

APLICAÇÃO DOS PRINCÍPIOS DE *DESIGN* NA GESTÃO SUSTENTÁVEL DE ÁGUAS PARA AGRICULTURA IRRIGADA: UMA ANÁLISE EMPÍRICA

APPLYING DESIGN PRINCIPLES TO SUSTAINABLE WATER MANAGEMENT FOR IRRIGATED AGRICULTURE: AN EMPIRICAL ANALYSIS

Autor(es): José Wellington Abreu Pereira¹; Cleyzer Adrian da Cunha²; Adriana Ferreira Silva³

Filiação: Instituto Federal do Tocantins – IFTO, Campus Gurupi¹; Universidade Federal de Goiás – UFG, Campus Samambaia^{2,3}

E-mail: jose.wellington@ifto.edu.br; cleyzercunha@gmail.com; adsilva@ufg.br

Grupo de Trabalho (GT): GT2. Governança e gestão do agronegócio

Resumo

O presente estudo analisa os desafios e oportunidades para o aprimoramento da governança dos recursos hídricos voltados à agricultura irrigada no município de Lagoa da Confusão (TO), a partir da aplicação dos Princípios de *Design* de Ostrom (1990). A região, marcada por alta demanda hídrica e episódios de escassez, enfrenta dificuldades relacionadas à alocação equitativa, monitoramento, fiscalização e participação dos usuários na gestão da água. A pesquisa adotou uma abordagem qualitativa, com estudo de caso e entrevistas em profundidade com atores estratégicos da governança hídrica. A análise de conteúdo resultou em quatorze categorias iniciais, agrupadas em seis categorias intermediárias e, posteriormente, sintetizadas em três categorias finais: (i) participação ativa, estabilidade e distribuição equitativa dos recursos; (ii) estabilidade, segurança e modernização das práticas produtivas; e (iii) profissionalização e fortalecimento da governança institucional. Entre os principais desafios identificados destacam-se: baixa participação dos usuários, ausência de investimentos estatais em infraestrutura e tecnologia, limitações na articulação institucional e carência de estudos técnicos regionais para subsidiar a tomada de decisão. Os achados reforçam a importância de arranjos institucionais colaborativos, monitoramento eficaz e capacitação dos usuários para alcançar uma gestão sustentável e adaptativa da água em contextos agrícolas.

Palavras-chave: Recursos comuns. Governança da água. Agricultura irrigada. Princípios de Ostrom. Gestão sustentável.

Abstract

This study analyzes the challenges and opportunities for improving water governance for irrigated agriculture in the municipality of Lagoa da Confusão, Tocantins (Brazil), based on the application of Elinor Ostrom's Design Principles. The region, characterized by high water demand and recurring droughts, faces governance issues related to equitable allocation, monitoring, enforcement, and user participation. A qualitative case study approach was employed, using in-depth interviews with key stakeholders involved in local water governance. Content analysis revealed fourteen initial categories, consolidated into six intermediate categories and ultimately synthesized into three final analytical axes: (i) active participation, stability, and equitable distribution of water resources; (ii) stability, security, and sustainable modernization of production practices; and (iii) professionalization and institutional strengthening of water governance. Key challenges identified include: low user engagement, lack of state investment in infrastructure and technology, weak institutional coordination, and the absence of region-specific technical studies to support decision-making. The findings underscore the importance of collaborative institutional arrangements, effective monitoring systems, and user capacity-building to ensure adaptive and sustainable water management in agricultural contexts.

Keywords: Common-pool resources. Water governance. Irrigated agriculture. Ostrom's principles. Sustainable management.

1. INTRODUÇÃO

A gestão dos recursos hídricos é caracterizada pela complexidade e pela interconexão entre diversos fatores, tais como: crescimento populacional, mudanças climáticas, maior demanda por produção de alimentos e, consequente expansão das atividades agrícolas. Estes são elementos que exercem pressão crescente sobre a procura de recursos hídricos, imprimindo enormes desafios para governança sustentável deste valioso recurso.

Para o alcance dessa gestão sustentável é necessário que os arranjos institucionais sejam robustos e adaptáveis, capazes de conciliar interesses conflitantes entre diversos *stakeholders*. Além disso, possam garantir o equilíbrio entre a apropriação e a preservação (Barrett *et al.*, 2005). Neste sentido, Ostrom (1990) fornece uma importante estrutura analítica para compreensão e avaliação da governança dos recursos hídricos, por meio de seu arcabouço teórico dos Princípios de *Design* – que trata dos limites de uso dos recursos, da criação, adaptação e participação dos atores locais quanto às regras e acordos de escolha coletiva, do monitoramento, das sanções, dos mecanismos de resolução de conflitos, dos direitos de organização e de instituições organizadas em múltiplas escalas (Ostrom, 1990). Esta teoria foi aplicada em diversos casos para avaliar as instituições de governança de recursos comuns, em diferentes contextos (Yu, *et al.* 2016), incluindo bacias hidrográficas dedicadas à agricultura irrigada.

O município de Lagoa da Confusão – TO – foco deste estudo – está situado em uma importante região agrícola e tem enfrentado, há pelo menos uma década, estiagens e a exploração de suas águas, principalmente, por meio das captações para a irrigação das plantações de arroz, feijão, soja, melancia e outras culturas (Araújo *et al.*, 2019).

Quanto às suas características hidrológicas, o município apresenta um grande excedente hídrico no verão, entre os meses de dezembro e março, sendo fevereiro o mês de maior excedente. A deficiência hídrica concentra-se no inverno, entre os meses de junho e setembro, com maior intensidade em agosto (Tocantins, 2020). Por ser um município com intensa atividade agrícola, essa produção é mantida por meio da adoção de métodos variados de irrigação entre os meses de abril e novembro (Tocantins, 2020).

Neste contexto, destaca-se um fato que também motivou a realização deste estudo: em 2016, uma forte estiagem, com pluviosidade abaixo da média¹, assolou a Bacia do Rio Formoso (Volken *et al.*, 2022), ocasionando a interrupção de trechos de dois importantes rios da bacia (Rios Formoso e Urubu), localizados no município de Lagoa da Confusão – TO.

Desde então, esta região tem enfrentado dificuldades de governança relacionadas à alocação equitativa, ao monitoramento e à fiscalização do uso dos recursos hídricos, além da participação dos usuários. Apesar de avanços como a implementação de sistemas e regras para o uso dos recursos, ainda há espaço para fortalecimento da gestão participativa e colaborativa mediante a descentralização, visando promover a segurança e os mecanismos de controle do uso da água, a inovação tecnológica e a adaptação das regras às condições e características regionais.

Diante desse cenário, este estudo tem como objetivo identificar desafios e oportunidades para melhorar a governança do recurso hídrico no município de Lagoa da Confusão - TO, a partir da aplicação dos princípios institucionais de Ostrom (1990).

Analisar a governança dos recursos hídricos dedicados à agricultura irrigada, se justifica por sua contribuição direta para o cumprimento de quatro dos dezesseis Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) estabelecidos pela Organização das Nações Unidas (ONU), quais sejam: (Objetivo 2) Acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhorar a nutrição e promover a agricultura sustentável; (Objetivo 6) Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável de água e saneamento para todos; (Objetivo 9) Construir

¹ O ano hidrológico 2016/2017 teve precipitação anual de 1111,9mm, quando o esperado seria de 1506,7mm, sendo que dos 83 dias esperados de chuva ocorreram apenas 74 dias (Tocantins, 2020).

infraestrutura resiliente, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação; (Objetivo 12) Assegurar padrões sustentáveis de consumo e produção (ONU, 2024).

Após esta introdução, a segunda seção apresenta uma abordagem teórica que expõe conceitos e definições que servirão de base analítica para a condução do presente estudo. A terceira seção aborda os aspectos metodológicos, enquanto a quarta apresenta as conclusões do estudo e discute os resultados. Por fim, o artigo conclui com as considerações finais.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Recursos de uso comum

Os recursos comuns ou *commom pool resources* (CPR) são bens produzidos pelo homem ou naturais que geram quantidades finitas de recurso, caracterizados por dois atributos: i) subtrabilidade (a disponibilidade pode ser reduzida à medida que extraídas por um indivíduo em detrimento de outros) e; ii) exclusividade (exclusão de um usuário é dispendiosa por serem suficientemente grandes). Esses atributos tornam os CPR's suscetíveis à superexploração (Ostrom, Gardner, Walker, 1994; Ostrom, 2005; Araral, 2014).

A convergência entre os atributos de subtrabilidade e exclusividade deriva quatro categorias de apropriação de bens: bens privados, bens públicos, bens de uso comum (ou recursos de uso comum) e bens de clube (McGinnis, 2011) (Quadro 1).

Quadro 1 – Tipos de regimes de propriedades de bens

		Exclusividade (exclusão)	
		Difícil	Fácil
Subtração (competição)	Alta	Bens Comuns (CPR's)	Bens Privado
	Baixa	Bens públicos	Bens de Clube

Fonte: Adaptado de (Ostrom, Gardner, Walker, 1994; McGinnis, 2011).

Bens de fácil exclusão e alta rivalidade são tipicamente bens de propriedade privada ou *private good*, enquanto bens de difícil exclusão e baixa rivalidade são tipicamente bens públicos ou *public good*. Além destes, há duas outras categorias: os bens de fácil exclusão e baixa rivalidade, denominados bens de clube/pedágio ou *toll good*, e os bens de difícil exclusão e alta rivalidade, representados pelos bens/recursos comuns, ou CPR's. (Ostrom, Ostrom, 1977; Lauriola, 2009; McGinnis, 2011).

A abordagem desta pesquisa, tem como enfoque o recurso hídrico (reconhecidamente na literatura como um recurso comum) e os aspectos relacionados a sua governança.

2.2 Governança do recurso hídrico

O conceito de governança é polissêmico. McGinnis (2011), Pagnoccheschi (2016) e Stephan; Marshall e McGinnis (2019) definem governança como um processo pelo qual o repertório de regras, normas e estratégias orientam o comportamento dentro de um determinado domínio de interações, que operam em um plano mais amplo, no qual tanto atores governamentais quanto não-governamentais podem desempenhar papéis críticos. Na perspectiva da água, essa governança deve buscar o desenvolvimento e gestão dos recursos hídricos e dos serviços hídricos em todas as escalas (Rogers; Hall, 2003).

Uma governança ineficiente e ineficaz provoca impacto e ocasiona escassez dos recursos hídricos. Entretanto, Pahl-Wostl (2017) destaca que a escassez hídrica está mais condicionada a problemas de governança da água disponível do que à sua quantidade em si. Em outras palavras, a governança eficaz é a chave para assegurar a sustentabilidade dos recursos naturais e das instituições de gestão (Dietz *et al.* 2003).

A governança, passa a ser um tema central da questão, pois a preocupação com a superexploração dos recursos hídricos é bastante recorrente no debate quanto a implementação das políticas públicas deste setor. Anteriormente, o foco para solução para o problema da superexploração centrava-se na dicotomia mercado/privatização e estado/regulamentação, como solução única (Hardin, 1968²; Agrawal, 2014). Acreditava-se que os usuários sempre seriam negativamente racionais, almejando, a qualquer custo, benefícios imediatos de curto prazo, em detrimento da capacidade potencial de auto-organizar-se para gerir coletivamente os recursos comuns (Ostrom, 1990).

Entretanto, a interação que atores sociais possuem por meio de suas relações, criam instituições (regras formais e informais) que não se limitam apenas a ação estatal ou transações de mercado. Essa interação permite a agregação do conhecimento acumulado dos atores, resultando num processo de aprendizagem coletiva e, por conseguinte, na criação de alternativas estratégicas para minimização dos impactos e superação de conflitos, no tocante à governança do recurso hídrico. Ostrom (1990) argumenta que as comunidades locais, tanto nos países em desenvolvimento como nos países desenvolvidos, não só foram capazes de autogovernar CPRs, mas também de estabelecer, manter e modificar de maneira coletiva arranjos institucionais em contextos específicos.

2.3 Princípios institucionais de Ostrom (1990)

O Princípios institucionais de governança, ou também conhecido como, Princípios de *Design* (Ostrom, 1990) desenvolvidos por Elinor Ostrom, representou um marco teórico para governança dos recursos comuns, por meio de exaustivas análises de realidades empíricas, por mais de 30 anos ao redor do mundo (Ortiz; Gutierrez, 2019), observando casos de usos sustentáveis e insustentáveis desses recursos. A autora mostrou como as comunidades são capazes de gerir os recursos de maneira exitosa.

As observações feitas pela autora, delinearam uma série de fatores que podem moldar positivamente o comportamento da comunidade para cooperação mútua e da sustentabilidade dos recursos. Esses fatores estão sintetizados nos princípios de Ostrom (1990), são eles:

1. Limites claramente definidos: este princípio identifica se os usuários ou grupo de usuários e, se os limites de retirada do sistema de recursos partilhados são claramente delineados.
2. Congruência entre as regras de apropriação e provisão e as condições locais: Adequação das regras de apropriação e de provisão devem estar de alguma forma em conformidade com condições locais.
3. Acordos de escolhas coletivas: A maioria dos indivíduos afetados pelas regras operacionais pode participar da modificação dessas regras.
4. Monitoramento: Existem monitores, atores que realizam o monitoramento das condições do sistema e o comportamento dos usuários; esses monitores são atores autorizados para essa função ou são os próprios usuários.
5. Sanções graduadas: Usuários que violarem as regras operacionais sofrerão sanções graduais (dependendo da gravidade e do contexto da infração) aplicadas por outros usuários, pelos atores responsáveis pelo monitoramento ou por ambos.
6. Mecanismos de resolução de conflitos: Usuários e seus responsáveis oficiais têm rápido acesso a arenas locais de baixo custo para resolver conflitos entre usuários ou entre usuários e outros atores.

² Ver o artigo seminal de Garrett Hardin “*The Tragedy of the Commons*” (Hardin, 1968).

7. Reconhecimento mínimo dos direitos de organização: Direitos dos usuários de planejar suas próprias instituições não devem ser ameaçados por autoridades governamentais externas.
8. Empreendimentos aninhados: Apropriação, provisão, monitoramento, resolução de conflitos e atividades de governança são ações organizadas em múltiplas camadas de organizações aninhadas.

Posteriormente, estes princípios foram revisados empiricamente por Cox; Arnold; Tomás, (2010) mediante 91 estudos. Os autores concluíram que surgiram importantes questões teóricas desde a sua introdução que justificam as discussões.

No primeiro princípio que trata sobre os limites (comunidade de usuários e sistema de recursos) bem definidos, os autores destacam que esses limites ajudam a internalizar as externalidades positivas e negativas produzidas pelos participantes.

O segundo princípio salienta que as regras que restringem tempo, lugar, tecnologia e/ou quantidade de unidade de recursos e que exigem mão de obra, material e/ou dinheiro, devem representar equivalência na relação entre benefícios e custos.

O terceiro princípio ressalta a importância do conhecimento local na gestão dos recursos hídricos, pois os usuários têm a informação real sobre a situação, obtendo vantagens comparativas na elaboração de estratégias e modificação de regras de maneira mais eficaz, especialmente, quando as condições locais mudam.

No quarto princípio, o autor argumenta que o monitoramento realizado pelos usuários pode inibir o descumprimento de regras por outros e facilitar a eficácia dos mecanismos de aplicação das regras, evidenciando o comportamento daqueles que não as cumprem.

As sanções graduadas destacadas no quinto princípio servem para dissuadir os usuários de violarem as regras estabelecidas, além de ajudar a manutenção da coesão do grupo, enquanto punem eficazmente casos mais graves. Em tese, o critério da proporcionalidade de sanções se assemelha as regras de apropriação e provisão do segundo princípio.

O sexto princípio ressalta que os mecanismos de resolução de conflitos são necessários para manter a ação coletiva. Quando esses mecanismos são acessíveis e de baixo custo, tem maiores probabilidades de se estabelecerem e quando não estão disponíveis ou não são facilmente acessados parece mais difícil.

O sétimo princípio reconhece o direito dos usuários locais de criarem suas próprias instituições. Os autores destacam que regras impostas externamente, podem apresentar falhas de governança por não atenderem às condições e conhecimentos locais.

Sobre o oitavo princípio, os autores argumentam que as atividades de governança organizadas em vários níveis de instituições aninhadas, pode ocorrer em agrupamentos tanto entre grupos de utilizadores dos recursos como em jurisdições governamentais de maior dimensão. As obrigações intercomunitárias podem ser consideradas como obrigações horizontais, enquanto as obrigações entre vários níveis jurisdicionais podem ser consideradas obrigações verticais que, em suma, não alteram o quadro de análise deste princípio, uma vez que desempenham funções semelhantes.

3. ASPECTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa científica é a realização de um estudo planejado, no qual o aspecto científico da investigação é caracterizado pelo método de abordagem do problema. Seu objetivo é descobrir respostas para questões por meio da aplicação do método científico (Prodanov; Freitas, 2013). Neste estudo, quanto à abordagem, trata-se de pesquisa qualitativa. Quanto à finalidade, caracteriza-se como exploratória. A estratégia de pesquisa adotada foi o estudo de caso (Yin, 2001). A amostragem utilizada foi não probabilística, do tipo “bola de neve”

(snowball) (Vinuto, 2014). Como instrumento de coleta de dados, utilizou-se a técnica de entrevista em profundidade.

3.1 Área de estudo

A Bacia Hidrográfica do Rio Formoso (BHRF), é um afluente pela margem direita do Rio Araguaia, com uma área de drenagem de 21.328,57 km², correspondendo a cerca de 7,7% da área total do estado do Tocantins e 5,6% da bacia do Rio Araguaia. Ela está situada entre os paralelos 10° 28' e 13° 16' de latitude sul e os meridianos 48° 50' e 49° 57' de longitude oeste (Tocantins, 2025), na Região Sudoeste do estado do Tocantins. Esta bacia hidrográfica é abastecida por 8 (oito) sub-bacias, a saber: Rio Escuro, Rio Pau Seco, Rio Taboca, Rio Xavante, Rio Dueré, Ribeirão Lago Verde, Rio Urubu e Áreas Marginais Rio Formoso³ (Tocantins, 2007, p. 13).

Para realização do presente estudo, foi delimitado o município de Lagoa da Confusão – TO, que abrange as sub-bacias: Ribeirão Lago Verde, Rio Urubu e Áreas Marginais ao Rio Formoso (Tocantins, 2007, p. 11). Este município está situado a cerca de 220 km da capital do estado, Palmas, e possui uma área territorial de 10.563,181 km² (IBGE, 2023), sendo, também, conhecido como a porta de entrada para a Ilha do Bananal e o Parque Nacional do Araguaia (Lagoa da Confusão, 2025).

3.2 Coleta de dados

A coleta de dados foi realizada por meio de entrevistas individuais *in loco* com especialistas, especificamente, com o uso da técnica qualitativa denominada entrevista em profundidade. Esta técnica consiste numa interlocução livre, balizada pelos parâmetros do objeto de estudo (Minayo; Costa, 2018). A decisão em fazer o uso desta técnica, foi motivada pela sua capacidade de proporcionar ao pesquisador uma compreensão e captação mais abrangentes das perspectivas dos entrevistados pertinentes ao tema abordado.

O corpo de análise do presente estudo é composto por atores-chave envolvidos na governança e uso dos recursos hídricos na região de Lagoa da Confusão – TO. Dessa forma, foram ouvidos os *stakeholders* estratégicos da gestão hídrica, como representantes de associações de produtores, órgãos públicos e usuários diretos dos recursos, entre outros atores relevantes. Foram realizadas 06 entrevistas com atores-chave, cujo perfil dos entrevistados pode ser observado no Quadro 2.

Do total de entrevistados, 04 entrevistas foram realizadas presencialmente, 01 via chamada telefônica (entrevista previamente agendada de forma presencial, entretanto, o entrevistado teve imprevisto e precisou fazer uma viagem) e 01 por videoconferência via *Google Meet*. Ademais, as entrevistas ocorreram entre os meses de dezembro de 2024 e janeiro de 2025 e tiveram duração média de 01h. Os participantes entrevistados concordaram e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e Termo de Anuência da Instituição, cujo projeto submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) (CAAE: 78831124.3.0000.5083) foi aprovado conforme parecer consubstanciado (número: 6.843.181), – conforme preconiza a Resolução do Conselho Nacional de Saúde (CNS) nº 466, de 12 de dezembro de 2012 (Brasil, 2012).

³ A sub-bacia aqui denominada de “áreas marginais do Rio Formoso” – ou apenas Rio Formoso (como é conhecido no município de Lagoa da Confusão - TO) – compreende as áreas externas às sub-bacias ilustrada, que afluem diretamente ao Rio Formoso, no trecho que vai do médio ao baixo curso da bacia, sendo caracterizadas por áreas de planície, onde, em alguns trechos, os cursos d’água secundários se confundem, formando diversos lagos (CBHRF, 2025).

Quadro 2 – Perfil dos entrevistados

Entrevistado (nome fictício)	Tempo de atuação (anos)	Função ou cargo	Instituição (fictício)
E1	07	Secretário	A/B
E2	06	Gerente	C
E3	20	Diretor	D
E4	13	Presidente	E
E5	10	Diretor técnico	E
E6	30	Presidente	F

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa.

Utilizando um roteiro de entrevista pré-estabelecido, estruturado com base nos princípios institucionais de Ostrom (1990), cuja aplicação considerou o contexto dos recursos hídricos na região de estudo. Os entrevistados foram questionados sobre: a) limites claramente definidos; b) congruência entre regras de apropriação e provisão e condições locais; c) acordos de escolhas coletivas; d) monitoramento do uso do recurso; e) sanções graduadas; f) mecanismo de resolução de conflitos; g) reconhecimento mínimo dos direitos de organização; h) empreendimentos aninhados, entre outros aspectos fundamentais para eficácia da governança dos recursos hídricos. Para além da coleta de dados sobre os princípios, procurou-se identificar padrões, desafios e oportunidades relacionados com a gestão sustentável da água na região, com base nos conhecimentos e experiências dos interlocutores.

3.3 Método de análise dos dados

O conteúdo das entrevistas foi submetido ao método de análise de conteúdo de Bardin (2016), que compreende cinco etapas principais: organização da análise, codificação, categorização, inferência e tratamento informativo. Essas etapas se desdobram em três polos cronológicos: 1) a pré-análise; 2) a exploração do material; 3) o tratamento dos resultados, inferência e interpretação.

Em resumo, o método da análise de conteúdo, engloba as seguintes fases (Quadro 3):

Quadro 3 – Fases do método de análise

1	Leitura geral do material coletado (entrevistas)
2	Codificação para desenvolver categorias de análise, utilizando o quadro teórico e os conhecimentos da leitura geral
3	Segmentação do material em unidades de registro comparáveis (palavras, frases, parágrafos) com conteúdo semântico
4	Estabelecimento de categorias tematicamente distintas dentro das unidades de registro (transição de dados brutos para dados organizados), permitindo atingir uma representação do conteúdo ou da sua expressão
5	Agrupamento das unidades de registro em categorias comuns
6	Consolidação progressiva das categorias (inicial → intermédia → final)
7	Inferência e interpretação, apoiadas no referencial teórico

Fonte: Adaptado de (Silva; Fossá, 2015; Bardin, 2016).

Tomando como ponto de partida os princípios institucionais de Ostrom, como conceitos norteadores, foram definidas as categorias iniciais, intermediárias e finais para análise (apresentadas na seção resultados e discussão). Ressalta-se que a formação das categorias intermediárias e finais, originaram-se da fusão das várias categorias iniciais identificadas no processo de análise do *corpus* da pesquisa. Assim, conforme os relatos dos especialistas, foram sintetizados em categorias analíticas – a partir da base teórica adotada neste estudo – os padrões e tendências emergentes, além dos desafios e oportunidades da governança da água, utilizando a metodologia de análise de conteúdo (Bardin, 2016).

Na próxima seção, apresenta-se a análise dos dados coletados para a governança dos recursos hídricos na região de Lagoa da Confusão – TO, destacando as principais categorias e os padrões identificados, além das implicações para a gestão sustentável dos recursos hídricos na região.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise dos dados

As primeiras interpretações dos dados, resultaram nas seguintes categorias iniciais: participação comunitária e outorga coletiva; gestão colaborativa; regras adaptativas, regulação e direitos de uso; balanço hídrico; conflitos e resolução de disputas; judicialização; monitoramento; sanções e penalidades graduadas; sistemas semafórico e de telemetria; infraestrutura, tecnologia e inovação; conhecimento técnico; capacitação e suporte aos produtores; coordenação da gestão hídrica; comunicação entre atores. Seguindo o método, as categorias intermediárias foram: governança participativa e colaborativa; limites de uso, regulação e segurança no uso dos recursos hídricos; gestão de conflitos e equidade no uso da água; Inovação e tecnologia para uma gestão hídrica sustentável; gestão técnica; coordenação institucional e comunicação. Por fim, as categorias finais: participação ativa, estabilidade e distribuição equitativa dos recursos hídricos; estabilidade, segurança e modernização sustentável das práticas produtivas; profissionalização e fortalecimento da governança institucional. Estas categorias retratam de forma satisfatória a síntese do *corpus* da pesquisa de campo e fornecem novas significações e *insights* a partir das análises desenvolvidas neste estudo. O Quadro 4 apresenta um panorama geral progressivo dessas categorias.

Quadro 4 – Categorias de análise

Quadrado 4 - Categorias de análise	Iniciais	Intermediárias	Finais
	1. Participação comunitária e outorga coletiva	I. Governança participativa e colaborativa	I - Participação ativa, estabilidade e distribuição equitativa dos recursos hídricos
	2. Gestão colaborativa		
	3. Regras adaptativas, regulação e direitos de uso	II. Limites de uso, regulação e segurança no uso dos recursos hídricos	
	4. Balanço hídrico		
	5. Conflitos e resolução de disputas	III. Gestão de conflitos e equidade no uso da água	II - Estabilidade, segurança e modernização sustentável das práticas produtivas
	6. Judicialização		
	7. Monitoramento		
	8. Sanções e penalidades graduadas		
	9. Sistemas semafórico e de telemetria	IV. Inovação e tecnologia para uma gestão hídrica sustentável	
	10. Infraestrutura, tecnologia e inovação		
	11. Conhecimento técnico	V. Gestão técnica	
	12. Capacitação e suporte aos produtores		
	13. Coordenação da gestão hídrica	VI. Coordenação institucional e comunicação	
	14. Comunicação entre atores		

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa.

4.1.1 Categorias Iniciais

A análise inicial foi realizada por meio das categorizações, as quais aglutinaram-se por similaridade de conteúdo, que resultaram no estabelecimento das categorias iniciais.

Igualmente, à medida que as significações se entrelaçavam, davam origem as categorias intermediárias, que serviam de suporte às categorias finais, que serão apresentadas nas seções 4.1.2 e 4.1.3, respectivamente.

As categorias iniciais, configuram-se como as primeiras impressões acerca da realidade estudada, no tocante à governança dos recursos hídricos. Deste processo, surgiram quatorze categorias que foram constituídas a partir de trecho das falas dos entrevistados, respaldadas pelo referencial teórico. A seguir, serão apresentadas as categorias intermediárias.

4.1.2 Categorias Intermediárias

As seis categorias intermediárias apresentadas nesta seção, emergiram do agrupamento das quatorze categorias iniciais, quais sejam: governança participativa e colaborativa; limites de uso, regulação e segurança no uso dos recursos hídricos; gestão de conflitos e equidade no uso da água; inovação e monitoramento da gestão hídrica; gestão técnica; coordenação institucional e comunicação.

Tais categorias serão apresentadas individualmente e discutidas a partir das respectivas categorias iniciais, pautadas em conceitos norteadores.

4.1.2.1 Governança participativa e colaborativa

Quadro 5 – Categoria Intermediária “Governança participativa e colaborativa”

Categoria Inicial	Conceito norteador	Categoria Intermediária
1. Participação comunitária e outorga coletiva	Destaca a intersecção entre a colaboração entre irrigantes e a implementação de sistemas de outorga coletiva.	I. Governança participativa e colaborativa
2. Gestão colaborativa	Destaca a colaboração entre associações de produtores, instituições acadêmicas e governamentais.	

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa.

Esta categoria enfatiza que união dos produtores em associações permitiu a implementação de medidas inovadoras, como a construção de barragens e a criação de sistemas de monitoramento da água, refletindo um esforço coletivo para equilibrar as necessidades econômicas com a preservação ambiental. A participação dos produtores em associações ocorre conforme descreveu um entrevistado “nós temos várias associações, uma de cada rio que funcionam como diretorias dentro de uma associação principal que é a Associação dos Produtores Rurais do Sudoeste do Tocantins (APROEST) (E5)”. Essas ações evidenciam a integração e o fortalecimento do seguimento produtor.

Outro aspecto relacionado a esta categoria, diz respeito a outorga coletiva que é vista como estratégia para a gestão hídrica sustentável, além de coibir comportamentos indesejados “de pessoas que estão utilizando o recurso hídrico que estão represados nas barragens no período de estiagem, sendo que ele não ajudou em nada, na construção, não paga as mensalidades (E5)”. Ainda sobre outorga coletiva, outro entrevistado destaca que “é possível criar esse tipo de outorga usando o sistema da telemetria, então você tem lá 10 irrigantes e você tem o nível de cota da água, eles vão ter que monitorar entre si o uso da água para não deixar entrar no amarelo (E6)”.

Sobre a gestão colaborativa e participativa, Marcondes e Moreira (2021) ressaltam que a atuação conjunta do estado e da sociedade, fortalece cada vez mais os espaços participativos da gestão da água.

4.1.2.2 Limites de uso, regulação e segurança no uso dos recursos hídricos

Quadro 6 – Categoria Intermediária “Limites de uso, regulação e segurança no uso dos recursos hídricos”

Categoria Inicial	Conceito norteador	Categoria Intermediária
3. Regras adaptativas, regulação e direitos de uso	Estabelece o regime de captação de acordo as características do sistema hídrico local (SHL).	II. Limites de uso, regulação e segurança no uso dos recursos hídricos
4. Balanço hídrico	Compreende o equilíbrio da demanda e disponibilidade hídrica.	

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa.

Esta categoria analítica abrange a definição e a importância da adaptação das regras de uso e dos limites de uso da água. A adaptação ocorre de acordo o comportamento dos níveis dos rios no período de estiagem, quando ocorre a irrigação. Como os rios são monitorados, quando chegam no nível de atenção, entra em funcionamento a aplicação das regras (estabelecidas previamente) para o sistema de rodízio⁴.

O limite estabelecido pela legislação vigente utiliza a vazão de referência (Q90) – “também conhecida como vazão ecológica (E3)” – como parâmetro para emissão de outorgas. Esta informação é bem clara por parte do órgão outorgante, entretanto, para o usuário não é tão clara, pois “o que a gente traduz para o irrigante no ato de outorga é o regime de captação dele, que é o volume, a vazão, metro cúbico/hora, hora/dia, dia/mês (E2)”. “Ainda hoje tem gente que não sabe, tem um documento na mão, mas não sabe fazer a leitura da outorga (E5)”.

Neste ponto, importante salientar que a clareza desses limites é fundamental para a gestão sustentável dos recursos hídricos, pois proporciona aos irrigantes, uma compreensão clara de suas quotas de uso, minimizando conflitos e promovendo a exploração responsável do recurso. Ainda sobre essa categoria, compreender adequadamente o balanço hídrico é essencial para a gestão eficiente e sustentável da água.

“Por exemplo, nesse ano de 2024, eu acredito que 60% deles tiveram autuações por utilizar um volume a mais do que o volume outorgado. Só que aí a gente descobriu algumas situações, o que eles captaram, eles não captaram em excesso pra jogar água sobrando. O produtor é muito consciente em relação a isso, se ele botar água demais, mata a soja. O que estava errado era o volume outorgado para ele (E5)”.

A gestão eficiente dos recursos hídricos só é viável quando existe clareza sobre esses aspectos, ou seja, o grande desafio da gestão dos recursos hídricos é direcionar as práticas de maneira eficiente, pensando na disponibilidade da água e na segurança hídrica (Medeiros; Lucena, 2023).

4.1.2.3 Gestão de conflitos e equidade no uso da água

Quadro 7 – Categoria Intermediária “Gestão de conflitos e equidade no uso da água”

Categoria Inicial	Conceito norteador	Categoria Intermediária
5. Conflitos e resolução de disputas	Destaca os mecanismos de resolução de conflitos.	III. Gestão de conflitos e equidade no uso da água
6. Judicialização	Evidencia a judicialização da Bacia hidrográfica e sub-bacias.	
7. Monitoramento	Ressalta os instrumentos de monitoramento.	

⁴ Este tópico será melhor discutido na categoria intermediária “inovação e tecnologia para uma gestão hídrica sustentável”.

8. Sanções e penalidades graduadas	Estabelece a aplicação de penalidades em caso de descumprimentos de regras.	
------------------------------------	---	--

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa.

Esta categoria analítica descreve que, em caso de conflitos, os mecanismos de resolução ocorrem, em primeira instância, por meio do comitê de bacia. No entanto, quanto a judicialização que ocorreu por parte do Ministério Público do Tocantins (MPTO), existe divergências entre os interlocutores, pois no momento quem que ela ocorreu:

“eu acredito que foi extrapolada a primeira instância, pois uma hierarquia que estava definida por lei, né? (E5)”. Outro entrevistado, ressalta que a judicialização “foi bom para a gestão de recursos hídricos, pois a gente fazia reunião do comitê de bacia e os produtores, principalmente os grandes não estavam. Estavam todos aqui hoje, justamente, por causa da ação judicial (E3)”. Outro entrevistado defende o fim da judicialização do MPTO ao afirmar que “não precisa mais, pois eventuais ocorrências, dirime na questão individual e, ainda assim, se alguém falhar, o MP entra, pronto, aí é onde o judiciário é chamado a intermediar, a resolver, a mediar isso aí. Mas continuar numa ação de discussão, depois de construir tanto ali o sistema (E4)”.

Sobre a atuação do poder judiciário, Irigaray e Souza (2019) argumentam que, ainda que se aponte o risco de a atuação do judiciário adentrar às questões administrativas e de ordem política no tocante à implementação de políticas públicas da água, não há como negar que o contrário seria contribuir e assistir inerte a omissão da Administração.

No tocante ao monitoramento é destacada a relevância dos sistemas de telemetria e de rodízio como ferramenta essencial, além da comunicação entre irrigantes e órgãos gestores. Sobre isso, um entrevistado, ressalta que:

“o monitoramento na região é muito severo. A própria APROEST força com que os produtores cumpram os revezamentos quando está em amarelo. Na APROEST, a gente já faz o nosso monitoramento. Antes que a gente chegue a ser puxada a orelha por causa de um produtor, a gente já vê e já puxa a orelha do produtor. Internamente, tenta resolver o problema. Se o Naturatins não verifica, o próprio produtor faz a denúncia (E5)”. Neste quesito, fica evidenciado de forma clara aplicação do quarto princípio de Ostrom.

Nesta questão, o entendimento de North a respeito do monitoramento e da aplicação das regras, evidentemente, é o primeiro passo para estabelecer arranjos institucionais eficazes (North, 1990; (Barrett *et al.*, 2005). Logo, monitorar de forma contínua os conflitos pelos usos da água é importante, pois há situações em que esta oferta de água, determina a viabilidade de atividades que dependem de seus usos, sinalizando a grande necessidade de uma gestão integrada (IPEA, 2019; Medeiros; Lucena, 2023).

Quanto às sanções, os agricultores são conscientes de sua responsabilidade sobre o uso dos recursos, pois “como o sistema aqui já está bem amadurecido, o cara não vai dizer, ah, não sabia, foi um lapso. Então infringindo, geralmente faz às vezes uma advertência, faria no primeiro momento, depois já entraria com a punição, depois na terceira já seria a reincidência, já é lacrar a bomba e fechar a bomba (E3)”. Atualmente, com o uso da tecnologia empregada, quando ocorrem infrações, o Naturatins (órgão fiscalizador e executor das ações) consegue identificar o(s) infrator(es) através da tecnologia e da inovação, utilizando “os números da bomba e o proprietário da bomba registrada (E3)”, e puni-los individualmente.

4.1.2.4 Inovação e tecnologia para uma gestão hídrica sustentável

Quadro 8 – Categoria Intermediária “Inovação e tecnologia para uma gestão hídrica sustentável”

Categoria Inicial	Conceito norteador	Categoria Intermediária
9. Sistemas semafórico e de telemetria	Evidencia a adoção de estratégias hidrológicas e tecnológicas	IV. Inovação e tecnologia para uma gestão hídrica sustentável
10. Infraestrutura, tecnologia e inovação	Potencializa a produção sustentável	

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa.

O sistema semafórico é uma importante inovação para medir o nível e vazão dos rios. Esse sistema serve como auxílio na regulação do uso da água entre os irrigantes, especialmente em períodos críticos. O Naturatins utiliza um sistema que categoriza os trechos dos rios e as bombas cadastradas, facilitando a supervisão e a aplicação das regras de operação estabelecidas pelo comitê de bacia. Isso favorece maior eficiência na supervisão e controle, por ocorrer em trechos menores durante dias específicos e não na totalidade dos rios.

No tocante a tecnologia “no sistema semafórico, a régua está atrelada a um sistema de telemetria que transmite via satélite o nível que está naquele rio (E3)”. Essas tecnologias também se aplicavam as bombas de captação. Todas as bombas cadastradas devem ser equipadas com medidores de vazão com transmissão para uma “plataforma via web, que vai dizer a minha disponibilidade e a minha demanda, se eu estou captando mais do que o volume outorgado, se o rio tem capacidade de atender toda aquela demanda ou se tem que reduzir as outorgas, ou se tem capacidade para aumentar a área irrigada (E3)”.

A construção de barragens e elevatórias são infraestruturas essenciais para manutenção da atividade de agricultura irrigada. Esse tipo de infraestrutura consiste em uma “intervenção, mas não deixo a água transpor as suas margens (E3)”. Por conta das barragens, “a gente conseguiu acumular água para usar nos períodos críticos de julho e agosto (E5)”. De acordo Medeiros e Lucena (2023), estudos mostram que o setor da agricultura tem grande potencial de expansão, porém para aumentar a sua produtividade é preciso implementar técnicas de uso racional da água compatíveis com a cultura irrigada. Teixeira *et al.* (2013) corroboram com esta questão, ao afirmar que o uso adequado de tecnologias empregadas nas atividades produtivas, pode proporcionar uma série de benefícios, seja pelo ganho de produtividade, pela melhoria nos processos.

4.1.2.5 Gestão técnica

Quadro 9 – Categoria Intermediária “Gestão técnica”

Categoria Inicial	Conceito norteador	Categoria Intermediária
11. Conhecimento técnico	Destaca que as decisões devem ser pautadas na ciência e no conhecimento técnico.	V. Gestão técnica
12. Capacitação e suporte aos produtores	Descreve a necessidade de profissionalização e valorização dos produtores.	

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa.

Esta categoria ressalta que as decisões sobre a gestão hídrica devem ser baseadas em dados técnicos e científicos, evitando a influência de interesses políticos. A respeito disso, Campos e Campos (2015) endossam esse argumento ao afirmar que a tomada de decisões deve partir da base de conhecimentos técnicos e científicos acumulados ao longo dos tempos.

Os interlocutores fazem uma crítica sobre a ausência de conhecimento técnico por parte de órgãos como o Ministério Público e o Poder Judiciário, enfatizando a necessidade de decisões fundamentadas em ciência e experiência prática para a gestão hídrica. Mesmo o processo de tomada de decisão por parte dos órgãos gestores de recursos hídricos relativamente à disponibilidade e a demanda de água, quando baseado em dados técnicos, é considerada

crucial para ajustes nas outorgas e nas áreas irrigadas. Isso contribui para uma gestão hídrica sustentável e bem informada.

A disseminação do conhecimento técnico entre os produtores sobre os limites de uso e da leitura da outorga, por exemplo, favorece o aumento da conscientização e da responsabilidade quanto à preservação deste recurso. A capacitação dos produtores pode ocorrer de várias maneiras e nisso a associação de produtores tem buscado oportunizar “nós temos também a responsabilidade de disponibilizar informação, orientação, ferramentas também de gestão. Eu converso com o Sebrae sobre isso (E4)”. Este argumento se alinha com Martinho e Guiné (2020) quando defendem que as contribuições das diferentes instituições são determinantes, especificamente por meio de serviços de extensão para envolver e apoiar os agricultores.

4.1.2.6 Coordenação institucional e comunicação

Quadro 10 – Categoria Intermediária “Coordenação institucional e comunicação”

Categoria Inicial	Conceito norteador	Categoria Intermediária
13. Coordenação da gestão hídrica	Denota a complexidade da coordenação entre diversas instituições	VI. Coordenação institucional e comunicação
14. Comunicação entre atores	Evidencia a necessidade de comunicação e transparência no acesso às informações	

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa.

Esta categoria enfatiza a complexidade da governança e da coordenação entre as múltiplas instituições de gestão hídrica. A falta de entendimento coletivo, recursos humanos insuficientes nas agências governamentais e a necessidade de adaptação das legislações de forma ágil, são fatores que representam obstáculos à gestão eficaz da água. A fala de um dos entrevistados exemplifica esta situação: “aí você chega no órgão licenciador e a licença não sai no tempo hábil e o cara precisa pagar a conta (E4)”. Logo, para que haja uma coordenação, é necessário “fazer com que cada um, cada ente, seja público ou privado, seja o produtor, cumpra com o seu papel. Gestão é isso, você distribuir, dizer bem das responsabilidades de cada ente (E4)”.

A comunicação é outro aspecto considerado relevante para a coordenação entre as diversas instâncias. O sistema de Gestão de Alto Nível (GAN) democratiza o acesso a informação, podendo ser acessado, por qualquer pessoa, usuário, gestor, etc. Um exemplo mencionado pelo entrevistado “foi quando o Ministério Público usou o GAN para poder confrontar com a outorga do Naturatins (E6)”. Um outro aspecto que se desataca é a comunicação entre os produtores irrigantes por meio de grupos de Whatsapp, pois mesmo quando ocorre apenas na forma de conversa fiada, aumenta a probabilidade de ação coletiva, por meio da confiança e reciprocidade (Agrawal, 2014).

4.1.3 Categorias Finais

As categorias iniciais e intermediárias amparam a construção das categorias finais. A constituição final é formada por três categorias, que serão exploradas nesta seção, são elas: participação ativa, estabilidade e distribuição equitativa dos recursos hídricos; estabilidade, segurança e modernização sustentável das práticas produtivas; e profissionalização e fortalecimento da governança institucional. As categorias finais foram construídas para respaldar as interpretações e inferir os resultados. Elas representam a síntese das significações identificadas na análise dos dados do estudo.

4.1.3.1 Participação ativa, estabilidade e distribuição equitativa dos recursos hídricos

Quadro 11 – Categoria final “Participação ativa, estabilidade e distribuição equitativa dos recursos hídricos”

Categoria intermediária	Conceito norteador	Categoria final
I. Governança participativa e colaborativa	A participação ativa dos usuários nas decisões e no estabelecimento das regras relacionadas ao uso e monitoramento fortalece a ação coletiva.	I - Participação ativa, estabilidade e distribuição equitativa dos recursos hídricos
II. Limites de uso, regulação e segurança no uso dos recursos hídricos	O balanço hídrico adequado é uma ferramenta imprescindível para a gestão hídrica, pois dimensiona de forma equilibrada a disponibilidade e demanda da água.	

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa.

A participação ativa dos atores é considerada essencial para a eficácia do comitê, pois a deliberação em grupo e a criação de um espaço democrático facilitam a colaboração e a aceitação das decisões.

4.1.3.2 Estabilidade, segurança e modernização sustentável das práticas produtivas

Quadro 12 – Categoria final “Estabilidade, segurança e modernização sustentável das práticas produtivas”

Categoria intermediária	Conceito norteador	Categoria final
III. Gestão de conflitos e equidade no uso da água	Os mecanismos de resolução de conflitos ocorrem tanto pelo comitê de bacia, quanto internamente, via associação de produtores. Em ambos os casos, o acesso é facilitado.	II - Estabilidade, segurança e modernização sustentável das práticas produtivas
IV. Inovação e tecnologia para uma gestão hídrica sustentável	O uso de tecnologias favorece o ganho de eficiência no uso da água e potencializa maior produtividade por meio de adoção de práticas sustentáveis.	

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa.

4.1.3.3 Profissionalização e fortalecimento da governança institucional

Quadro 13 – Categoria final “Profissionalização e fortalecimento da governança institucional”

Categoria intermediária	Conceito norteador	Categoria final
V. Gestão técnica	A implementação de um sistema de cobrança pelo uso da água é uma estratégia para melhorar a gestão hídrica, pois aos valores podem ser revestidos para formação de uma equipe técnica que possa auxiliar na governança do recurso hídrico.	III - Profissionalização e fortalecimento da governança institucional
VI. Coordenação institucional e comunicação	O comitê de bacia desempenha um papel vital na facilitação da coordenação entre diferentes instituições.	

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa.

Após finalizar a análise, que resultaram nas três categorias finais, esta pesquisa também buscou conhecer os principais desafios da governança, a partir das percepções, dos conhecimentos e vivências dos entrevistados.

Os principais desafios identificados foram:

A “baixa participação dos usuários é um desafio recorrente, prejudicando a eficácia das decisões e ações relacionadas à gestão hídrica (E6)”. Outro desafio que foi fortemente enfatizado foi o “baixo investimento e a falta de apoio do governo do estado, principalmente, em obras de infraestrutura, como a reforma das barragens (E5)”. Nesta mesma linha, outro entrevistado também destacou que “o uso da tecnologia é um dos maiores desafios e defendeu que ela deve ser usada tanto pelos produtos rurais como pelo Estado (E3)”.

Outro desafio é a “operacionalização do grupo gestor fazendo com que as responsabilidades sejam realmente assumidas. Se é obra, que a agência de obras assuma. Se é o Naturatins com sua estrutura de outorga, que tenha equipe, que tenha sistemas, que tenha celeridade (E4)”.

Outro desafio que foi mencionado destaca a “insuficiência de recursos humanos atuante em órgãos como Naturatins e SEMARH (E2)”. Outro aspecto que se constituiu como desafio “está relacionado a coordenação entre instituições, quando se trata de pautas que são um pouco mais difíceis e que demandam maior entendimento coletivo, às vezes um não tem o mesmo entendimento que o outro em relação a nós (E2)”, ou seja, há necessidade de um diálogo permanente.

Também foi apontada a “necessidade de estudos mais elaborados e específicos para a região, principalmente relacionado a questão do comportamento do solo e da água, ou seja, investimento em estudos técnicos para subsidiar a tomada de decisão. Outro desafio mencionado é o investimento em tecnologia, como um sistema de balanço hídrico de disponibilidade mais robusto e aplicado. Como oportunidade de melhoria o investimento em tecnologia vai permitir ao Naturatins a possibilidade de monitoramento e fiscalização mais efetiva (E2)”.

Estes foram considerados alguns dos desafios essenciais que devem ser enfrentados para alcançar a eficácia, o que, conseqüentemente, conduzirá a uma melhor governança da água na região de estudo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo identificar os principais desafios e oportunidades para o aprimoramento da governança dos recursos hídricos no município de Lagoa da Confusão – TO, a partir da aplicação dos princípios institucionais propostos por Elinor Ostrom. Longe de uma aplicação rígida e normativa desses princípios, buscou-se interpretá-los de maneira sensível às especificidades regionais, com o intuito de revelar arranjos institucionais emergentes e práticas locais que possam contribuir para uma gestão mais eficaz e sustentável da água.

Os resultados evidenciam a necessidade de ações educativas voltadas à compreensão das outorgas e à responsabilização dos usuários, em especial os produtores irrigantes, sobre o uso racional da água. A mudança de percepção dos usuários quanto à importância da conservação hídrica surge como elemento estratégico para o fortalecimento da governança coletiva.

Outro achado relevante diz respeito à judicialização da gestão hídrica na região, decorrente de conflitos históricos relacionados à escassez e à alocação desigual dos recursos. A análise das entrevistas revelou divergências entre os atores quanto ao papel do Ministério Público e do Poder Judiciário nesse processo, sugerindo que a judicialização, embora tenha promovido avanços pontuais, ainda é um tema sensível e não pacificado no campo institucional.

Adicionalmente, destaca-se a carência de investimentos estatais em infraestrutura básica, como manutenção de barragens, sistemas de captação e logística de escoamento da produção. A ausência de apoio técnico e financeiro por parte do governo estadual é percebida como um obstáculo persistente à implementação de estratégias mais integradas de gestão.

Apesar dos avanços na adoção de tecnologias, como sistemas de telemetria e monitoramento via plataforma digital, os entrevistados apontaram a necessidade urgente de sistemas mais robustos de balanço hídrico e fiscalização. Tais tecnologias, embora promissoras, demandam alto investimento e suporte institucional, configurando-se como um dos principais desafios estruturais à consolidação de uma governança hídrica adaptativa.

Dada a complexidade do tema e a diversidade de fatores inter-relacionados, reconhece-se como limitação do estudo a possibilidade de que algumas nuances interpretativas tenham escapado ao processo de categorização. Além disso, os resultados refletem um contexto local específico e, portanto, não devem ser generalizados de forma indiscriminada. Ainda assim, a pesquisa oferece contribuições relevantes ao campo da governança dos recursos comuns, ao propor uma análise empírica fundamentada na teoria institucional de Ostrom e adaptada a um contexto agrícola brasileiro.

Como agenda para pesquisas futuras, recomenda-se a adoção de metodologias de abordagem mista, que aliem análise qualitativa e quantitativa, além da aplicação comparada dos princípios de Ostrom em diferentes contextos hidrográficos. Sugere-se, ainda, a articulação dos achados com os instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos, visando avaliar sua efetividade e promover inovações institucionais alinhadas à sustentabilidade e à equidade no uso da água.

REFERÊNCIAS

AGRAWAL, A. Studying the commons, governing common-pool resource outcomes: Some concluding thoughts. **Environmental Science & Policy**, v. 36, 86-91, 2014.

ARARAL, E. Ostrom, Hardin and the commons: A critical appreciation and a revisionist view. **Environmental Science & Policy**, v. 36. p. 11-23, 2014.

ARAÚJO, L. C. S.; MARQUES, F. A.; VERGARA, F.; FREITAS, M.; OLIVEIRA, A. H. Balanço hídrico entre a disponibilidade hídrica e a demanda outorgada na Bacia Hidrográfica do Rio Formoso. In: **XXIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**. Foz do Iguaçu – PR, 2019.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.

BARRETT, C. B.; LEE, D. R.; MCPEAK, J. G. Institutional Arrangements for Rural Poverty Reduction and Resource Conservation. **World Development**, v. 33, n. 2, pp. 193–197, 2005. DOI: doi:10.1016/j.worlddev.2004.07.008

BRASIL. Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. **Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012**. Disponível em: <https://www.gov.br/conselho-nacional-de-saude/pt-br/aceso-a-informacao/legislacao/resolucoes/2012/resolucao-no-466.pdf/view>. Acesso em: 08 dez. 2024.

CBHRF. Comitê de Bacia Hidrográfica Rio Formoso. **O Comitê**. Disponível em: <https://cbhto.com.br/cbhrf-institucional/o-comite.html>. Acesso em: 05 jan. 2025.

CAMPOS, J. N. B.; CAMPOS, V. R. A formação dos conhecimentos em recursos hídricos e aplicações em tomadas de decisões. **Estudos Avançados**, 29 (84), 2015.

DOI: 10.1590/S0103-40142015000200012

COX, M.; ARNOLD, G.; TOMÁS, S. V. A Review of Design Principles for Community-based Natural Resource Management. **Ecology and Society**, v. 15, n. 4, Dec. 2010.

DIETZ, T.; OSTROM, E.; STERN, P. C. The Struggle to Govern the Commons.

Science, v. 302, n. 5652, p. 1907-1913, 2003.

DOI: 10.1126/science.1091015

HARDIN, G. The Tragedy of the Commons. **Science**, v. 162, 1968.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Áreas territoriais**. Lagoa da Confusão (TO). Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/15761-areas-dos-municipios.html?t=acesso-ao-produto&c=1711902>. Acesso em: 10 fev. 2025.

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Cadernos ODS**. ODS 6. 2019. Disponível em:

https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/9329/1/Cadernos_ODS_Objetivo_6_Assesurar%20a%20disponibilidade%20e%20gest%C3%A3o%20sustent%C3%A1vel%20da%20%C3%A1gua%20e%20saneamento%20para%20todas%20e%20todos.pdf. Acesso em: 02 jan. 2025.

IRIGARAY, M. C; SOUZA, E. A. Poder judiciário, direito e sustentabilidade: a eficácia da decisão judicial na garantia do direito de acesso à água potável. **Revista de Direito e Sustentabilidade**, v. 5, n. 1, p. 132-15 - Jan/Jun. 2019.

LAGOA DA CONFUSÃO. **Cidade**. Disponível em:

<https://www.lagoadaconfusao.to.gov.br/pagina/cidade>. Acesso em: 02 fev. 2025.

LAURIOLA, V. Texto I: Elinor Ostrom: Um nobel heterodoxo e rosa-verde. Sinal de esperança? In: **Boletim da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica**. Nº 21 – maio, junho, julho e agosto de 2009.

MARCONDES, F. S.; MOREIRA, S. M. Avaliação dos conselhos de recursos hídricos e comitês de bacia hidrográfica: uma revisão sistemática. **GESTA**, v. 9, n. 3, p. 216-230, 2021.

MARTINHO, V. J. P. D.; GUINÉ, R. P. F. Integrated-Smart Agriculture: Contexts and Assumptions for a Broader Concept. **Agronomy**, v. 11, n. 8 1568. 2021.

DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy11081568>

MCGINNIS, M. D. An introduction to IAD and the Language of the Ostrom Workshop: a simple guide to a complex framework. **Policy Studies Journal**, v. 39, n. 1, p.169-183, 2011.

DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1541-0072.2010.00401.x>

MEDEIROS, K. T. B.; LUCENA, M. M. A. Gestão dos recursos hídricos: uma revisão sob a perspectiva dos objetivos do desenvolvimento sustentável. **Rev. Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, Palhoça, v. 12, n. 1, p. 1-14, 2023.

MINAYO, M. C. S.; COSTA, A. P. Fundamentos Teóricos das Técnicas de Investigação Qualitativa. **Revista Lusófona de Educação**, v. 40, n. 40, p. 11-25, 2018.
DOI: <https://doi.org/10.24140/issn.1645-7250.rle40.01>

NORTH, D. **Institutions, Institutional Change and Economic performance**. Cambridge University Press, Cambridge, 1990.

ONU, Brasil. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 22 dez. 2024.

ORTIZ, M. F. F.; GUTIÉRREZ, J. A. M. Análisis del relacionamiento de los grupos humanos con el bosque desde los principios de Ostrom. **Revista de Investigación Agraria y Ambiental – RIAA**, v. 10, n. 2, p.127-141, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.22490/21456453.2678>. Acesso em: 17 dez. 2024.

OSTROM, V.; OSTROM, E. Public Goods and Public Choices. In: **Workshop in Political Theory and Policy Analysis**. Indiana University, 1977.

OSTROM, E. **Governing the commons: the evolution of institutions for collective action**. New York: Cambridge University Press, 1990.

OSTROM, E.; GARDNER, R.; WALKER, J. M. **Rules, Games, and Common-Pool Resources**. University of Michigan Press, 1994.

OSTROM, E. Understanding Institutional Diversity. Princeton, NJ: **Princeton University Press**, 2005.

PAGNOCCHESCHI, B. Governabilidade e governança das águas no Brasil. In: **Governança ambiental no Brasil: instituições, atores e políticas públicas**. Brasília: IPEA, 2016.

PAHL-WOSTL, C. An Evolutionary Perspective on Water Governance: from understanding to transformation. **Water Resources Management**, v. 31, p. 2917-2932, 2017.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do Trabalho Científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico** – 2. ed. – Novo Hamburgo – RS. Feevale, 2013.

ROGERS, P.; HALL, A. W. **Effective water governance**. Global Water Partnership, 2003. Disponível em: <https://www.gwp.org/globalassets/global/toolbox/publications/background-papers/07-effective-water-governance-2003-english.pdf>. Acesso em: 23 set. 2024.

SILVA, A. H.; FOSSÁ, M. I. T. Análise de conteúdo. Exemplo de aplicação da técnica para análise de dados qualitativos. **Qualit@s Revista Eletrônica**, v. 17. n. 1, 2015.

STEPHAN, M.; MARSHALL, G.; MCGINNIS, M. An Introduction to Polycentricity and Governance. In: **Governing Complexity: Analyzing and Applying Polycentricity**. New York: Cambridge University Press, chap. 1, pp. 21-44, 2019.

TEIXEIRA, I. A. M.; GOMES, R. A.; CASTAGNINO, D. S.; FIGUEIREDO, F. O. M.; HÄRTER, C. J.; BIAGIOLI, B.; SILVA, S. P.; RIVERA, A. R. Inovações tecnológicas na caprinocultura. **Rev. Bras. Saúde Prod. Anim**, v.14, n.1, p.104-120 jan./mar., 2013.

TOCANTINS. **Bacia Hidrográfica Rio Formoso**. Disponível em: <https://central3.to.gov.br/arquivo/111409/>. Acesso em: 28 jan. 2025.

TOCANTINS. **Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Formoso – Relatório Síntese**, 2007. Disponível em: <https://central.to.gov.br/download/222075>. Acesso em: 12 jan. 2025.

TOCANTINS. Projeto de Desenvolvimento Regional Integrado e Sustentável. **Elaboração das cartas climáticas do estado do Tocantins**. Vol. 1. Palmas – TO, 2020. Disponível em: <https://central.to.gov.br/download/213396>. Acesso em: 22 nov. 2024.

VINUTO, J. Amostragem em bola de neve na pesquisa qualitativa: um debate aberto. **Temáticas**, Campinas, v. 22, n. 44, p. 203-220, ago/dez. 2014.

VOLKEN, N. J.; MINOTI, R. T.; ALVES, C. M. A.; VERGARA, F. E. Analyzing the impact of agricultural water-demand management on water availability in the Urubu River basin – Tocantins, Brazil. **Revista Ambiente & Água**, v. 17 n. 4, e2847 – Taubaté, 2022.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2ª Ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

YU, H. H.; EDMUNDS, M.; LORA-WAINWRIGHT, A.; THOMAS, D. Governance of the irrigation commons under integrated water resources management – A comparative study in contemporary rural China. **Environmental Science & Policy**, v. 55. p. 65-74, 2016.