

## XXVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HIDRÍCOS

### **GOVERNANÇA COMUNITÁRIA E SEGURANÇA HÍDRICA EM SISTEMAS RURAIS: UMA ANÁLISE SOCIOECOLÓGICA E INSTITUCIONAL DO ABASTECIMENTO DE ÁGUA NAS COMUNIDADES LAGOA NOVA E CANTINHO – ARACATI/CE**

*Ayrton Flavio Nascimento de Sousa<sup>1</sup>; Gabriele Batista de Souza<sup>2</sup>; Marilia Marcy Cabral de Araújo<sup>3</sup> & Patrícia Herminio Cunha<sup>4</sup>*

**Abstract:** Water supply in Brazilian rural communities is guided by legal and regulatory frameworks aimed at ensuring water security and universal access, highlighting the importance of Water Safety Plans (WSP) and community participation, especially in decentralized systems. This study aims to diagnose and analyze the governance of water supply systems in the communities of Lagoa Nova and Cantinho, in Aracati/CE, based on the Socio-Ecological System Framework (SESF) and Ostrom's principles, assessing community ownership and the effectiveness of WSP actions. The evaluation was conducted through expert consultation, assessing governance conditions before the WSP and expected outcomes after its implementation. Cantinho showed virtually nonexistent governance before the WSP, with scores near zero in Ostrom's principles, reflecting low institutional maturity and lack of participation, monitoring, and conflict resolution. After the WSP, modest improvement is expected, but the system may remain fragile and dependent on external support. In Lagoa Nova, governance was already more structured before the WSP, with clear rules and community participation, supported by the Integrated Rural Sanitation System (SISAR). After the WSP, advances in monitoring, sanctions, and conflict resolution mechanisms are anticipated. The study showed that WSP effectiveness depends on prior institutional capacity and existing social arrangements.

**Resumo:** O abastecimento de água em comunidades rurais brasileiras é orientado por diretrizes legais e normativas que visam garantir a segurança hídrica e a universalização do acesso, destacando-se a importância dos Planos de Segurança da Água (PSA) e da participação comunitária, especialmente em contextos com sistemas descentralizados. Este trabalho tem por objetivo diagnosticar e analisar a governança dos sistemas de abastecimento de água das comunidades Lagoa Nova e Cantinho, em Aracati/CE, com base no *Socioecological System Framework* (SESF) e nos princípios de Ostrom, avaliando o pertencimento comunitário e a eficácia das ações previstas no PSA. Esta avaliação foi realizada a partir de consulta à especialistas que avaliaram a situação da governança antes do PSA e o que se espera que aconteça após a implementação deste. Cantinho apresentava governança praticamente inexistente antes do PSA, com pontuações próximas de zero nos princípios de Ostrom, refletindo baixa maturidade institucional e ausência de participação, monitoramento e resolução de conflitos. Após o PSA, espera-se que haja melhora modesta, mas o sistema pode permanecer frágil e dependente de apoio externo. Em Lagoa Nova, a governança já era mais estruturada antes do PSA, com regras claras e participação comunitária, apoiada pelo Sistema Integrado de Saneamento Rural (SISAR). Após o PSA, pode haver avanços nos mecanismos de monitoramento, sanções e resolução

1) Universidade Federal de Campina Grande, ayronflavions@gmail.com

2) Universidade Federal de Campina Grande, gabriele.souza@estudante.ufcg.edu.br

3) Universidade Federal de Campina Grande, mariliamarcy@gmail.com

4) Universidade Federal de Campina Grande, patricia.herminio@professor.ufcg.edu.br

de conflitos. O estudo mostrou que a eficácia do PSA depende da capacidade institucional prévia e de arranjos sociais existentes.

**Palavras-Chave** – Princípios de Ostrom; Plano de Segurança da água; comunidades rurais.

## INTRODUÇÃO

O abastecimento de água em comunidades rurais brasileiras está embasado em diretrizes legais e normativas nacionais e internacionais que visam garantir a segurança hídrica. A Lei Federal nº 11.445/2007, atualizada pela Lei nº 14.026/2020, estabelece os princípios para a universalização do saneamento, prevendo que até 2033, 99% da população tenha acesso à água potável em quantidade e qualidade adequadas. Em complemento, a Portaria GM/MS nº 888/2021 atualiza os critérios para controle e vigilância da qualidade da água, estabelecendo padrões de potabilidade e incentivando a elaboração e implementação dos Planos de Segurança da Água (PSA), especialmente em áreas vulneráveis (Brasil, 2021).

Essa portaria define que o monitoramento da qualidade da água cabe aos gestores do sistema, enquanto a vigilância é responsabilidade das secretarias de saúde. Ela destaca a importância da comunicação de riscos à população e da articulação entre instituições. Em contextos rurais com sistemas frágeis ou inexistentes, a norma reforça o papel dos municípios como responsáveis legais pelo abastecimento, permitindo parcerias com associações comunitárias e organizações civis. O apoio técnico e financeiro da União, por meio de órgãos como a Fundação Nacional de Saúde (Funasa), é previsto para viabilizar os PSAs (Bárta *et al.*; 2021).

Apesar dessas normativas, comunidades rurais historicamente permanecem à margem das políticas públicas, enfrentando limitações estruturais. Para combater essa exclusão, foi criado em 2019 o Programa Nacional de Saneamento Rural (PNSR), com foco na universalização do acesso ao saneamento em áreas rurais, comunidades tradicionais e povos indígenas. O programa promove soluções sustentáveis, participação comunitária, regionalização e instrumentos de financiamento voltados às especificidades rurais (Brasil, 2019).

O PNSR reforça a importância dos PSAs como ferramentas para garantir a segurança da água em sistemas alternativos, comuns nas zonas rurais. O PSA é visto como instrumento central para assegurar a potabilidade da água, mesmo em contextos de escassez ou degradação ambiental. A segurança hídrica é, assim, articulada a mecanismos de gestão preventiva e participativa, integrando normativas técnicas, políticas públicas e ações comunitárias.

Historicamente, nas décadas de 1970 e 1980, as políticas de saneamento privilegiaram áreas urbanas, enquanto as rurais ficaram desassistidas (Santos; Nogueira; Oliveira, 2012). Essa lacuna resultou em defasagens na universalização do acesso à água. Como alternativa, associações comunitárias passaram a gerir os sistemas locais de abastecimento, promovendo a participação dos usuários, a transparência nas decisões e o fortalecimento do controle social.

Um exemplo é a comunidade de Lagoa Nova, no município de Aracati/CE, onde a associação local assumiu o sistema de abastecimento por vários anos. Posteriormente, esse sistema foi integrado ao Sistema Integrado de Saneamento Rural (SISAR), modelo institucional mais estruturado, que alia componentes técnicos, sociais e financeiros para ampliar o acesso ao saneamento em zonas rurais, por meio de gestão compartilhada (Alves; Araújo, 2016).

O SISAR atua em parceria com comunidades e associações locais para operar sistemas simplificados de abastecimento de água (SAA), atendendo núcleos com, no mínimo, 50 famílias, desde que tenham recebido investimentos públicos (Camargo, 2022). O modelo promove

descentralização e autogestão, respeitando as normas técnicas e ambientais sobre uso e proteção das fontes de água, essencial à sustentabilidade dos serviços prestados.

Nesse contexto, os princípios de Ostrom (2009) ganham relevância por identificarem diretrizes empíricas que favorecem a gestão coletiva de recursos comuns. Tais princípios incluem a definição clara dos limites de uso, a participação efetiva dos usuários, mecanismos de monitoramento e sanções graduais. Sua aplicação em sistemas descentralizados de água permite avaliar o grau de engajamento e a robustez institucional das iniciativas comunitárias (Oñate-Valdivieso *et al.*, 2021; Nsoh, 2022).

Contudo, como observam Aggarwal e Haglund (2019), no saneamento, cujos benefícios são menos imediatos que em outros setores, a ação cidadã precisa ser acompanhada por iniciativas governamentais que promovam mudanças estruturais. Assim, a governança deve considerar também os atores estatais e sua atuação nas ações estruturais. Essa abordagem favorece o desenvolvimento de estratégias de gestão mais eficazes e contextualmente apropriadas.

Nesse sentido, metodologias complementares têm ampliado a capacidade analítica da governança local, como a aplicação *fuzzy* dos princípios de Ostrom, proposta por Delgado-Serrano *et al.* (2017), que atribui escores variáveis (de 0 a 1) com base em critérios padronizados e análises qualitativas validadas por especialistas.

E, ainda, Gari *et al.* (2017) desenvolveram uma metodologia de diagnóstico com base em estudos empíricos globais, utilizando pontuações para mensurar a presença dos princípios de Ostrom e seu impacto institucional. O estudo destaca que instituições com maior presença dos princípios tendem a ser mais duradouras, mas reconhece que sua ausência não implica, necessariamente, em fracasso, sobretudo em instituições mais jovens. Os autores identificam também que fatores como capital social, heterogeneidade do grupo e intervenções externas influenciam significativamente os resultados institucionais.

Desse modo, este trabalho tem por objetivo diagnosticar e analisar a governança do sistema de abastecimento de água das comunidades Lagoa Nova e Cantinho, no município de Aracati/CE, a partir da aplicação dos princípios de Ostrom. Além disso, avaliar o grau de pertencimento comunitário e a eficácia das ações previstas no Plano de Segurança da Água (PSA). A análise contempla a comparação entre o cenário atual e o cenário esperado com a implementação do PSA, visando identificar avanços, desafios e oportunidades para o fortalecimento da gestão coletiva dos recursos hídricos.

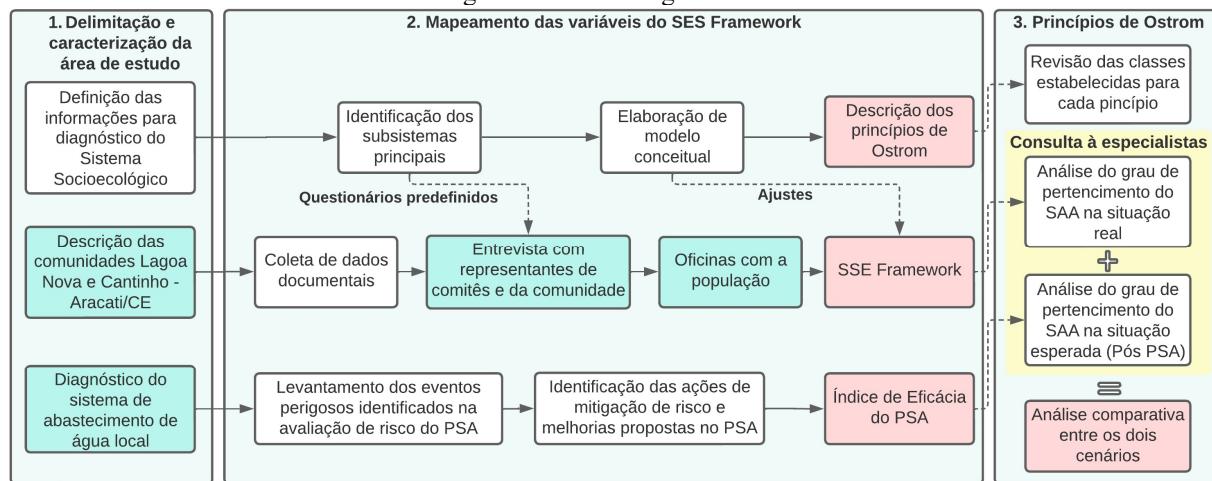
## METODOLOGIA

Este estudo adotou uma abordagem qualitativa e aplicada, com base nos referenciais teóricos do *Social-Ecological Systems Framework* (SESF), proposto por Elinor Ostrom, e nos oito princípios de governança para os bens comuns, adaptados ao contexto da gestão da água em comunidades rurais. A metodologia foi composta por três etapas, conforme apresentado na Figura 1, integradas: (1) delimitação e caracterização da área de estudo, (2) mapeamento e elaboração do modelo conceitual com base nos princípios de Ostrom e avaliação da eficácia do Plano de Segurança da Água (PSA) e (3) análise comparativa entre o cenário atual e o cenário pós-implementação do PSA. Salienta-se que as etapas coloridas de verde representam as etapas que foram realizadas durante a elaboração do PSA e as vermelhas são resultados associados aos objetivos.

A primeira etapa consistiu na delimitação e caracterização da área de estudo. As comunidades selecionadas foram Lagoa Nova e Cantinho, localizadas no município de Aracati/CE, com base nas ações do Termo de Execução Descentralizada (TED) nº 006/2021, firmado entre a Fundação Nacional de Saúde (Funasa) e a Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), que previa a aplicação do

PSA em 13 comunidades rurais. Estas foram escolhidas por possuírem formas de abastecimento diferentes, a título de comparação do impacto de implementação do PSA nas comunidades.

Figura 1 – Metodologia utilizada



A comunidade Lagoa Nova possui um sistema de abastecimento de água chamado Sistema Lagoa dos Encantos, que abastece 13 comunidades vizinhas. A captação no sistema ocorre no canal do trabalhador, que transporta água do Rio Jaguaribe para o Açude Pacajus. O manancial é utilizado para outras atividades de forma clandestina, como pesca, recreação, dessedentação de animais, entre outros, podendo acarretar riscos de contaminação da água (Cardoso *et al.*, 2020; Pereira *et al.*, 2023).

A captação é realizada por bomba submersa e a água é conduzida até a Estação de Tratamento de Água (ETA) Lagoa dos Encantos. Esta possui capacidade para fornecimento de 23m<sup>3</sup>/h de água, que passam pelas etapas convencionais de tratamento (pré-cloração, decantação, filtração e desinfecção). O sistema possui quatro reservatórios para armazenamento da água tratada, sendo um apoiado e três elevados, construídos em 2015. O sistema possui 840 ligações e a distribuição é realizada de forma contínua e ininterrupta (PSA/UFCG, 2023).

A comunidade Cantinho distribui água a população por meio de soluções alternativas coletivas, sendo seis chafarizes de água bruta e um de água tratada pelo processo de dessalinização. A captação de água na comunidade ocorre por meio de seis poços, sendo três tubulares profundos e três rasos. Na localidade Manipuçar, o poço é associado a dois chafarizes, um deles com dessalinizador para distribuição de água tratada (PSA/UFCG, 2023).

Como medida paliativa, o Ministério da Saúde recomenda a utilização de hipoclorito de sódio a 2,5% para a desinfecção da água nos reservatórios individuais. No entanto, essa substância tem sido distribuída de forma irregular. Alguns reservatórios possuem estado de conservação deteriorado, devido à ausência de manutenções. Salienta-se que a coleta de água é realizada direto nos reservatórios ou por meio de ligação provisória com mangueiras (PSA/UFCG, 2023).

Na segunda etapa, foi realizado o mapeamento das variáveis do Sistema Socioecológico (SSE), utilizando como base o SSE Framework. Inicialmente, foram definidos os quatro subsistemas principais: os recursos (R), os usuários (U), o sistema de governança (GS) e o contexto social, econômico e ecológico (S). A coleta de dados envolveu a consulta de questionários semiestruturados aplicados a moradores e lideranças comunitárias, entrevistas com membros de comitês locais e oficinas participativas com a população, realizados durante elaboração do PSA por equipe da UFCG. Os dados foram organizados conforme as categorias propostas por Ostrom (2009) e Cox *et al.* (2010).

Foi também elaborado um modelo conceitual para avaliação da governança, com base na descrição e adaptação dos oito princípios de Ostrom às especificidades do sistema de abastecimento rural da comunidade. Foram revisadas as classes analíticas atribuídas a cada princípio (Tabela 1), com base na proposta de Delgado-Serrano *et al.* (2017), que estabeleceu valores fuzzy de classificação para cada um dos princípios, variando de 0,0 a 1. Estes subsidiaram a consulta aos especialistas realizada na última etapa, de modo a permitir a compreensão da realidade do abastecimento rural no contexto dos princípios de Ostrom.

Tabela 1 – Adaptação da avaliação de pertencimento dos princípios de Ostrom

Princípio	Critério Avaliado	Progressão das Notas (0,0 a 1,0)
<b>1A - Delimitação dos Usuários</b>	Clareza sobre quem tem direito ao uso da água	De acesso irrestrito (0,0) até controle interno com apoio externo (1,0)
<b>1B - Delimitação do Recurso</b>	Definição da área e infraestrutura do sistema	De inexistente (0,0) até delimitação física + regras locais (1,0)
<b>2A - Adequação às Condições Locais</b>	Alinhamento das regras com as realidades sociais e ambientais	De regras impostas e inadequadas (0,0) até pleno alinhamento (1,0)
<b>2B - Proporcionalidade entre Custos e Benefícios</b>	Equilíbrio entre esforço dos usuários e benefícios recebidos	De esforço desproporcional (0,0) até percepção de que os benefícios superam os custos (1,0)
<b>3 - Regras Coletivas de Tomada de Decisão</b>	Participação dos usuários nas decisões	De ausência total de participação (0,0) até decisões coletivas respeitadas interna e externamente (1,0)
<b>4A - Monitoramento dos Usuários</b>	Existência de controle sobre o uso da água pelos usuários	De ausência de controle (0,0) até monitoramento comunitário com uso de registros (1,0)
<b>4B - Monitoramento do Recurso</b>	Monitoramento da qualidade e quantidade da água na fonte	De ausência (0,0) até acompanhamento sistemático com uso em decisões (1,0)
<b>5 - Sanções Graduais</b>	Existência de punições proporcionais e eficazes	De inexistentes (0,0) até sanções aplicadas por comunidade e agentes externos (1,0)
<b>6 - Mecanismos de Resolução de Conflitos</b>	Existência de meios acessíveis e eficazes para resolver disputas	De inexistência (0,0) até instâncias locais reconhecidas e respeitadas (1,0)
<b>7 - Reconhecimento do Direito à Organização</b>	Legitimidade da comunidade para criar regras e se autogerir	De inexistente (0,0) até reconhecimento formal e prático (1,0)
<b>8 - Organização em Múltiplos Níveis</b>	Articulação com outras comunidades e organizações	De ausência de articulação (0,0) até integração plena em redes locais, regionais e estatais (1,0)

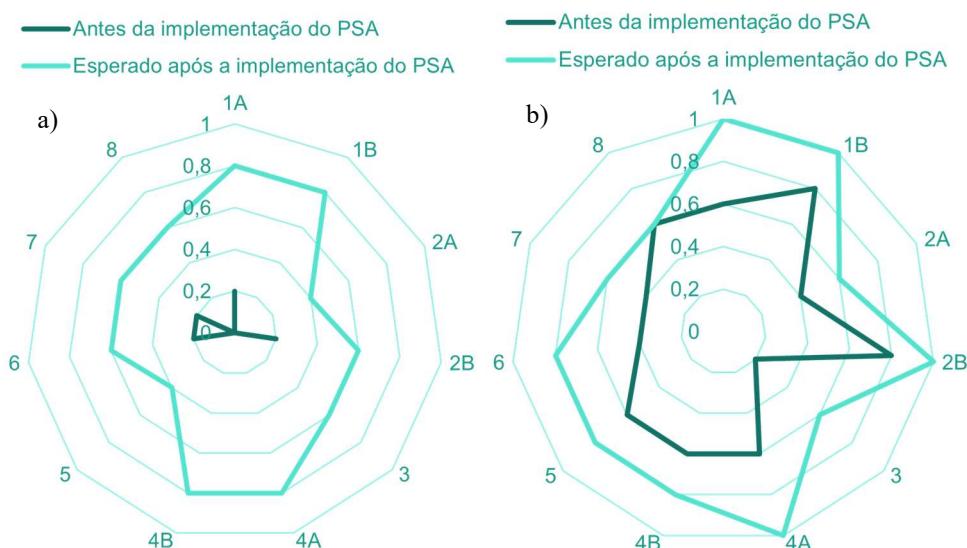
Com o intuito de confrontar os resultados de modo comparativo, utilizou-se a metodologia sugerida por Gari *et al.* (2017) que estabeleceu cinco níveis de pontuação para cada princípio: Ausente (0), Raramente Presente (0,25), Parcialmente Presente (0,5), Quase Sempre Presente (0,75) e Totalmente Presente (1). A análise considerou dois momentos distintos: o cenário atual (situação real, antes da implementação total do PSA) e o cenário esperado (situação futura, após a implementação das ações previstas no plano). A classificação final do sistema foi organizada em quatro categorias, obtidas a partir da soma dos valores atribuídos a cada princípio: Falho (0–2,9), Frágil (3–3,9), Fraco (4–4,9) e bem-sucedido (5–8).

Salienta-se que, para realização das avaliações, foram consultados cinco especialistas que atuaram na elaboração do Plano de Segurança da Água das comunidades estudadas, contemplando profissionais das áreas técnica e social, a fim de garantir uma análise multidimensional e alinhada à realidade da comunidade. Por fim, foi realizada uma análise comparativa entre os dois cenários, com base na pontuação agregada dos princípios e na visualização gráfica dos dados. A comparação foi feita por meio de gráficos de radar, seguindo a proposta metodológica de Delgado-Serrano *et al.* (2017), permitindo identificar de forma visual os avanços, retrocessos e lacunas entre a situação atual e a situação esperada após o PSA.

## RESULTADOS

O estudo comparou as comunidades Lagoa Nova e Cantinho, em Aracati/CE, a partir da aplicação do *Social-Ecological Systems Framework* (SESF) e dos princípios de Ostrom, com avaliação em dois momentos: antes e após a implementação do Plano de Segurança da Água (PSA). A aplicação dos princípios de Ostrom como conjuntos *fuzzy*, conforme proposto por Delgado-Serrano *et al.* (2017), permite uma leitura mais nuançada das condições institucionais e da governança da água em comunidades rurais. Os gráficos radar das comunidades Cantinho e Lagoa Nova, apresentados na Figura 4, demonstram realidades contrastantes que ilustram bem a importância de considerar tanto os arranjos sociais internos quanto o suporte externo institucional na análise da gestão da água.

Figura 4 – Gráficos de avaliação das comunidades Cantinho (a) e Lagoa Nova (b)



Na comunidade Cantinho, a situação anterior (linha escura) à implementação do Plano de Segurança da Água (PSA) revela uma governança praticamente inexistente, com pontuações próximas de zero em quase todos os princípios. Segundo Delgado-Serrano *et al.* (2017), sistemas com essas características são classificados como de baixa maturidade institucional, nos quais os usuários possuem pouco envolvimento na definição das regras (princípios 2A/2B), há ausência de monitoramento e sanções (4A/4B e 5), e os mecanismos de resolução de conflitos (6) são inexistentes ou informais. Essa condição assemelha-se a casos descritos por Whaley e Cleaver (2017), nos quais comunidades com pouca trajetória de autogestão enfrentam barreiras significativas para alcançar uma governança efetiva apenas com a introdução de instrumentos técnicos como o PSA.

A melhora esperada em Cantinho após a implementação do PSA, embora visível, ainda revela um sistema institucionalmente frágil e dependente de ações externas. Essa melhoria é notada especialmente nos princípios 1A e 1B (limites claros e regras de apropriação), 4A (monitoramento pelos próprios usuários) e 7 (reconhecimento do direito de autogestão). No entanto, mesmo com o PSA, a governança permanece limitada em aspectos como resolução de conflitos (6) e aplicação de sanções (5), sugerindo que o fortalecimento institucional requer mais que a implantação de instrumentos técnicos. Conforme apontado por Gari *et al.* (2017), a simples presença parcial dos princípios não garante um desempenho institucional elevado, especialmente em contextos em que o capital social é incipiente. Isso evidencia a necessidade de ações complementares, como capacitação local, fortalecimento organizativo e mediação por instituições intermediárias.

Por outro lado, mesmo antes da implementação do PSA, Lagoa Nova já exibia níveis moderados de presença dos princípios, com destaque para os princípios 1A, 1B, 2A e 2B, indicando a existência

de regras claramente definidas e legitimadas pelos usuários, bem como um grau significativo de participação comunitária nas decisões. O que diferencia significativamente Lagoa Nova é a presença do SISAR, que atua como operador técnico do sistema de abastecimento em parceria com os comitês comunitários. Essa governança híbrida, que combina gestão comunitária com suporte técnico-institucional, é apontada por Lockwood e Davidson (2010) como um modelo eficaz em contextos rurais, ao unir conhecimento local com capacidades técnicas externas.

A atuação do SISAR contribui de maneira decisiva para o cumprimento de princípios como monitoramento (4A e 4B), sanções graduadas (5) e resolução de conflitos (6), cujas pontuações esperase elevarem significativamente após a implementação do PSA. Esse cenário se assemelha a casos descritos por Pahl-Wostl *et al.* (2012), nos quais arranjos de governança multinível promovem resiliência e estabilidade em sistemas complexos de gestão de recursos hídricos. A existência de uma organização como o SISAR, que apoia tecnicamente, mas respeita a autonomia comunitária, cria um ambiente institucional propício à adaptação, inovação e continuidade das práticas de governança.

O radar se expande de forma mais homogênea, evidenciando um sistema mais equilibrado e sustentável, que combina instrumentos técnicos com capacidade comunitária de autogestão. De acordo com o modelo de Delgado-Serrano *et al.* (2017), esse padrão indica alta coerência institucional e elevado grau de pertencimento comunitário, elementos que aumentam a resiliência do sistema frente a pressões externas e internas.

A análise dos dois casos corrobora com Pipan *et al.* (2023) que identificou os fatores de sucesso no abastecimento de água em comunidades rurais da Eslovênia, revelando que a presença dos princípios de Ostrom deve considerar o estágio de maturidade das instituições locais, os fatores externos que moldam as regras de uso e o papel de organizações intermediárias. As comunidades são capazes de gerir pequenos sistemas hídricos, desde que haja interdependência mútua entre as esferas atuantes na gestão e operação.

O PSA, embora relevante como política pública voltada à gestão preventiva da água, não atua isoladamente como indutor de governança eficaz. Sua efetividade depende da existência (ou construção) de capacidades sociais, técnicas e institucionais. Enquanto em Lagoa Nova o plano atua como catalisador de uma governança já em funcionamento, com o responsável da gestão sendo o SISAR, em Cantinho ele representa um primeiro passo rumo à estruturação institucional, visto que a Prefeitura Municipal não exerce o papel de gestão.

Por conseguinte, a aplicação da metodologia sugerida por Gari *et al.* (2017) permitiu mensurar a governança em diferentes graus de efetividade institucional e pertencimento comunitário, obtendo os valores da Tabela 2. Na comunidade Lagoa Nova, os resultados revelaram um sistema de governança relativamente robusto já no cenário inicial, alcançando uma pontuação de 3,75 (classificado como frágil) antes do PSA e 6,0 esperado após a implementação (classificado como bem-sucedido). O avanço mais notável foi observado nos princípios relacionados à monitoramento, sanções graduadas e resolução de conflitos, estes contribuem de forma direta para a manutenção de regras coletivas eficazes em contextos de uso comum.

Já na comunidade Cantinho, o cenário inicial revelou uma condição alarmante: o sistema foi classificado como falho, com pontuação de apenas 1,0, refletindo a ausência quase total de mecanismos de governança, participação e clareza institucional. Após a implementação do PSA, espera-se que o sistema evolua para 4,25 pontos, subindo à condição de fraco, com melhorias perceptíveis nos princípios de monitoramento, participação coletiva e reconhecimento do direito de organizar-se. Essa transformação reforça que a governança ambiental eficaz requer intervenções estruturadas que fortaleçam o capital social e a legitimidade local (Lockwood e Davidson, 2010; Dell'Angelo *et al.*, 2016).

Tabela 2 – Grau de pertencimento dos princípios de Ostrom antes e após a implementação do PSA

Princípio	Lagoa Nova		Cantinho	
	Antes do PSA	Após o PSA	Antes do PSA	Após o PSA
1	Quase sempre presente	Totalmente presente	Raramente presente	Quase sempre presente
2	Parcialmente presente	Quase sempre presente	Raramente presente	Parcialmente presente
3	Raramente presente	Parcialmente presente	Ausente	Parcialmente presente
4	Parcialmente presente	Totalmente presente	Ausente	Quase sempre presente
5	Parcialmente presente	Quase sempre presente	Ausente	Raramente presente
6	Raramente presente	Quase sempre presente	Raramente presente	Parcialmente presente
7	Parcialmente presente	Quase sempre presente	Raramente presente	Parcialmente presente
8	Parcialmente presente	Parcialmente presente	Ausente	Parcialmente presente
<b>Total</b>	<b>3,75</b>	<b>6,0</b>	<b>1,0</b>	<b>4,25</b>

As possíveis melhorias esperadas em Cantinho, com um aumento de 3,25 pontos na avaliação sugerida por Gari *et al.* (2017), indica que a introdução de instrumentos participativos e adaptativos promove não apenas ganhos técnicos, mas também avanços em aspectos sociais e institucionais da gestão hídrica. Rajouria *et al.* (2022) destacam a necessidade de uma colaboração mais forte entre o gestor público e os usuários para alcançar efetividade na gestão da água, de modo a reduzir os riscos de perda de acesso.

Apesar dos avanços observados com a introdução do PSA, os resultados mostram que seu impacto não é imediato nem uniforme. Em Lagoa Nova, a presença de arranjos institucionais prévios facilitou a adaptação das ações previstas no PSA, enquanto em Cantinho a estruturação do sistema é quase inexistente. Isso sugere que a eficácia do PSA depende da capacidade institucional pré-existente, da organização comunitária e da mediação de atores externos confiáveis.

Além disso, o estudo evidencia que os princípios de Ostrom devem ser entendidos como interdependentes, e não avaliados isoladamente. Por exemplo, melhorias no monitoramento (Princípio 4) só se sustentam se houver clareza sobre os direitos de uso (1A e 1B) e mecanismos eficazes de sanção (5). Tal compreensão integrada é reforçada por McGinnis (2011), ao apontar que a robustez dos sistemas de CPR (recursos de uso comum) resulta da coerência entre regras, atores e ecossistemas.

Um ponto sensível identificado foi a desigualdade entre as comunidades na capacidade de mobilização social e institucional, o que levanta preocupações quanto à equidade na implementação de políticas públicas como o PSA. Há o risco de que comunidades com menor capital social sejam abandonadas, mesmo com diretrizes padronizadas de apoio.

## CONCLUSÕES

A análise dos sistemas de abastecimento de água nas comunidades de Lagoa Nova e Cantinho, à luz do *Framework Socioecológico* (SES) e dos Princípios de Ostrom, revelou distintos níveis de organização, governança e participação comunitária entre as comunidades. Enquanto Lagoa Nova apresentou avanços significativos na consolidação de uma gestão comunitária mais robusta com a presença do SISAR, a comunidade Cantinho evidenciou maiores fragilidades estruturais e institucionais no cenário atual, sendo classificada como um sistema em condição “falha”.

Contudo, os resultados projetados para o cenário pós-implementação do Plano de Segurança da Água (PSA) apontam para uma melhoria expressiva na governança e funcionalidade do sistema em Cantinho, com aumento nos indicadores de participação social, clareza nas regras, monitoramento e articulação institucional. Espera-se, portanto, que a aplicação efetiva do PSA na comunidade Cantinho represente não apenas uma correção de deficiências técnicas, mas sobretudo um impulso à organização coletiva e à sustentabilidade do sistema de abastecimento local.

A aplicação das metodologias propostas por Gari *et al.* (2017) e Delgado-Serrano *et al.* (2017) no contexto dos Planos de Segurança da Água em áreas rurais se mostrou pertinente para qualificar o diagnóstico e a avaliação das condições institucionais locais por meio da comparação de cenários atuais e futuros. Ao permitir a mensuração graduada dos princípios de Ostrom, essas abordagens oferecem ferramentas metodológicas robustas para captar nuances na governança comunitária da água que métodos binários convencionais tendem a ignorar. Em contextos rurais, a diversidade socioterritorial e a informalidade institucional exigem instrumentos mais sensíveis e adaptativos para compreender os limites e potencialidades da gestão local dos recursos hídricos.

No âmbito da implementação dos PSAs, essas metodologias se tornam estratégicas não apenas para identificar falhas estruturais e institucionais, mas também para orientar a tomada de decisões e o planejamento participativo de intervenções. Ao integrar aspectos como o grau de pertencimento comunitário, a maturidade das instituições locais e os fatores contextuais que influenciam o desempenho dos sistemas de abastecimento, estes métodos contribuem para uma leitura mais realista e situada dos desafios enfrentados.

## REFERÊNCIAS

- AGGARWAL, R. M.; HAGLUND, L. *Advancing Water Sustainability in Megacities: Comparative Study of São Paulo and Delhi Using a SES Framework*. *Sustainability*, v. 11(19), 5314; 2019.
- ALVES, F. G. C.; ARAÚJO, F. T. V. *SAA em comunidades rurais do semiárido: a implantação do SISAR em Cristais, Cascavel, CE*. *Rev. Tecnol. Fortaleza*, v. 37, n. 1, p. 78-86, 2016.
- BÁRTA, R. L.; SILVA, J. A. G.; DARONCO, C. R.; PRETTO, C.; STUMM, E. M. F.; COLET, C. F. *Qualidade da água para consumo humano no Brasil: revisão integrativa da literatura*. *Vigilância Sanitária em Debate*, V. 9, n. 4, p. 74-85, 2021.
- BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. *Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico*. Diário Oficial da União. Brasília – DF. 2007.
- BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. *Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos*. Diário Oficial da União. Brasília – DF. 1997.
- BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. *Atualiza o marco legal do saneamento básico*. Diário Oficial da União. Brasília – DF. 2020a.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. *Programa Nacional de Saneamento Básico Rural – PNSR*. Brasília – DF. 2019.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017. *Normas sobre as ações e os serviços de saúde do SUS*. Diário Oficial da União, Brasília – DF. 2017.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 888, de 4 de maio de 2021. *Dispõe sobre procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade*. Diário Oficial da União. Brasília – DF. 2021.
- CAMARGO, J. C. S. *O Sistema Integrado de Saneamento Rural - SISAR: uma política pública de inovação técnico-social para o acesso à água a comunidades rurais no Brasil*. *Revista Política e Planejamento Regional*, v. 9, n. 2, p. 314-334, 2022.

- CARDOSO, G. C. C.; CRUZ, D. M.; BEZERRA, G. M. L. *Fortalecendo laços institucionais para a promoção da avaliação das políticas públicas no estado do Ceará.* I jornada cearense de pós-graduação e pesquisa em avaliação de políticas públicas, v. 1, p. 10-15, 2020.
- COX, M.; ARNOLD, G.; TOMÁS, S. V. *A Review of Design Principles for Community-based Natural Resource Management.* Ecology and Society, v. 15(4): 38, 2010.
- DELGADO-SERRANO, M. M.; RAMOS, P. A.; ZAPATA, E. L. *Using Ostrom's DPs as Fuzzy Sets to Analyse How Water Policies Challenge Community-Based Water Governance in Colombia.* Water, v. 9, 535, p. 1-20.
- DELL'ANGELO, J.; MCCORD, P. F.; GOWER, D.; CARPENTER, S.; CAYLOR, K. K.; EVANS, T. P. *Community Water Governance on Mount Kenya: An Assessment Based on Ostrom's Principles of Natural Resource Management.* Mountain Research and Development, v. 36(1), p.102-115, 2016.
- GARI, S. R.; NEWTON, A.; ICELY, J.D.; DELGADO-SERRANO, M. M. *An Analysis of the Global Applicability of Ostrom's Design Principles to Diagnose the Functionality of Common-Pool Resource Institutions.* Sustainability, v. 9, 1287; p. 1-17.
- LOCKWOOD, M.; DAVIDSON, J. *Environmental governance and the hybrid regime of Australian natural resource management.* Geoforum, v. 42, p. 388-398, 2010.
- 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(1), p.169 – 183, 2011.
- MCGINNIS, M. D.; OSTROM, E. *Social-ecological system framework: initial changes and continuing challenges.* Ecology and Society, v. 19, n. 2, p. 1-12, 2014.
- NSOH, W. *Achieving Groundwater Governance: Ostrom's Design Principles and Payments for Ecosystem Services Approaches.* Transnational Environmental Law, v. 11:2, p. 381–406, 2022.
- OÑATE-VALDIVIESO, F.; MASSA-SÁNCHEZ, P.; LEÓN, P.; OÑATE-PALADINES, A.; CISRENOS, M. *Application of Ostrom's Analysis and Development Framework in River Water Conservation in Southern Ecuador. Case Study—The Zamora River.* Water, v. 13(24), 3536, 2021.
- OSTROM, E. *A General Framework for Analyzing Sustainability of Social-Ecological Systems.* Science, V. 325, 5939, pp. 419-422, 2009.
- Pahl-Wostl, C. LEBEL, L.; KNIEPER, C.; NIKITINA, E. *From applying panaceas to mastering complexity: Toward adaptive water governance in river basins.* Environmental Science & Policy, v. 23, p. 24-34, 2012.
- PEREIRA, J. R.; BARBOSA, J. R. A.; MEDEIROS, S. R. F. Q. *Projeto hídrico e transformações territoriais no Ceará – Brasil.* Revista GeoNordeste, Ano XXXIV, n.1, p. 55-71, 2023.
- PINPAN; P.; HRIBAR, M. S. URBANC, M. *Motivation, robustness and benefits of water commons: insights from small drinkingwater supply systems.* Acta geographica Slovenica, v. 63-3, p. 85–100, 2023.
- PSA/UFCG – Plano de segurança da água, Universidade Federal de Campina Grande. *Relatório de diagnóstico do SAA – Lagoa Nova, Lagoa da Cruz, Lagoa dos Porcos e Lagoa dos Ferreiras e das SAC – Cantinho.* Fortaleza-CE, 2023.
- RAJOURIA, A.; WALLACE, T.; JOSHI, D.; RAUT, M. *Functionality of Rural Community Water Supply Systems and Collective Action: a Case of Guras Rural Municipality, Karnali Province.* Nepal Public Policy Review, v. 2, p. 317-338, 2022.
- SANTOS, L. R.; NOGUEIRA, V. L.; OLIVEIRA, S. M. S. *Serviços e departamentos autônomos na gestão do saneamento básico.* In: PHILIPPI JR, A.; GALVÃO JR, A. C. Gestão do Saneamento Básico: Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário. Barueri – SP. 2012.
- WHALEY, L.; CLEAVER, F. *Can 'functionality' save the community management model of rural water supply?* Water resources and rural development, v. 9, p. 56-66, 2017.