovias nos últimos anos, até o momento, não se conseguiu aproveitar ao máximo o extenso sistema de vias naturalmente navegáveis no Brasil. Isso dificulta a inclusão deste modal como parte integrante da rede de transportes do país para atender a crescente e significativa demanda de movimentação de cargas e pessoas (Jaimurzina *et al.*, 2017). Ainda segundo os autores, as limitações da infraestrutura são um dos principais obstáculos para o desenvolvimento da navegação interior no país.

De acordo com Wiegmans e Konings (2016), as características de uma hidrovia restringem a competitividade do sistema de transporte por vias interiores. Além disso, para apresentar mais vantagens que outros modos de transporte, uma embarcação interior tem que ser capaz de obter economias de escala suficientes, quando se compara o tamanho das embarcações. Dessa forma, o regime operacional também é de suma importância, desejando-se um sistema em que não se limite as horas de funcionamento durante todo o dia.

Ainda segundo Wiegmans e Konings (2016), um sistema de classificação para a malha hidroviária, é uma importante ferramenta para tomada de decisões e fornece diretrizes para as futuras dimensões de canais, pontes e eclusas para as embarcações. Assim, a categorização de um sistema de transportes se torna um mecanismo para administração, planejamento e operação das instalações em uma obra de infraestrutura. Exemplo disso é apresentado em Jaimurzina *et al.* (2016) onde se exhibe os benefícios da classificação das hidrovias europeias como um dos instrumentos de desenvolvimento do transporte hidroviário interior, possuindo um número crescente de países adotando o sistema de classificação apresentado.

Jaimurzina *et al.* (2017) afirmam também que critérios de classificação das vias navegáveis interiores são fundamentais para alcançar maior e melhor uso da navegabilidade das mesmas. Desta forma, o processo se torna uma ferramenta essencial, poderosa e dinâmica para as políticas e projetos de navegação interior, na medida em que permite a identificação das limitações e do potencial econômico das vias navegáveis na região, além de permitir monitorar o desenvolvimento de sua capacidade de transporte de bens e pessoas.

Atualmente, diversos dados coletados anualmente a respeito das hidrovias brasileiras são fornecidos em plataformas como o Anuário Estatístico da Agência Nacional dos Transportes Aquaviários (ANTAQ), Agência Nacional das Águas (ANA), dentre outras. Este banco de dados é fundamental para a orientação dos esforços em andamento para melhoria da navegabilidade em vias interiores, através de pesquisas e análises estatísticas. Além disso, o avanço e progresso em obtenção de dados permitiu um contínuo crescimento em pesquisas e metodologias estatísticas, possibilitando aos pesquisadores extrair cada vez mais informações das fontes de dados existentes. Porém, a qualidade das pesquisas em métodos de categorização de hidrovias brasileiras nem sempre progrediu de forma equivalente.

Sendo assim, este trabalho tem como objetivo avaliar os sistemas de classificação de hidrovias existentes em seus diferentes locais de aplicação, bem como comparar os diferentes parâmetros adotados para tais classificações. Além disso, propõe-se recomendações para o desenvolvimento de um sistema de classificação hidroviário brasileiro.

De acordo com esse objetivo, no presente artigo, a Seção 2 começa com uma discussão sobre as principais características de um sistema de classificação de uma rede hidroviária. A Seção 3 aborda os diferentes métodos de classificação de hidrovias aplicados ao redor do mundo; A Seção 4 analisa os parâmetros apresentados nos diferentes métodos abordados e fornece intuições sobre algumas tendências que são relevantes ao desenvolver ou atualizar um sistema de classificação de hidrovias, bem como a análise para o desenvolvimento de um sistema de classificação hidroviário no Brasil; e a Seção 5 conclui, apresentando recomendações para o desenvolvimento de um sistema hidroviário preparadas para o futuro.

2. SISTEMAS DE CLASSIFICAÇÃO DE HIDROVIAS: O QUE É?

Águas interiores podem ser definidas como áreas de água não pertencentes ao volume marítimo. Elas incluem canais, rios de marés e não-marés, lagos e águas estuarinas (Wiegmans e Konings, 2016).

Para Jaimurzina *et al.* (2017), um sistema hidroviário pode ser classificado mediante uma ordenação e organização de seus componentes, através de um conjunto de critérios

determinados. Esses critérios, bem como a extensão das divisões ou categorias de classificação, podem variar dependendo do objetivo principal da classificação.

Ainda segundo os autores, uma classificação comum de hidrovias interiores se torna uma importante ferramenta para avaliar a situação atual das hidrovias existentes, sua capacidade atual e seu potencial de integrar as cadeias logísticas nacionais e regionais, ajudando a região a fazer a transição para um uso mais sustentável de seus recursos nacionais. Dessa maneira se torna possível implementar um sistema logístico mais sustentável para a exploração desses recursos.

Conforme apresentado na Resolução 30 da Comissão Econômica das Nações Unidas para a Europa (UNECE) (1992), uma ferramenta de classificação de um sistema hidroviário preenche vários critérios operacionais e de qualidade os quais são apresentados:

- É de caráter ilustrativo, dando uma descrição clara e inequívoca das vias navegáveis interiores existentes.
- É prospectivo, especificando os parâmetros a serem cumpridos ao se construir ou modernizar as vias navegáveis interiores existentes para alcançar uma certa classificação.
- Contém uma hierarquia de classes, garantindo que uma embarcação que opera normalmente em cursos d'água de uma classe possa ser usada em hidrovias pertencentes a uma categoria superior sem restrição quanto aos parâmetros cobertos pela classificação.
- É estabelecido a longo prazo, de modo a acomodar futuros desenvolvimentos na tecnologia de transporte de água interior.
- É de caráter universal para poder ser aplicado sobre a maior extensão territorial possível em um contexto geográfico.

Apesar de um curso hídrico ser utilizado a fins de navegabilidade, deve-se levar em conta uma visão integrada e complementar para a gestão do rio, que equilibre as necessidades de todos os atores, uma vez que a ecologia, a produção agrícola e extrativista, o abastecimento de água, recreação também poderão ser implementados na hidrovia. Wilmsmeier (2013) afirma que a classificação dos rios por sua navegabilidade, juntamente com outras medidas de melhoria e regras de operação, é aplicável para supervisão e implementação da hidrovia, por parte da autoridade responsável, a fim de se tomar medidas para satisfazer as necessidades de todas as esferas de atuação.

A classificação das vias navegáveis interiores, juntamente com a adoção de parâmetros técnicos e operacionais, trazem maior visibilidade à rede existente e potencial para navegação interior na região. Além disso, um sistema de classificação é uma importante ferramenta para se determinar as dimensões da rede, identificar os elos perdidos entre diferentes trechos e avaliar o potencial para o desenvolvimento de hidrovias adequadas para uso econômico (Jaimurzina *et al.*, 2016).

Por fim, Jaimurzina *et al.* (2017) ressalta que outro resultado positivo da classificação das vias navegáveis é a identificação das oportunidades de integração do transporte por hidrovias interiores com outros modos de transporte: desde o transporte pelos corredores marítimos pelas zonas costeiras à promoção de uma melhor integração dos corredores fluviais com os principais corredores terrestres rodoviários e ferroviários.

3. ABORDAGENS METODOLÓGICAS NA CLASSIFICAÇÃO DE HIDROVIAS EXISTENTES

Apesar da constante progressão da inovação metodológica no campo da análise de sistemas de navegação por vias interiores, permanecem muitas questões fundamentais que não foram completamente abordadas ou são frequentemente negligenciadas quando se trata da análise dos sistemas de classificação das hidrovias.

Jaimurzina e Rigo (2018) afirmam que a rede hidroviária europeia apresenta um sistema eficiente de classificação das mesmas para fins de navegabilidade. Além disso, países asiáticos, como China e Vietnã também apresentam sistemas de classificação de suas hidrovias (World Bank, 2009; Sokhalay *et al.*, 2016). Já no continente americano, os sistemas de classificação são deficientes ou inexistentes quando comparados com os demais. Segundo Brohl (2018), não há classificação ampla e abrangente para a navegação das hidrovias interiores nos Estados Unidos. Já de acordo com Jaimurzina *et al.* (2016) não se tem uma classificação de hidrovias oficial proposta para os países Sul-americanos. A seguir, na Tabela 1 serão apresentados os diferentes métodos de classificação existentes.

Tabela 1: Métodos de classificação de hidrovias estudados

| Método de Classificação | Local de aplicação | Parâmetro |
|---|--------------------|--|
| ECMT/UNECE (Classificação AGN) (1992) | 18 países europeus | Capacidade Econômica |
| UNECE/União Europeia (UE) (2006) | União Europeia | Hidráulica do fluxo de água |
| <i>Maritime and Coastguard Agency</i> (1992) | Reino Unido | Geometria dos canais e Hidráulica do fluxo de água |
| <i>China's National Standard of Inland Waterway</i> | China | Capacidade da Embarcação e dimensões do canal |
| <i>Code</i> TCVN 5664 (1992) | Vietnã | Capacidade da Embarcação e dimensões do canal |

Primeiramente, é apresentada a classificação das vias navegáveis com base na sua capacidade econômica realizada pela *European Conference of Ministers of Transport* (ECMT), Associação Mundial para a Infra-estrutura de Transportes Aquáticos (PIANC) e UNECE no ano de 1992. Esta proposta, apresentada na Fig. 1, comumente utilizada, se divide em 10 classes e subclasses com base principalmente na sua capacidade de acomodar embarcações (embarcações a motor e barças) e comboios empurrados de certos tamanhos. Os critérios utilizados para determinar uma classe são as dimensões horizontais dos veículos e dimensões verticais, como altura máxima sob pontes. Além disso, o método de classificação ECMT/UNECE considera duas categorizações distintas: a classificação de hidrovias regionais (Classes I à III) e das hidrovias interiores de caráter internacional (Classes de IV à VII). Uma descrição das diferentes classes abordadas pode ser observada na Tabela 2.

Tabela 2: Classificação das Hidrovias Interiores Europeia: Método ECMT/UNECE

| Classe de Hidrovia | Embarcações de motor e barcaças - tipo de embarcação, características gerais | | | | Comboios empurrados: tipo de transporte, características gerais | | | | Altura mínima sob pontes |
|--------------------|--|-------------------------|-----------------|--------------------|---|------------------|-----------------|--------------------|--------------------------|
| | Comprimento máximo L (m) | Largura máxima B (m) | Calado D (m) | Tonelagem T (t) | Comprimento L (m) | Largura B (m) | Calado D (m) | Tonelagem T (t) | |
| I | 38,50 | 5,05 | 1,80-2,20 | 250-400 | | | | | H (m) |
| II | 50-55 | 6,60 | 2,50 | 400-650 | | | | | 4,00 |
| III | 67-80 | 8,20 | 2,50 | 650-1.000 | | | | | 4,00-5,00 |
| I | 41 | 4,70 | 1,40 | 180 | | | | | 3,00 |
| II | 57 | 7,50-9,00 | 1,60 | 500-630 | | | | | 3,00 |
| III | 67-70 | 8,20-9,0 | 1,60-2,00 | 470-700 | 118-132 | 8,20-9,00 | 1,60-2,00 | 1.000-1.200 | 4,00 |
| IV | 80-85 | 9,50 | 2,50 | 1.000-1.500 | 85 | 9,50 | 2,50-2,80 | 1.250-1.450 | 5,25/7,0 |
| Va | 95-110 | 11,40 | 2,50-2,80 | 1.500-3.000 | 95-110 | 11,40 | 2,50-4,50 | 1.600-3.000 | 5,25 7,00 |
| Vb | | | | | 172-185 | 11,40 | 2,50-4,50 | 3200-6.000 | 9,10 |
| VIa | | | | | 95-110 | 22,80 | 2,50-4,50 | 3.200-6.000 | 7,00/9,10 |
| VIb | 140,00 | 15,00 | | | 185-195 | 22,80 | 2,50-4,50 | 6.400-12.000 | 7,00/9,10 |
| VIc | | | | | 195-200 | 33,0-34,2 | 2,50-4,50 | 9.600-18.000 | 9,10 |
| VII | | | | | 285 | 33,0-34,2 | 2,50-4,50 | 14.500-27.000 | 9,10 |

Fonte: UNECE (ECE/TRANS/120), (1996).

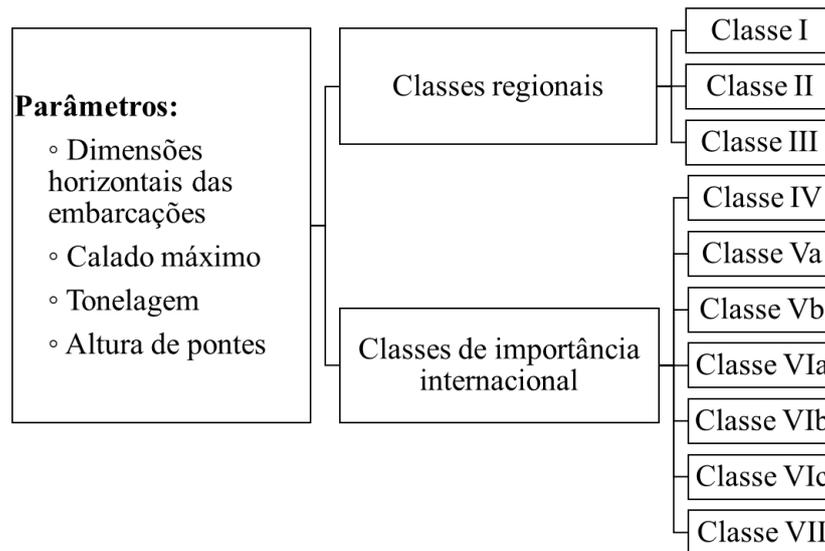


Figura 1: Classificação ECMT/UNECE. (Adaptado de: UNECE (ECE/TRANS/120), 1996)

Posteriormente apresenta-se a classificação criada pela Comissão Econômica das Nações Unidas para a Europa (UNECE) e pela União Europeia no ano de 2006. Esta ferramenta classifica as hidrovias mediante o tamanho de suas ondas. As zonas de classificação são apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3: Classificação das Hidrovias Interiores Europeia: Método UNECE/UE

| Zonas de Classificação | 1 | 2 | 3 |
|------------------------|-----|-----|-----|
| Altura de onda (m) | 2,0 | 1,2 | 0,6 |

Fonte: UNECE (ECE/TRANS/SC.3/172/Rev.1), (2011).

A *Maritime and Coastguard Agency* em 1992, categorizou as hidrovias interiores do Reino Unido baseando-se em três fatores: Largura e Profundidade dos canais, bem como altura significativa das ondas. Por fim, definiu-se 4 classes distintas para classificar as hidrovias:

- Categoria A: Rios e canais estreitos, onde a profundidade da água é geralmente inferior a 1,5 metros.
- Categoria B: Rios e canais mais largos, onde a profundidade da água é geralmente de 1,5 metros ou mais e onde não se pode esperar que a altura significativa da onda exceda 0,6 metros em qualquer momento.
- Categoria C: Rios e estuários de marés e grandes lagos e lagos profundos, onde não se pode esperar que a altura da onda significativa exceda 1,2 metros em qualquer momento.
- Categoria D: Rios e estuários de maré em que não se pode esperar que a altura de onda significativa ultrapasse os 2,0 metros em qualquer momento.

Já no Continente Asiático, tem-se o modelo de classificação das hidrovias chinesas e vietnamitas. O Modelo Padrão Nacional de Hidrovia Interior da China especifica a classificação da hidrovia de acordo com a tonelagem e a profundidade da água apresentada na Tabela 4.

Tabela 4: Classificação das Hidrovias Interiores Chinesas

| Classes das hidrovias | I | II | III | IV | V | VI | VII |
|-----------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Tonelagem da embarcação (t) | 3,000 | 2,000 | 1,000 | 500 | 300 | 100 | 50 |
| Profundidade do canal (m) | 3,5-4,0 | 2,6-3,0 | 2,0-2,4 | 1,6-1,9 | 1,3-1,6 | 1,0-1,2 | 0,7-0,9 |

Fonte: World Bank (2009).

Por fim, apresenta-se os Padrões de Classe Técnica de Vias Navegáveis no Vietnã (Código TCVN 5664 - 1992). Essa classificação, que diferencia os rios naturais e os canais, identifica seis categorias, sendo a classe I a maior categoria. As Classes são apresentadas na Tabela 5.

Tabela 5: Classificação das Hidrovias Interiores Vietnamitas

| Classes | Tonelage m (T) | Profundi dade (m) | Largura (m) | Raio (m) | Extensão da ponte (m) | Altura da ponte (m) | Altura dos fios elétricos |
|---------|----------------|-------------------|-------------|----------|-----------------------|---------------------|---------------------------|
| I | 500 | > 3,0 (f) | > 90 | > 700 | 80 | 10,00 | 12,00 |
| II | 300 | 2,0-3,0 | 70-90 | 500-700 | 60 | 9,00 | 11,00 |
| III | 100 | 1,5-2,0 | 50-70 | 300-500 | 50 | 7,00 | 9,00 |
| IV | 50 | 1,2-1,5 | 30-50 | 200-300 | 40 | 5,50 | 8,00 |
| V | 20 | 1,0-1,2 | 20-30 | 100-200 | 25 | 3,50 | 8,00 |
| VI | < 10 | < 1,0 | < 20 | 60-150 | 15 | 2,50 | 8,00 |

Fonte: Sokhalay *et al.* (20016).

4. CONSIDERAÇÕES METODOLÓGICAS

A presença de um sistema de classificação em uma rede hidroviária é uma importante ferramenta para garantir a homogeneidade, desenvolvimento da rede, além de uma integração com diferentes bacias hidrográficas, bem como outros meios de movimentação de cargas e pessoas.

A partir dos métodos propostos para as diferentes regiões, pode-se levantar quais são os critérios abordados para se classificar uma hidrovia. A Tabela 6 apresenta detalhadamente quais são os parâmetros adotados, para se diferenciar em classes, um sistema hidroviário.

Mediante os critérios abordados para realizar uma classificação, com exceção do método apresentado pela UNECE/União Europeia (2006), nota-se que os mesmos utilizam a Profundidade do canal de navegação para se classificar as hidrovias. Além disso, outros parâmetros geométricos como Largura e Raios de curvatura podem ser verificados em alguns modelos de classificação de hidrovias apresentados.

Porém, Lataire *et al.* (2007) salientam um aumento contínuo das principais dimensões das embarcações que pode ser observado nas últimas décadas. Por outro lado, as dimensões dos canais de acesso, rios, canais e portos frequentados por essas embarcações muitas vezes não aumentam na mesma proporção. Como resultado, o comportamento das mesmas operando em uma hidrovia ou região portuária será cada vez mais influenciado pelas geometrias dos canais de navegação.

Tabela 6: Métodos de classificação de hidrovias estudados

| Método de Classificação | Tonelagem | Profundidade | Largura | Raio de curvatura | Altura das ondas | Altura sob pontes | Extensão das pontes | Altura dos fios elétricos |
|---|-----------|--------------|---------|-------------------|------------------|-------------------|---------------------|---------------------------|
| ECMT/UNECE (Classificação AGN) (1992) | ■ | ■ | ■ | | | ■ | | |
| UNECE/União Europeia (2006) | | | | | ■ | | | |
| <i>Maritime and Coastguard Agency</i> (1992) | | ■ | ■ | | ■ | | | |
| <i>China's National Standard of Inland Waterway</i> | ■ | ■ | | | | | | |
| <i>Code TCVN 5664</i> (1992) | ■ | ■ | ■ | ■ | | ■ | ■ | ■ |

Sendo assim, uma classificação através dos parâmetros geométricos se torna uma importante ferramenta de políticas públicas para garantir confiabilidade na navegação, bem como possibilitar futuras melhorias visando o desenvolvimento econômico, e conseqüentemente, garantir competitividade com os demais modos de transporte. Uma vez que, o aumento da capacidade dos sistemas de transporte pode-se reduzir o tempo de viagem e o custo de uso dos veículos.

Considerando os métodos de classificação, ainda é importante ressaltar que, os mesmos apresentam uma grande possibilidade de maior visibilidade do potencial do transporte hidroviário interior de uma determinada região. Porém, ao mesmo tempo, aponta para grandes fraquezas e, assim, facilitam a identificação de projetos estratégicos para planos de desenvolvimento de infraestrutura nacionais e regionais (PLATINA, 2010).

Ainda se tratando dos critérios de classificação, percebe-se que, apesar do método proposto pela ECMT/UNECE (1992) ter como parâmetro de classificação a Capacidade Econômica da hidrovia, os aspectos econômicos não são tratados de forma direta no processo de classificação. Segundo Rodrigues (2009), a análise das características morfológicas de hidrovia, onde é de suma importância o estudo das dimensões e formas da mesma, é uma importante aliada à sua análise econômica.

Garantindo uma geometria suficiente para navegabilidade, a contribuição da infraestrutura do transporte aquaviário para o crescimento e desenvolvimento econômico é realizada mediante os serviços prestados direta ou indiretamente, aos diferentes agentes e seguimentos da sociedade. Porém, Adler (1978) salienta que, por mais que uma infraestrutura de transportes seja um pré-requisito para o crescimento, ela de maneira isolada não garante o desenvolvimento econômico. Dessa maneira, os aspectos econômicos de um sistema de

transporte, se tornam uma importante ferramenta para análise e classificação de um sistema hidroviário.

Em uma abordagem econômica, o custo dos serviços de transporte continua a ser um dos critérios mais importantes na escolha modal. Em princípio, os custos de um serviço de transporte devem refletir todos os valores necessários para fornecer o serviço de transporte. Evidentemente, os custos podem incluir uma ampla gama de fatores de custos, uma vez que fornecer um serviço de transporte pode envolver muitas atividades e condições de transporte da mercadoria (Wiegmansa e Konings, 2015). Além disso, para uma análise econômica deve-se levar em consideração o fato de que as vias navegáveis interiores não são simplesmente uma forma de infraestrutura de transporte. Eles também podem desempenhar um papel no desenvolvimento do turismo, indústria, agricultura e centros urbanos, ajudando a melhorar a gestão da água e criar áreas que podem ser usadas para outras atividades além do transporte, trazendo assim o desenvolvimento econômico da região (PIANC, 2005).

Cabe-se ainda ressaltar que considerando a expansão da escala do transporte aquaviário de forma acentuada nas últimas décadas, o aumento tanto do número quanto do tamanho das embarcações atrai cada vez mais preocupações para o equilíbrio entre segurança e capacidade do tráfego marítimo, uma vez que, ao se tomar medidas para aumentar a capacidade, geralmente a segurança diminui e vice-versa (Shu *et al.*, 2017). Dessa forma, a capacidade (tonelagem de peso bruto) de uma embarcação se torna uma importante ferramenta para classificação das hidrovias. Tratando-se da segurança, é importante ressaltar a necessidade em garantir alturas e larguras mínimas para a passagem das embarcações. Sendo assim, é característico dos métodos apresentados pela ECMT/UNECE (1992) para as hidrovias europeias e o *Code* TCVN 5664 (1992) para as hidrovias do Vietnã propor um sistema de classes para as hidrovias limitando a passagem sob pontes.

Por fim, resalta-se que os métodos implementados por UNECE/União Europeia (2006) e por *Maritime and Coastguard Agency* (1992), os quais consideram como parâmetro de classificação das hidrovias a hidráulica do fluxo de água. De acordo com Szelangiewicz *et al.* (2014), a segurança do navio e da carga está associada aos efeitos negativos das ondas que atuam no navio. Dessa maneira, a redução do impacto dos fenômenos da onda em um canal durante a operação da embarcação está associada à redução de velocidade ou mudanças de rota. Sendo assim, tratando-se de um canal interior, onde a rota se torna restrita, as características da hidráulica do fluxo de água se tornam um mecanismo estratégico para a classificação de uma hidrovia.

4.1 A Influência da implementação do sistema de classificação das hidrovias brasileiras

O transporte por vias interiores, segundo o Ministério dos Transportes, apresentou um aumento de 27,8% em toneladas de cargas no ano de 2017, quando comparada ao ano anterior (ANTAQ, 2018). Devido à crescente participação da movimentação de cargas por vias interiores, conseqüentemente aumentou-se o número da frota operante. Somente no ano de 2017, segundo a ANTAQ (2018), a frota brasileira total de veículos nas hidrovias interiores foi de 2895 veículos. A Figura 2 apresenta a distribuição de veículos por rede hidrográfica.

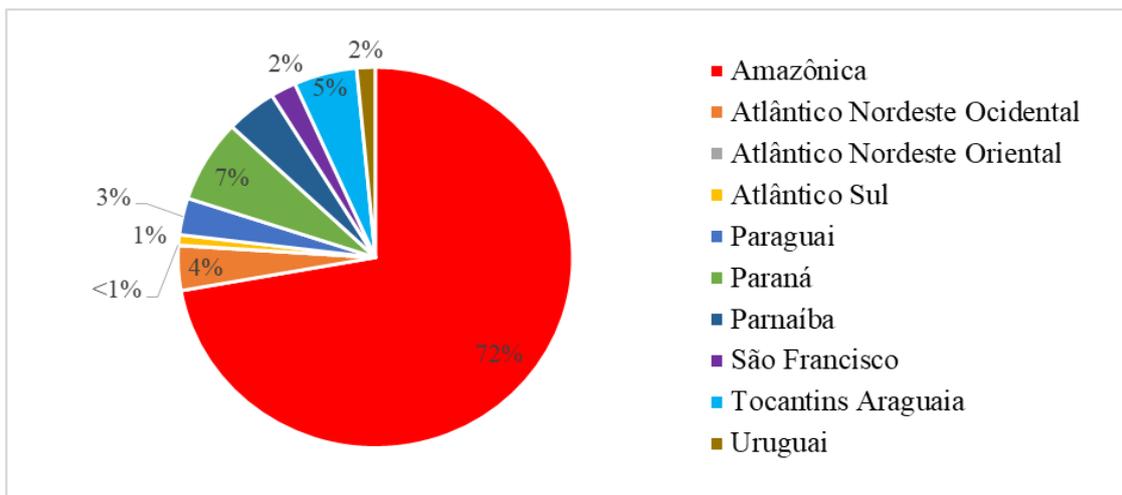


Figura 2: Distribuição de frota por região hidrográfica. (Fonte: ANTAQ, 2018)

A riqueza de rios navegáveis no Brasil apresenta uma importante rede de comunicação. Dentro dessa rede, tem-se desde a presença de grandes cursos hidroviários, até rios de médio curso que garantem a comunicação de comunidades locais. O grande destaque se dá à região da Bacia Hidrográfica Amazônica, que segundo a Figura 2 concentram 72% das embarcações hidroviárias (distribuídas em longitudinais de carga, passageiros/mistos, transporte de travessia). Muitas das vezes, as hidrovias amazônicas são o único meio de comunicação e acesso nas regiões do Norte do país.

A presença de uma metodologia de classificação do sistema hidroviário nacional se tornará uma importante ferramenta para se tomar decisões políticas e ações que possibilitarão:

- Acondicionamentos de segurança implementados na navegabilidade;
- Desenvolvimento das infraestruturas, mediante uma análise de prioridades;
- Delimitação de responsabilidade para a navegação interior na região.

Além disso, uma metodologia de classificação de hidrovias se torna importante para estabelecer e padronizar técnicas de operação e navegabilidade. Ainda, a aplicação dessa ferramenta implica em um incentivo em iniciativas que impulsionem a navegação e transporte de cargas por hidrovias brasileiras de forma a se aproveitar ao máximo o extenso sistema de vias naturalmente navegáveis em contexto nacional. Dessa maneira, atenua-se a inclusão deste modal como parte integrante da rede de transportes do país para atender a crescente e significativa demanda de movimentação de cargas e pessoas.

Porém, a implementação da ferramenta de classificação das hidrovias brasileiras necessita de um amplo estudo para se determinar quais são os parâmetros a serem utilizados na classificação. Os métodos apresentados no presente artigo são suficientes para mostrar as diferentes naturezas de parâmetros abordados, bem como suas corretas escolhas. Porém, Jaimurzina *et al.* (2017) ressalta que os métodos apresentados para uma determinada região apresentam limitações que impedem suas transferências para outras regiões do mundo. Por exemplo, os critérios de classificação Europeus aplicados normalmente em canais artificiais ou obras canalizadas podem entrar em conflito com os critérios para se classificar os rios naturais presentes no território brasileiro.

5. CONCLUSÕES

Mediante o apresentado, pode-se afirmar que a implementação da classificação das vias navegáveis em um contexto geográfico garante um acompanhamento rigoroso da evolução da rede de navegação, além de alcançar uma melhoria em sua condição de navegação. Para o presente estudo, percebe-se que o Brasil apresenta uma evolução no modal aquaviário, onde é crescente participação deste transporte na malha de transporte nacional.

Dessa maneira, pode-se concluir que, a implementação de um sistema de classificação na rede hidroviária brasileira se tornará uma ferramenta de ação direta no desafio de ligar os elos perdidos do sistema, integrando cada vez mais, tanto os diferentes cursos naturais dentro de uma bacia hidrográfica, bem como permitir a integração em toda a rede hidrográfica em contexto nacional. Garantindo esta evolução da rede, tem-se o melhoramento e a promoção da rede hidroviária interior.

Devido as particularidades da frota, do regime de escoamento e das características hidráulicas do fluxo de água em uma determinada região, se torna impossível a criação de um sistema de classificação único para as hidrovias interiores em contexto global, mas a presença de critérios correlacionados entre os métodos são importantes para eventuais análises e comparações. Dessa maneira, se torna necessário determinar os parâmetros de classificação hidroviários específicos para a elaboração de um sistema de classificação hidroviário brasileiro.

Sendo assim, como proposta de trabalhos futuros, se torna importante determinar quais os parâmetros específicos que a serem utilizados na metodologia para classificação das hidrovias brasileiras. Além disso, torna-se necessário determinar os critérios, a hierarquia e a forma de influência desses parâmetros dentro de um sistema de classificação das hidrovias nacionais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adler, H.A. *Avaliação econômica de projetos de transportes: metodologia e exemplos*. Rio de Janeiro: Livros técnicos e Científicos, 1978. 171p.
- ANTAQ. Anuário ANTAQ. Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ).. Brasília, 2018.
- ECMT (1992), *Resolution No. 92/2 on New Classification of Inland Waterways*.
- Helen Brohl, U.S. Waterways: Toward a More Formal Classification in Support of Navigation. PIANC Panama.
- Jaimurzina, A.; Wilmsmeier, G.; Montiel, D. (2016) Inland waterways classification as a tool for public policy and planning: core concepts and proposals for South America. FAL Bulletin N°346 12 p.
- Jaimurzina, A.; Wilmsmeier, G.; Koedijk, O.; Rigo, P. (2017). Joint paper on inland waterways classification for South America. Printed at United Nations, Santiago.
- Jaimurzina, A.; Rigo, P. (2018). Advances on the methodology for the Inland Waterways Classification for South America. em *Pianc Congress 2018*.
- Lataire E, Vantorre M, LAFORCE E, Eloit K, Delefortrie G. (2007) Navigation in Confined Waters: Influence of Bank Characteristics on Ship-Bank Interaction. Anais de *2nd International Conference on Marine Research and Transportation*, Ischia Naples Italy.
- PIANC (2005) Economic aspects of inland waterways. World Association for Waterborne Transport Infrastructure *InCom Working Group 21*.
- PLATINA (2010). Inventory of Bottlenecks and Missing Links on the European Waterway Network. EU Platina Project. *SWP5.1- Technical support for European IWT infrastructure development plan*.
- Pompermayer, F. M.; Campos Neto, C. A. S; Paula, J. M. P. (2014) *Hidrovias no Brasil: Perspectiva histórica, custos e institucionalidade*. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Rio de Janeiro, Ipea.
- Rodrigues, J. A. (2009). *Estradas d'água: as hidrovias do Brasil*. Rio de Janeiro: Action, 2009.
- Sokhalay, H.; Wens, F; Geerinck, L. (2016). Calibration of the Navigable Waterways On The Lower Mekong
- Szelangiewicz T., Wiśniewski, B., Żelazny, K. (2014). The influence of wind, wave and loading condition on total resistance and speed of the vessel. *Polish Maritime Research*, v. 21; p. 61-67.
- River into a Classification Standard. Anais do *PIANC-COPEDEC IX*, Rio de Janeiro.

- Shu Y., Daamen W., Ligteringen H., Hoogendoorn S. P. (2017) *Influence of external conditions and vessel encounters on vessel behavior in ports and waterways using Automatic Identification System data*. Ocean Engineering. v. 131, pp. 1-14.
- UNECE (1996). *The European Agreement on Main Inland Waterways of International Importance*. Comissão Económica das Nações Unidas para a Europa. ECE/TRANS/120.
- UNECE (2011). *Recommendations on harmonized Europe-Wide Technical Requirements for Inland Navigation Vessels*. Comissão Económica das Nações Unidas para a Europa. Resolução N° 61. ECE/TRANS/SC.3/172/Rev.1.
- Wiegmans, B.; Konings, R. (2015) Intermodal Inland Waterway Transport: Modelling Conditions Influencing Its Cost Competitiveness. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, v. 31, n. 2, pp. 273-294.
- Wiegmans, B.; Konings, R. (2016) *Inland Waterway Transport: Challenges and prospects*. (1ª ed), 238pp, Routledge, Nova York.
- World Bank. 2009. *Sustainable development of inland waterway transport in China (Chinese)*. Washington, DC: World Bank.
- Wilmsmeier, G. (2013). Connecting South America: River mobility and river navigation systems. NU. CEPAL. *División de Recursos Naturales e Infraestructura*. Serie:FAL Bulletin N°327 10 p.

João Paulo Silva Lima (joaoplima@ufg.br)

Marcos Paulino Roriz Junior (marcosroriz@ufg.br)

Engenharia de Transportes, Faculdade de Ciências e Tecnologias - UFG, Universidade Federal de Goiás
Rua Mucuri, S/N - Setor Conde dos Arcos. Aparecida de Goiânia, Goiás, Brasil