GESTÃO DA DEMANDA HÍDRICA SOB UMA PERSPECTIVA SISTÊMICA: PARTICIPAÇÃO E GOVERNANÇA NA BACIA DO LAGO DE PALMAS

Amanda Patrini Batista da Costa [1] ; Juliana Mariano Alves [2]; Fred Newton da Silva Souza [3]

RESUMO – A gestão da demanda hídrica em bacias hidrográficas sujeitas a múltiplos usos e à crescente pressão sobre os recursos hídricos configura-se como um problema complexo e marcado por elevada incerteza. Este artigo apresenta a aplicação de um framework metodológico integrativo na Bacia Hidrográfica do Lago de Palmas (BHLP), no estado do Tocantins, fundamentado em técnicas da *Soft Systems Methodology* (SSM), especificamente a *rich picture* e o CATWOE, em uma abordagem de pesquisa-ação desenvolvida junto ao Comitê da Bacia Hidrográfica do Lago de Palmas (CBHLP). O estudo teve como objetivo estruturar o problema da gestão da demanda hídrica a partir das percepções dos atores institucionais, identificar desafios de governança e propor um sistema de atividades orientado à gestão adaptativa. Os resultados evidenciam a necessidade de transição de um modelo de gestão reativo para um modelo de alocação negociada e adaptativa, sustentado pelo monitoramento integrado, participação democrática e fortalecimento dos instrumentos de gestão. O estudo contribui para o debate sobre governança adaptativa da água em contextos de incerteza climática e crescimento da demanda hídrica.

ABSTRACT– Water demand management in river basins subject to multiple water uses and increasing pressure on water resources constitutes a complex problem characterized by high levels of uncertainty. This paper presents the application of an integrative methodological framework in the Lake Palmas River Basin (LPRB), located in the state of Tocantins, Brazil, based on Soft Systems Methodology (SSM) techniques, specifically the Rich Picture and CATWOE tools, within an action research approach developed in collaboration with the Lake Palmas River Basin Committee (LPRBC). The study aimed to structure the water demand management problem from the perspective of institutional stakeholders, identify governance challenges, and propose a human activity system oriented toward adaptive management. The results highlight the need to transition from a reactive management model to a negotiated and adaptive allocation model supported by integrated monitoring, democratic participation, and the strengthening of water management instruments. The study contributes to the discussion on adaptive water governance in contexts of climate uncertainty and increasing water demand.

Palavras-Chave – Comitê de Bacia Hidrográfica; Gestão Adaptativa; Governança da Água.

[1]) Mestranda, Programa de Pós-Graduação em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (ProfÁgua). Universidade Federal do Tocantins. Avenida NS-15, ALCNO 14, Plano Diretor Norte, CEP:77001-090, Palmas-TO. (63)98159-7565. Email: amanda_27_08@mail.uft.edu.br
[2]) Doutora, Professora, Programa de Pós-Graduação em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (ProfÁgua). Universidade Estadual do Tocantins. 108 Sul Alameda 11 Lote 03, Cx. Postal 173, CEP: 77020-122, Palmas-TO. (63) 98106-6688. E-mail: juliana.ma@unitins.br
[3]) Doutor, Professor, Programa de Pós-Graduação em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (ProfÁgua). Universidade Estadual do Tocantins. 108 Sul Alameda 11 Lote 03, Cx. Postal 173, CEP: 77020-122, Palmas-TO. E-mail: fred.ns@unitins.br

1 - INTRODUÇÃO

A crescente pressão sobre os recursos hídricos em bacias hidrográficas sujeitas a múltiplos usos tem colocado em evidência os limites dos modelos tradicionais de gestão, baseados em pressupostos de estabilidade e previsibilidade. No contexto brasileiro, a Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei 9.433/1997) instituiu um modelo descentralizado e participativo, no qual os comitês de bacia hidrográfica desempenham papel central como fóruns de articulação entre poder público, usuários e sociedade civil. Contudo, a efetividade desse arranjo institucional depende, em grande medida, da capacidade de compreender e organizar a complexidade dos sistemas hídricos, o que exige abordagens metodológicas adequadas à natureza plural dos problemas de gestão da água.

A Bacia Hidrográfica do Lago de Palmas (BHLP), localizada na região central do estado do Tocantins, constitui um caso ilustrativo dessa complexidade. Com uma área de aproximadamente 18.000 km², abrangendo 24 municípios e concentrando mais de um terço da população tocantinense, a bacia enfrenta pressões crescentes decorrentes da expansão da fronteira agrícola, especialmente no contexto do MATOPIBA, do crescimento urbano acelerado desde a fundação de Palmas em 1989 e das incertezas associadas às mudanças climáticas. As estimativas de usos consuntivos da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) para os municípios do entorno da bacia indicam crescimento expressivo da demanda hídrica entre 2000 e 2020, com a irrigação figurando como principal setor usuário (ANA, 2021), tendência que se intensificou com a expansão agrícola recente no Cerrado tocantinense (Fragoso e Cardoso, 2022).

Diante desse cenário, a presente pesquisa adotou uma abordagem de pensamento sistêmico para estruturar o problema da gestão da demanda hídrica e identificar, de forma participativa, as principais lacunas de governança e as ações prioritárias para uma gestão adaptativa. O artigo apresenta os resultados da aplicação de técnicas selecionadas da *Soft Systems Methodology* (SSM), especificamente a *rich picture* e o mnemônico CATWOE, junto ao CBHLP, evidenciando como o pensamento sistêmico pode qualificar o processo decisório em contextos de complexidade e incerteza.

2 - REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico que fundamenta este estudo articula três dimensões conceituais complementares: o pensamento sistêmico como abordagem para problemas complexos, a gestão adaptativa como modelo de resposta à incerteza e os comitês de bacia como instâncias de governança participativa.

2.1 - Pensamento sistêmico e a *Soft Systems Methodology*

A gestão de recursos hídricos em bacias hidrográficas caracteriza-se como um problema complexo, dinâmico e socialmente construído. Esse tipo de situação é denominado na literatura como *wicked problem*, conceito originalmente proposto por Rittel e Webber (1973) para designar problemas de planejamento social inerentemente mal definidos, nos quais não há consenso sobre critérios de solução e cujas respostas não podem ser avaliadas como verdadeiras ou falsas, apenas como melhores ou piores. Nesses contextos, abordagens técnico-racionais tradicionais mostram-se insuficientes, abrindo espaço para metodologias orientadas à estruturação de problemas e ao aprendizado coletivo.

A SSM, desenvolvida por Peter Checkland a partir de pesquisa-ação iniciada na Universidade de Lancaster, foi concebida para lidar com situações organizacionais e sociais marcadas por ambiguidade, pluralidade de visões de mundo e ausência de objetivos claramente definidos (Checkland, 2000). Na SSM, os sistemas não são entendidos como entidades objetivas existentes no mundo real, mas como construções intelectuais dependentes do observador, utilizadas como dispositivos heurísticos para investigar, interpretar e debater situações problemáticas.

O mnemônico CATWOE constitui uma das ferramentas centrais da SSM, permitindo formular definições estruturadas de sistemas de atividades humanas a partir de seis elementos: Clientes (C), Atores (A), Transformação (T), *Weltanschauung* — visão de mundo (W), Proprietários (O) e Restrições ambientais (E). Essa estrutura permite explicitar quem são os beneficiários de uma transformação, quais atores devem operacionalizá-la, qual a visão de mundo que lhe dá sentido e sob quais restrições institucionais e ambientais ela deve operar (Checkland, 1981).

2.2 - Gestão adaptativa em recursos hídricos

A gestão adaptativa é retratada na literatura como uma abordagem voltada a lidar com a complexidade, a incerteza e a dinâmica dos sistemas socioecológicos, reconhecendo os limites do planejamento baseado em modelos fixos e em pressupostos de controle e previsibilidade (Holling, 1978; Walters, 1986). No campo dos recursos hídricos, essa abordagem fundamenta-se na compreensão de que políticas, planos e instrumentos de gestão devem ser concebidos como hipóteses passíveis de revisão contínua, sendo ajustados a partir de processos sistemáticos de monitoramento, avaliação e aprendizagem social (Pahl-Wostl, 2007).

Pahl-Wostl *et al.* (2012) argumentam que a gestão adaptativa pressupõe transformações nos arranjos institucionais e nos modos de governança, incorporando múltiplos atores, escalas e formas de conhecimento. Nesse sentido, a articulação entre técnicas da SSM e os princípios da gestão

adaptativa mostra-se compatível com o papel dos comitês de bacia hidrográfica, concebidos como fóruns colegiados cuja efetividade depende da capacidade de lidar com a complexidade, a incerteza e a diversidade de interesses presentes na escala da bacia.

2.3 - Comitês de bacia e governança participativa

Os comitês de bacia hidrográfica constituem, no arranjo institucional brasileiro, as instâncias privilegiadas para a governança participativa da água. Criados a partir da Lei 9.433/1997, esses órgãos colegiados reúnem representantes do poder público, dos usuários e da sociedade civil, com competência para deliberar sobre os principais instrumentos de gestão: planos de bacia, outorga, cobrança e enquadramento dos corpos d'água. Abers e Keck (2013) ressaltam que os comitês têm papel fundamental na promoção de um modelo de governança colaborativa, ainda que enfrentem desafios relacionados à articulação institucional e à efetividade de suas deliberações.

No contexto do estado do Tocantins, o Comitê da Bacia Hidrográfica do Lago de Palmas (CBHLP) foi criado em 2011, por meio do Decreto nº 4.434, e conta com 31 membros titulares e 25 suplentes, distribuídos de forma tripartite entre os segmentos que compõem o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (poder público, usuários e sociedade civil). O comitê dispõe de um Plano de Bacia publicado em 2016, cujos dados quantitativos encontram-se desatualizados, o que constitui uma das principais lacunas identificadas neste estudo.

3 - METODOLOGIA

O presente artigo adota uma abordagem qualitativa de pesquisa-ação, fundamentada em técnicas do pensamento sistêmico da SSM, especificamente a *rich picture* e o mnemônico CATWOE. Essas ferramentas foram aplicadas junto ao CBHLP com o objetivo de estruturar o problema da gestão da demanda hídrica a partir das percepções dos próprios atores institucionais, identificar lacunas de governança e formular uma transformação sistêmica orientada à gestão adaptativa, em um processo investigativo conduzido em articulação direta com os atores envolvidos na situação problemática (Checkland, 2000).

A coleta de dados primários foi realizada por meio de questionário estruturado aplicado virtualmente a todos os 68 membros titulares e suplentes do CBHLP, entre julho e setembro de 2025, após aprovação pelo CEP-Unitins/CONEP. Obteve-se adesão voluntária de 22 participantes (39% do total) cuja distribuição tripartite assegura a representatividade dos três segmentos que compõem o comitê.

O instrumento foi composto por nove questões, abrangendo a identificação dos principais beneficiários e atores da gestão hídrica, as fontes de informação utilizadas, os fatores externos mais impactantes e as ações prioritárias para a melhoria da gestão da demanda. As respostas foram submetidas a análise de conteúdo, que identificou padrões temáticos recorrentes e os organizou segundo os elementos do mnemônico CATWOE.

A construção da figura rica (*rich picture*), ferramenta visual da SSM que sintetiza a complexidade das interações entre atores, instituições, fatores ambientais e pressões externas, foi elaborada com base nas percepções coletadas, constituindo o ponto de partida para a formulação da transformação desejada e a definição do problema-raiz.

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise das percepções dos membros do CBHLP resultou na construção de uma figura rica (*rich picture),* apresentada na figura 1, que sintetiza a complexidade da gestão da demanda hídrica na BHLP. Essa representação gráfica constitui um dos principais resultados da etapa de estruturação do problema, ao evidenciar as interações entre os atores institucionais, os usuários da água, os fatores ambientais e as pressões externas que incidem sobre a governança da bacia.

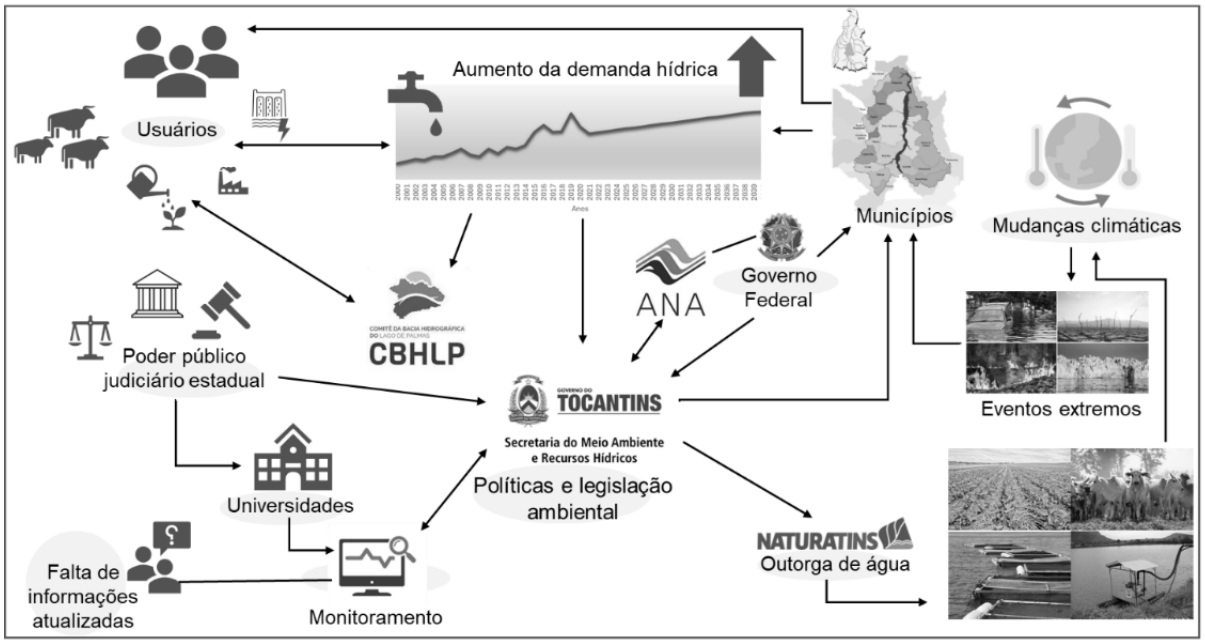


Figura 1 – Figura Rica da gestão da demanda hídrica na Bacia do Lago de Palmas

O elemento central identificado pelos participantes é o órgão gestor estadual de recursos hídricos (SEMARH/Naturatins), articulando-se com o comitê, o governo federal e a ANA, os municípios e os diferentes segmentos de usuários.

Entre os fatores de pressão mais frequentemente mencionados, destacam-se o aumento da demanda hídrica ao longo do tempo, especialmente associado à expansão da irrigação, as mudanças climáticas e a ocorrência de eventos extremos, a carência de informações atualizadas sobre os usos da água, e as limitações institucionais e financeiras do próprio comitê. Os participantes também reconheceram o papel relevante das instituições de ensino superior como agentes de produção de conhecimento e apoio técnico à gestão baseada em evidências.

A partir da figura rica e das respostas ao questionário, procedeu-se à formulação do CATWOE para a gestão da demanda hídrica na BHLP, conforme sintetizado no quadro 1.

Quadro 1 – Formulação do CATWOE para a gestão da demanda hídrica na BHLP

Mnemônicos	Descrição	Aplicação
C – Clientes	Vítimas ou beneficiários do sistema	População urbana e rural dos municípios da bacia, agricultores, pecuaristas, piscicultores, comunidades tradicionais, concessionárias de água, fauna e flora local e os ecossistemas aquáticos.
A – Atores	Que trazem transformação	CBHLP, SEMARH/Naturatins, prefeituras, instituições de ensino superior, câmaras técnicas e sociedade civil.
T – Transformação	A transformação de entradas em resultados definidos	De um cenário de gestão desconexo, com informações dispersas e escassas e com conflitos crescentes, para um sistema de gestão adaptativa, com eficiência, monitoramento integrado, uso sustentável da água e participação democrática.
W – Visão de mundo	Visão de mundo que dá sentido a transformação	Um sistema de atividades humanas, operado pelo comitê de bacia em articulação com o órgão gestor estadual, para transformar uma situação de disputa reativa pela água em uma alocação negociada e adaptativa em períodos de escassez, em benefício dos usuários diretamente afetados, porque, segundo a visão de que a legitimidade da gestão da água em contextos de incertezas depende da qualidade do processo decisório coletivo, tal sistema permite reduzir conflitos e aumentar a previsibilidade, sendo viabilizado ou bloqueado pelo Estado e operando sob restrições legais e hidrológicas.
O – Proprietários	Aqueles com poder/ capacidade de abolir o sistema	ANA, SEMARH, CBHLP e governos municipais e estadual que podem implementar ou barrar políticas públicas.
E – Restrições ambientais	Fatores externos	Mudanças climáticas e eventos extremos; políticas públicas e legislação ambiental; limitações financeiras e institucionais do CBHLP; pressões dos setores econômicos (agrícola, energético e mineração); extensão da área da bacia; desigualdade no acesso à informação.

A estruturação do problema-raiz, a partir da perspectiva sistêmica adotada, permitiu formular que a gestão da demanda hídrica na Bacia do Lago de Palmas, sob a condução do Comitê de Bacia e dos órgãos gestores competentes, deve promover a transição do atual cenário de uso desigual, marcado por conflitos e vulnerabilidades frente às mudanças climáticas, para um modelo de governança adaptativa, transparente e participativa. Esse modelo deve ser orientado ao equilíbrio

entre disponibilidade e demanda de água, assegurando a segurança hídrica, o desenvolvimento econômico sustentável e a conservação ambiental.

A transformação proposta baseia-se na compreensão de que a gestão da água, enquanto recurso comum estratégico sujeito a incertezas hidrológicas e climáticas, exige processos decisórios coletivos, transparentes e adaptativos. Essa visão de mundo, expressa de forma recorrente nas respostas dos membros do comitê, sustenta a necessidade de um sistema institucional capaz de integrar múltiplos interesses, reduzir conflitos e aumentar a previsibilidade das decisões.

A análise das percepções dos membros do CBHLP revelou um conjunto consistente de lacunas de governança que limitam a capacidade do comitê de responder adequadamente às pressões crescentes sobre a demanda hídrica. Entre as mais frequentemente mencionadas, destacam-se:

i. A insuficiência de informações atualizadas sobre os usos da água foi a lacuna mais recorrente nas respostas, o que é coerente com o diagnóstico quantitativo da pesquisa, que identificou o Plano de Bacia de 2016 como a única referência consolidada disponível, com defasagem de nove anos. Um dos participantes sintetizou essa percepção ao afirmar a necessidade de "manter dados atualizados sobre quem usa, quanto usa e qual a disponibilidade real da água na bacia, garantindo transparência".

ii. A limitação dos recursos financeiros e operacionais do comitê foi igualmente apontada como um obstáculo estrutural à implementação de ações de gestão. Esse aspecto dialoga diretamente com as restrições identificadas no elemento E do CATWOE e com os componentes avaliados pelo Programa Procomitês da ANA, que acompanha a capacidade institucional dos comitês brasileiros.

iii. A desarticulação entre os instrumentos de gestão, sobretudo a ausência de regulamentação da cobrança pelo uso da água no Tocantins e a desatualização das outorgas, foi mencionada como fator que compromete a efetividade do sistema de gestão. Um participante destacou a necessidade de "fortalecer o processo de outorga e fiscalização, ampliando a eficiência da ANA e dos órgãos estaduais no controle de usos, evitando sobreposição de demandas e retiradas irregulares".

iv. Por fim, a necessidade de qualificação da participação dos membros do comitê e dos usuários foi recorrentemente mencionada, evidenciando que a participação formal, garantida pelo marco legal, não se traduz automaticamente em participação qualificada e informada. Como observou um dos respondentes, "ações de fato" dependem de que os membros do comitê compreendam profundamente a dinâmica da bacia e disponham de informações técnicas acessíveis para subsidiar suas decisões.

5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação de técnicas selecionadas da *Soft Systems Methodology*, especificamente a *rich picture* e o CATWOE, junto ao CBHLP, demonstrou o potencial do pensamento sistêmico como ferramenta de estruturação de problemas complexos de governança hídrica. Ao traduzir as percepções dos atores institucionais em uma formulação estruturada de transformação desejada, a abordagem permitiu identificar não apenas as lacunas técnicas da gestão da demanda hídrica na BHLP, como a desatualização das informações e a fragilidade dos instrumentos de controle, mas também as dimensões políticas e institucionais que condicionam a capacidade adaptativa do sistema de gestão.

Os resultados evidenciam que os desafios da gestão da demanda hídrica na Bacia do Lago de Palmas estão menos associados à escassez física do recurso e mais às limitações dos sistemas de governança, o que é coerente com a literatura internacional sobre gestão adaptativa (Pahl-Wostl *et al.*, 2012). A transformação identificada pelos próprios membros do CBHLP, da disputa reativa pela água para a alocação negociada e adaptativa, aponta para a necessidade de fortalecer os processos decisórios coletivos, ampliar a base informacional disponível ao comitê e avançar na implementação dos instrumentos previstos na Política Nacional de Recursos Hídricos.

Nesse sentido, o presente estudo contribui para o debate sobre o papel dos comitês de bacia como instâncias de governança adaptativa em contextos de crescente pressão sobre os recursos hídricos e incerteza climática. A experiência conduzida junto ao CBHLP sugere que a aplicação combinada da *rich picture* e do CATWOE em processos participativos pode ser uma ferramenta acessível e replicável para outros comitês que enfrentam desafios similares de governança, especialmente em bacias onde a complexidade dos usos da água e as incertezas climáticas exigem processos decisórios mais reflexivos e adaptativos.

AGRADECIMENTOS

O presente estudo foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 e da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) através do Convênio CAPES/UNESP Nº. 951420/2023. Agradeço ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - ProfÁgua pelo apoio técnico científico aportado até o momento.

REFERÊNCIAS

ABERS, R.N.; KECK, M.E. (2013). *"Practical Authority: Agency and Institutional Change in Brazilian Water Politics"*. Oxford University Press, Oxford, 296 p.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (2021). "*Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil*". Usos Consuntivos da Água no Brasil (1931-2040): 1931 a 2021 (diagnóstico) e projeções até 2040 (prognóstico). ANA, Brasília – DF.

BRASIL (1997). Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. Diário Oficial da União, Brasília – DF.

CHECKLAND, P. (1981). "*Systems Thinking, Systems Practice*". John Wiley & Sons, Chichester, 330 p.

CHECKLAND, P. (2000). "*Soft systems methodology: a thirty-year retrospective*". Systems Research and Behavioral Science 17(S1), pp. S11–S58.

FRAGOSO, D.B.; CARDOSO, E.A. (2022). "*Expansão da Agricultura no Estado do Tocantins*", in *Agricultura e Mudanças do Clima no Estado do Tocantins: Vulnerabilidades, Projeções e Desenvolvimento*. Org. por COLLICCHIO, E. e ROCHA, H.R., UFT, Palmas – TO, Cap. 2, pp. 51–65.

HOLLING, C.S. (1978). "*Adaptive Environmental Assessment and Management*". John Wiley & Sons, New York, 377 p.

PAHL-WOSTL, C. (2007). "*Transitions towards adaptive management of water facing climate and global change*". Water Resources Management 21(1), pp. 49–62.

PAHL-WOSTL, C.; LEBEL, L.; KNIEPER, C.; NIKITINA, E. (2012). "*From applying panaceas to mastering complexity: toward adaptive water governance in river basins*". Environmental Science & Policy 23, pp. 24–34.

RITTEL, H. W. J.; WEBBER, M. M (1973). "*Dilemmas in a general theory of planning*". Policy Sciences, Amsterdam, v. 4, n. 2, p. 155-169.

TOCANTINS (2002). *Lei nº 1.307, de 22 de março de 2002*. Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos. Governo do Estado do Tocantins, Palmas – TO.

TOCANTINS (2011). *Decreto nº 4.434, de 7 de novembro de 2011*. Institui o Comitê da Bacia Hidrográfica do Lago de Palmas. Governo do Estado do Tocantins, Palmas – TO.

WALTERS, C.J. (1986). "*Adaptive Management of Renewable Resources*". Macmillan Publishing Company, New York, 374 p.