

Método de Sistema Socioecológico apoiado na utilização do ciclo PDCA na implementação do Plano de Saneamento Básico em Juazeiro do Norte/CE

A necessidade pela água é um fator que sempre acompanhou a humanidade, sua captação tornou-se imprescindível para a sobrevivência e desenvolvimento das tarefas. A dependência desse recurso deveria trazer na sociedade a necessidade de preservação e tratamento das águas residuais seja de procedência doméstica ou industrial. A ineficiência do tratamento de esgoto resulta na degradação ambiental, contaminação de mananciais, do solo, fauna e flora. O saneamento básico é um elemento fundamental para preservação dos recursos naturais. A gestão dos recursos hídricos e do saneamento básico coopera para o bom desenvolvimento social. O objetivo desta pesquisa é utilizar o ciclo de planejamento PDCA, considerando o Sistema Socioecológico - SES sugerido por Ostrom (1990) e seus princípios para realizar o planejamento da execução do saneamento básico de Juazeiro do Norte-CE. A pesquisa foi elaborada em cinco fases: Levantamento bibliográfico do tratamento sanitário, a metodologia de Ostrom e do ciclo de PDCA; Aplicação do Sistema Socioecológico; Aplicação das variáveis de segundo nível de Ostrom; Aplicação dos princípios de Ostrom; Planejamento do ciclo PDCA para tomadas de decisão para executar a obra de saneamento de Juazeiro do Norte-CE. Através do SES é possível verificar que os recursos naturais de Juazeiro do Norte estão sendo impactado negativamente com a falta de saneamento, podendo ser um fator de propagação de doença para a vida humana. O sistema socioecológico permitiu uma melhor compreensão do sistema complexo estudado, que suas variáveis interagem entre si, possibilitando análise da problemática e a sua resolução. Com a aplicação dos princípios foi possível verificar que o município está presente em sete dos oito princípios, indicando sua potencialidade para sanear toda a cidade. O ciclo do PDCA possibilita a tomada de decisão para resolver à problemática, possibilita que os gestores podem visualizar de forma mais ampla o planejamento e execução do saneamento, e podem observar onde podem ocorrer os possíveis problemas para tomar as soluções viáveis.

Palavras-chave: Princípios de Ostrom; Planejamento; Recursos naturais.

Socio-ecological System Method supported by the use of the PDCA cycle in the implementation of the Basic Sanitation Plan in Juazeiro do Norte/CE

The need for water is a factor that has always accompanied humanity, its capture has become essential for the development and development of tasks. The dependence on this resource brings to society the need for the preservation and treatment of wastewater, whether domestic or industrial. The inefficiency of sewage treatment results in environmental degradation, contamination of water sources, soil, fauna and flora. Basic sanitation is a fundamental element for the preservation of natural resources. The management of water resources and basic sanitation cooperates for good social development. The objective of this research is to use the PDCA planning cycle, considering the Socio Ecological System - SES suggested by Ostrom (1990) and its principles to carry out the planning of the execution of basic sanitation in Juazeiro do Norte-CE. A research was carried out in five phases: Bibliographic survey of the health treatment, the Ostrom methodology and the PDCA cycle; Application of the Socioecological System; Application of Ostrom's second-level variables; Application of the Ostrom principles; Planning the PDCA cycle to interrupt the decision to carry out a sanitation work in Juazeiro do Norte-CE. Through the SES it is possible to verify that the natural resources of Juazeiro do Norte are being negatively impacted by a lack of sanitation, which may be a factor in the spread of disease to human life. The socio-ecological system needed a better understanding of the studied complex system, that its variables interact with each other, enabling the analysis of the problem and its resolution. With the application of the principles it was possible to verify that the municipality is present in seven of the principles, indicating its potential for the entire city. The PDCA cycle enables decision making to resolve the issue, enables managers to view sanitation planning and execution more broadly, and can observe where possible problems may occur in order to take viable solutions.

Keywords: Principles of Ostrom; Planning; Natural resources.

Topic: **Planejamento, Gestão e Políticas Públicas Ambientais**
Reviewed anonymously in the process of blind peer.

Received: **09/02/2022**
Approved: **27/02/2022**

Lidiane Marinho Teixeira 
Universidade Federal de Campina Grande,
Brasil
<http://lattes.cnpq.br/4271360874684138>
<http://orcid.org/0000-0001-5254-1974>
lidianeengambiental@gmail.com

Glauce Lene Rufino Chaves
Universidade Federal de Campina Grande,
Brasil
<http://lattes.cnpq.br/5809627003257101>
glauce_leny@hotmail.com

Regina Maria Pereira de Souza 
Universidade Federal de Campina Grande,
Brasil
<http://lattes.cnpq.br/1354770699567188>
<http://orcid.org/0000-0001-5382-583X>
regina25mps@gmail.com

Petronio Silva de Oliveira 
Universidade Estadual Paulista Júlio de
Mesquita Filho, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/4384395439211194>
<http://orcid.org/0000-0002-8088-3266>
petronio-oliveira@hotmail.com

Miguel Adriano Gonçalves Cirino 
Universidade Regional do Cariri, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/9457657850752701>
<http://orcid.org/0000-0001-5441-8080>
leiliamara@hotmail.com

Giselly Batista Landim Dantas 
Universidade Federal de Campina Grande,
Brasil
<http://lattes.cnpq.br/0017422696551091>
<http://orcid.org/0000-0002-8665-4448>
gisellybatistalandim@gmail.com

Carlos André Braz da Silva
Universidade Estadual do Ceará, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/2413526981070329>
candrebraz@gmail.com

Rondon Madeira de Brito 
Universidade Federal de Campina Grande,
Brasil
<http://lattes.cnpq.br/9153050360642215>
<http://orcid.org/0000-0002-3713-8164>
rondon_madeira@hotmail.com

Juliana Filgueiras de Oliveira
Instituto Federal do Ceará, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/4778841521158892>
jengafilgueiras123@gmail.com

Samyr Farias Ricarte
Instituto Federal do Ceará, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/9892471455390781>
samyr.farias.ricarte05@aluno.ifce.edu.br

Francisca Kamila Amancio Frutuoso 
Universidade Federal de Campina Grande,
Brasil
<http://lattes.cnpq.br/3206351893454627>
<http://orcid.org/0000-0003-3519-6704>
kamiliaamancio.ka@gmail.com

Monalisa Neves Arrais 
Instituto Federal do Ceará, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/7083577908861658>
<http://orcid.org/0000-0001-7230-6330>
monalisaneves2@gmail.com



DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2022.002.0021

Referencing this:

TEIXEIRA, L. M.; CHAVES, G. L. R.; SOUZA, R. M. P.; OLIVEIRA, P. S.; CIRINO, M. A. G.; DANTAS, G. B. L.; SILVA, C. A. B.; BRITO, R. M.; OLIVEIRA, J. F.; RICARTE, S. F.; FRUTUOSO, F. K. A.; ARRAIS, M. N. Método de Sistema Socioecológico apoiado na utilização do ciclo PDCA na implementação do Plano de Saneamento Básico em Juazeiro do Norte/CE. *Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais*, v.13, n.2, p.229-246, 2022. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2022.002.0021>

INTRODUÇÃO

A necessidade pela água é um fator que sempre acompanhou a humanidade, depois que o homem deixou de viver de forma nômade e passou a ter a vida de forma sedentária, a captação desse recurso tornou-se imprescindível para a sobrevivência e o desenvolvimento de tarefas cotidianas. Von Sperling (1996) afirma que a disponibilidade de água, não está de acordo com a demanda de consumo da população, das necessidades da indústria e agricultura.

A dependência desse recurso deveria trazer na sociedade a consciência de preservação e tratamento das águas residuárias seja de procedência doméstica ou industrial. O tratamento surge do princípio de preservar mananciais e o meio ambiente de contaminação proveniente das cargas orgânicas presentes no esgoto. A matéria orgânica é um dos principais indicadores da poluição por esgoto doméstico nos corpos aquáticos e auxilia para mensurar falhas nas eficiências de estações de tratamento de esgoto de grau secundário (FREIRE et al., 2019).

Atualmente no Brasil apenas 40,8% da vazão de esgoto gerado é tratado (CHERNICHARO et al., 2018). As Estações de tratamento de esgoto têm como finalidade reduzir o teor de impurezas de tal modo que os produtos e subprodutos finais possam ser reutilizados ou devolvidos de forma adequada ao meio ambiente sem caracterizar alterações negativas, mantendo o equilíbrio natural do meio. Castenheira et al. (2015) enfatizam que o saneamento básico proporcionar melhor qualidade de vida para a comunidade.

A ineficiência do tratamento de esgoto resulta na degradação ambiental, contaminação de mananciais, poluição do solo, fauna e flora. Dentre os principais fatores de degradação da qualidade da água, destaca-se a poluição provocada pelo lançamento de esgotos em corpos receptores (BELTRAME et al., 2016).

No nordeste brasileiro vem ocorrendo impactos ambientais devido à deficiência dos serviços e até mesmo pela inexistência da coleta e tratamento do esgoto, esse déficit nos serviços de esgotamento sanitário, colaboram com a alteração da qualidade ambiental dos corpos hídricos (ALMEIDA JÚNIOR et al., 2019) e conseqüentemente prejudica a saúde da população e vida animal presente na região, pois o esgoto é lançado de forma *in natura* no meio.

Dessa forma o saneamento básico é um elemento fundamental para uma cidade, pois preserva os recursos naturais. Nunes et al. (2018) afirmam que assim como a água o saneamento básico se configura como indispensável no progresso da qualidade de vida humana, e que a gestão tanto dos recursos hídricos como do saneamento básico cooperam para o bom desenvolvimento social.

De acordo com Albuquerque et al. (2019) para o gerenciamento dos recursos é necessário organizar as suas ações, de modo a solucionar um conjunto de conflitos, principalmente aqueles que envolvem a ação coletiva. Visando a organização e administração desses recursos, existem princípios básicos que auxiliam na boa governança.

A partir de análises de estudos de casos realizado por Ostrom (1990), o autor desenvolveu uma série de hipóteses fundamentadas sobre como é possível que alguns indivíduos se organizem para governar e gerenciar os recursos. Definindo esses princípios como: “um elemento ou condição essencial que ajuda a

explicar o sucesso dessas instituições na manutenção dos recursos comuns".

Essa abordagem colaborou para que Ostrom desenvolvesse o conceito dos sistemas socioecológicos (SES). Silva Junior (2019) destaca que a criação de um SES é realizada por meio da organização das variáveis em uma estrutura multinível que permite que os atores e gestores criem quadro de "análise sobre como as variáveis do sistema ecológico, da unidade de recursos, dos usuários e do sistema de governança".

Essa estrutura permite que os usuários e os gestores avaliem o efeito e a interação das variáveis que compõe o SES nos cenários econômico, político e ecológico (OSTROM et al., 2007). Segundo Brondizio (2009) para a formulação do SES é necessários dados quantitativos e qualitativos, esses dados colaboram com a avaliação e interação entre os gestores e os usuários locais.

Perante as situações abordadas faz necessário o planejamento para melhoria do esgotamento sanitário da cidade de Juazeiro do Norte, localizada no do estado do Ceará, que apresenta deficiência no sistema de saneamento, utilizando o ciclo PDCA que é uma ferramenta de gestão que tem como finalidade melhorar e controlar tanto processos, como produtos visando garantir a obtenção dos resultados esperados (ALVES, 2015). Também auxilia na execução de obras complexas onde é realizado o levantamento das principais dificuldades do sistema e checar as possíveis soluções. Diante de toda emblemática, o objetivo desta pesquisa é utilizar o ciclo PDCA, considerando sistemas socioecológicos - SES para realizar o planejamento da execução do saneamento básico de Juazeiro do Norte-CE.

REVISÃO TEÓRICA

Sistema Socioecológico

O quadro de sistema socioecológico - SES foi desenvolvido por Ostrom através de investigação sobre a dinâmica das instituições, observando o sistema de forma complexa "que objetivam demonstrar o impacto de variáveis situacionais sobre a percepção dos agentes imersos em determinada arena de ação" (ROLDAN, 2018).

Esse sistema é composto por camadas de múltiplos níveis que auxilia na análise e compreensão da interação entre atores e o meio ambiente, serviços considerados essenciais para a sociedade, tais como: como alimentação, energia e água potável (BINDER et al., 2013). Que fornece uma linguagem comum, que permite explicar a dinâmica social e ambiental de mudança que o território enfrenta (ROBAYO et al., 2020).

De acordo com Ostrom (2007) define os subsistemas do sistema socioecológico como:

SES complexo, subsistemas como um sistema de recursos (por exemplo, uma pesca costeira), unidades de recursos (por exemplo, lagostas), os usuários (pescadores) e os sistemas de governança (organizações e regras que governam a pesca naquela costa) são relativamente separáveis, mas interagem para produzir resultados ao nível do SES, que por sua vez afetam esses subsistemas e seus outros componentes SESs maiores ou menores. (OSTROM, 2009)

O SES foi desenvolvido para a análise de sistemas socioecológicos. Essa estrutura assume que a ação coletiva e a gestão de recursos comuns só podem ser compreendidas se não apenas o sistema social, mas também os sistemas ecológicos fossem bem descritos e compreendidos (SCHLÜTER et al., 2012). Os autores

também abordam que as variáveis de segundo nível, podem reconhecer as teorias que deram origem a elas, ajudando na compreensão das configurações dos ecossistemas e dos sistemas de governança.

Galván et al. (2019) afirma que as variáveis de segundo nível buscam considerar uma nova dimensão de abordagem dos conflitos ambientais com impactos culturais, que considere os atores e os sistemas de governança envolvidos.

Princípios de Ostrom

Ostrom (2009) relatou que usou o termo "princípio de design" para caracterizar as regularidades presentes em um sistema, seu propósito encontrar regras que funcionassem em diferentes ambientes ecológicos, sociais e econômicos; no entanto, as regras específicas associadas ao sucesso ou ao fracasso variam amplamente entre os sistemas. De acordo com Cruz et al. (2018) Ostrom propôs utilizar os "*design principles*" para realizar a caracterização de estratégias bem-sucedidas de auto governança.

Ostrom (1990); Cox et al. (2010) destacam oito princípios para a boa governança de bens comuns: I. Fronteiras bem definidas; II. Coerência entre as regras de apropriação e provisão com as condições locais; III. Arranjos de decisão coletiva; IV. Monitoramento; V. Sanções graduais; VI. Mecanismos de resolução de conflitos; VII. Reconhecimento mínimo de direitos de organização; e VIII. Alinhamento e articulação intersetorial na gestão (nested enterprises).

Rocha (2017) define cada princípio:

1° princípio: alude que a área a ter seus recursos extraídos deve ser delimitada, assim como as pessoas que farão uso dos recursos de uso comum; 2° princípio: mostra que as regras de apropriação devem estar de acordo com as regras de provisão e com as características do local; 3° princípio: é indicado que a maioria dos apropriadores podem participar da modificação das regras operativas; 4° princípio: os apropriadores são os próprios fiscalizadores das condições dos recursos; 5° princípio: os apropriadores que desobedecerem as regras recebem sanções proporcionais à gravidade da infração; 6° princípio: os apropriadores e suas autoridades têm acesso rápido e com baixo custo para resolver os conflitos; 7° princípio: o direito dos apropriadores de construir suas instituições não devem ser questionadas; 8° princípio: é característico de instituições mais amplas e complexas, assim como também duradouras. (ROCHA, 2017)

Esses princípios de design buscam encontrar, a partir de estudos empíricos, as regularidades em sistemas de gerenciamento de recursos de uso comum que têm uma longa permanência (ANDA, 2014). Favorecem a gestão compartilhadas dos recursos comuns proporcionando redução das incertezas nas análises dos sistemas complexos, tem a finalidade de apresentar as condições em que a confiança e a reciprocidade podem ser produzidas e preservada para sustentar a ação coletiva (POVOA et al., 2019).

Esses princípios devem ser ajustados de acordo com cada realidade e dentro da problemática, inspira as comunidades que tem a intenção de gerenciar de forma adequada seus recursos de maneira sustentável (SIMÕES et al., 2011). Para Medeiros et al. (2019), os princípios podem ser um guia prático para aumentar a eficácia das comunidades, ainda que necessite de uma adaptação para as condições locais para sua aplicação.

Planejamento através do ciclo PDCA

O planejamento é um processo de elaborar a estratégia e definir como ela pode ser alcançada. Ribas et al. (2015) aponta que o planejamento deve ser considerado como uma ferramenta dinâmica, utilizado para definir os objetivos e quais as formas de realizá-los. A busca pela perfeição em termos de qualidade, manutenção e confiabilidade, tornou-se uma condição básica, existem métodos que ajudam a alcançar tais condições, como o método PDCA (RODRIGUES, 2017).

O planejamento PDCA é conhecido como “ciclo PDCA”, pois se trata de um método que auxilia na tomada de decisões, possibilitando o alcance das metas estabelecidas, e foi desenvolvido na década de 30 pelo americano Shewhart (MACHADO, 2007).

O ciclo é dividido em quatro partes: planejamento, execução, verificação e ação corretiva: na fase de planejamento são estabelecidos os objetivos e metas. Já na fase de execução é colocado o planejamento em prática. Em relação à fase de verificação, é feita a comparação entre as metas desejadas e os resultados obtidos. Por fim, na fase da ação corretiva são verificados os possíveis erros (ZANDEVALLI et al., 2013).

Segundo Sousa et al. (2017) o método PDCA possui três passos:

Aproveitando o máximo dos dados disponíveis para seu desenvolvimento sendo eles de equipes, de orçamento; planos de atuação, tendo a certeza de um planejamento como um compromisso geral e não como missão de uma área técnica; procurando uma execução de uma obra como planejamento, pois nem sempre seu cronograma tem seus objetivos alcançados, tornando necessária uma nova aferição do que foi realizado.

O ciclo PDCA é uma forma simples de organizar as melhorias que o sistema precisa, suas etapas definem “ações necessárias, dimensionar os recursos, identificar as dependências e as implicações, atribuir as responsabilidades e especificar o processo de medição do desempenho e dos resultados esperados” (ALBUQUERQUE et al., 2019).

De acordo com Rodrigues et al. (2008), o PDCA prevê um ciclo contínuo, onde as atividades de planejar, executar, controlar e agir devem estar acontecendo continuamente para que as mudanças efetivamente aconteçam em prol das melhorias dos processos organizacionais. O método PDCA auxilia na resolução de problemas na gestão da qualidade, quando se colocado em prática sem interrupção, favorece na melhoria contínua do sistema e estabelece a padronização de práticas (MARTINS et al., 2017).

Para Furukita (2017), o ciclo PDCA, é uma ferramenta que apresenta poder de resolução de conflitos quando aplicada corretamente, poucos outros instrumentos demonstram serem tão eficientes quanto esse método, pois conduz a ações sistemáticas que agilizam a obtenção de melhores resultados. PDCA é desenhado para ser utilizado como um modelo dinâmico, onde sua conclusão é uma volta do ciclo que levará o gestor para o começo do próximo ciclo, e assim sucessivamente, transformando assim melhoria de qualidade contínua (NASCIMENTO, 2011).

Aspectos Legais e Institucionais Relacionados ao Saneamento Ambiental

A relação da sociedade com água, com os dejetos e com a saúde iniciou-se há milênios de anos e se originou quando a humanidade mudou seu convívio com o ambiente, após o homem deixar sua vida nômade foi necessário desenvolver hábitos de saneamentos para evitar vetores de doenças (SILVA, 2011).

No Brasil a busca pelo saneamento foi durante o século XIX e o início do XX, surgindo polícia sanitária e da instalação de serviços de saneamento. A distribuição de água ocorreu por meio de poços e chafarizes (SOUZA et al., 2015). Em 1950 surgiu a intervenção do Estado brasileiro nas cidades, que debateram as questões sobre saneamento básico no país, em 1973 foi autorizado aplicar o Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FGTS) para melhorias no sistema de abastecimento de água e saneamento, criando assim o Plano Nacional de Saneamento (PLANASA) (SANTANA et al., 2016).

Na Constituição Federal de 1988 a saúde passou a ser um direito de todos, no artigo 196 estabeleceu que o direito à saúde deve ser “garantido mediante políticas sociais e econômicas que visem à redução do risco de doenças e de outros agravos e ao acesso universal igualitário às ações e serviços para sua promoção, proteção e recuperação” (BRASIL, 1988).

Para garantir o atendimento e previsões constitucionais e garantir sua execução, o direito à saúde depende do estabelecimento de condições que assegurem a todos o acesso as ações e serviços de promoção, proteção e manutenção da saúde. Essas ações ficaram desse modo, sujeitas aos regulamentos impostos pelo Direito Sanitário. A noção de saúde alcançou a necessidade de meio ambiente equilibrado e de saneamento básico, essencial para a saúde preventiva e equilíbrio ambiental.

Assim o saneamento básico se destacou como requisito básico associado à saúde pública entre outros assuntos, dessa forma a Constituição Federal de 1988 associou-o ao âmbito da política social. As medidas de saneamento passaram a ser encaradas como uma atividade de prevenção e de proteção à saúde da população (BRASIL, 1988).

Leis que regem o Saneamento Básico

As principais leis que normas relacionadas ao saneamento são: Constituição Federal 1988; Lei n. 8.666/93 (Licitações); Lei n. 8.987/95 (Concessões e Permissões); Lei n. 11.079/04 (PPP); Lei n. 11.107/05 (Consórcios Públicos); Lei n. 11.445/07 (Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico), vedada pela Lei nº14.026 de 15 de junho de 2020.

Em relação à Constituição Federal, no Art. 21 compete à união no inciso XX “instituir diretrizes para o desenvolvimento urbano, inclusive habitação, saneamento básico e transportes urbanos”, e no Art 23 é competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios: “promover programas de construção de moradias e a melhoria das condições habitacionais e de saneamento básico (Inciso IX).

A Lei n. 14.026/20 define o saneamento básico como:

Constituído pelas atividades e pela disponibilização e manutenção de infraestruturas e instalações operacionais necessárias à coleta, ao transporte, ao tratamento e à disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até sua destinação final para produção de água de reúso ou seu lançamento de forma adequada no meio ambiente. (BRASIL, 2020)

A Lei n. 11.445/07 foi um marco histórico, pois dispõe de prestação regionalizada; planejamento; aspectos econômicos e sociais; aspectos técnicos; controle social; e política federal de saneamento básico.

No Ceará o saneamento básico é assegurado pela Lei Complementar nº 162/2016, cria a Política

Estadual de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário no Estado, que “institui o sistema estadual de abastecimento de água e esgotamento sanitário, o sistema estadual de informações em saneamento, e cria o fundo estadual de saneamento” (CEARÁ, 2016). No capítulo 1, Art 1º traz as disposições preliminares:

Art.1º A Política Estadual de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário do Estado do Ceará, com fundamento no art.23, inciso IX e parágrafo único, da Constituição Federal e no art.252 da Constituição do Estado, tem por objetivo disciplinar a atuação do Estado no âmbito dos serviços públicos de abastecimento de água e de esgotamento sanitário e obedecerá ao disposto nesta Lei Complementar, nas demais normas legais, regulatórias e pactuadas pertinentes. (CEARÁ, 2016)

O Ceará dispõe do Decreto nº 32.023, de 29 de agosto de 2016 que “regulamenta a lei complementar nº162, de 20 de junho de 2016, que institui a política estadual de abastecimento de água e de esgotamento sanitário no estado do Ceará, o sistema estadual de informações em saneamento, cria o fundo estadual de saneamento”.

Em 2015 o município de Juazeiro do Norte aprovou o Plano Municipal de Saneamento Básico e aprovou o Planejamento da Gestão do Plano Municipal e instituiu estrutura administrativa para Execução do plano. No Art 3º inciso II: “englobam os projetos, com respectivas ações, destinados a ampliação da cobertura do componente esgotamento sanitário e melhorias dos índices de atendimento, no intuito de se atingir a universalização”.

METODOLOGIA

O estudo do presente trabalho classifica-se conforme sua finalidade em descritiva (registra e descreve as características das estruturas do sistema socioecológico e aplicação do ciclo PDCA para melhoria do estudo de caso) e, exploratória (torna a problemática do efeito da falta de saneamento na cidade de Juazeiro do Norte - CE) (PRODANOV et al., 2013).

Caracterização da Área de estudo

Esta pesquisa limitou-se à cidade de Juazeiro do Norte, localizada no extremo Sul do Estado do Ceará sob as coordenadas 7º 12' 47" ao Sul e 39º 18' 55" ao Oeste, fazendo fronteira com: Crato, Barbalha, Missão Velha e Caririaçu (Imagem 01). O município possui uma área de 248,8 km² e uma população de aproximadamente 276.264 habitantes, onde 96,07% residem em área urbana (IPECE, 2017).

Com relação aos aspectos ambientais está inserido no semiárido brasileiro, na bacia hidrográfica do Rio Salgado. O período chuvoso ocorre de janeiro a maio, com pluviosidade de 925,1 (mm) e temperatura média de 24ª a 26°C (IPECE, 2017). Em relação ao saneamento básico o município possui 24.416 ligações ativas de esgoto, cobrindo 36,42% da população urbana, já no abastecimento de água possui 91.691 ligações atendendo dessa forma 99,07% da população.

Atualmente a prestação de serviço é a Companhia de água e esgoto do Estado do Ceará – CAGECE, que dispõe de sete Estações Elevatórias e cinco Estações de Tratamento, sendo: uma Estação tipo lagoas de estabilização (duas lagoas facultativas e uma lagoa de maturação); três Estações tipo Reatores e uma Estação

Decanto-digestores (figura 2) (RODRIGUES, 2005).

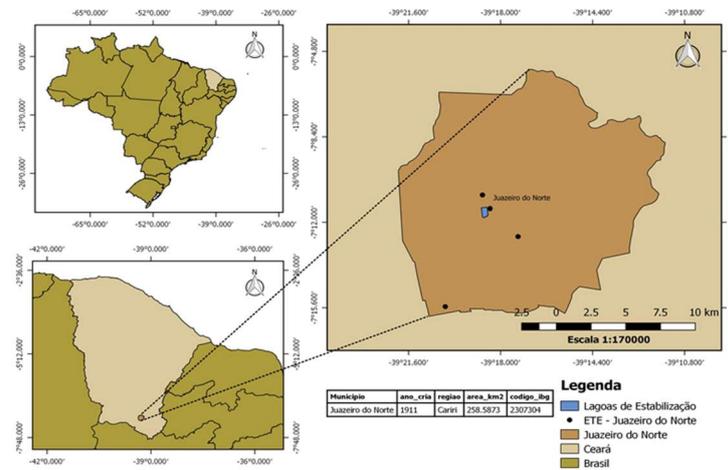


Figura 1: Localização do Município de Juazeiro do Norte – CE.

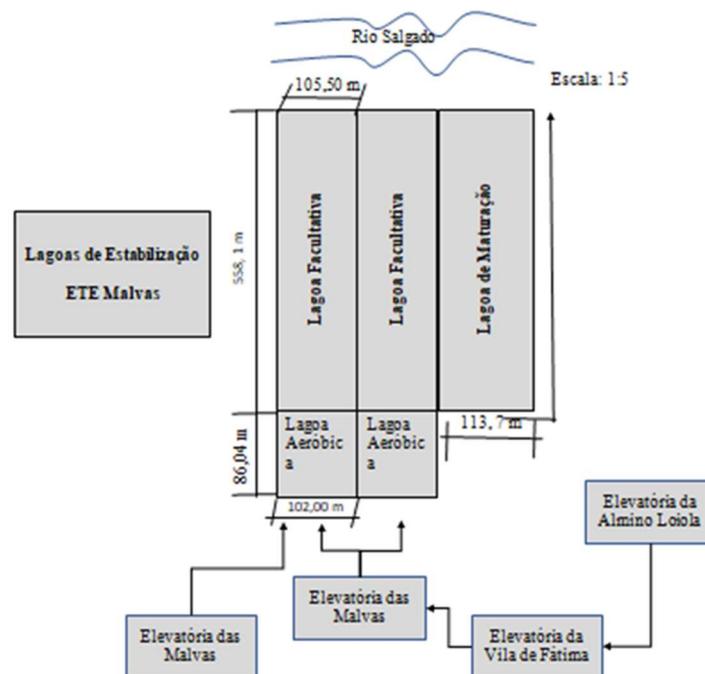


Figura 2: Layout geral da ETE Malvas e estações elevatórias, em Juazeiro do Norte. Fonte: Rodrigues (2005).

Menos de 50% da população possuem tratamento de esgoto e com o crescente aumento da população é necessária ampliação de rede de esgoto e readequação das estações de tratamento de Esgoto.

Teixeira et al. (2016) afirma que município de Juazeiro do Norte ampliou rapidamente a malha urbana e a concentração comercial, mas o sistema de infraestrutura urbana não acompanhou esse desenvolvimento, o que acarreta problemas relacionados a qualidade de vida da população, no que se refere indicadores de saneamento que por sua vez interferem diretamente na qualidade de vida da população.

Utilizou-se o cenário de falta de saneamento básico de Juazeiro do Norte- CE, para verificar se há o cumprimento cada um dos oito princípios de Ostrom. A pesquisa foi elaborada em cinco fases para atingir os objetivos propostos pela pesquisa: I. Levantamento bibliográfico do tratamento sanitário, a metodologia de Ostrom e do ciclo de PDCA; II. Aplicação do Sistema Socioecológico – SES; III. Aplicação das variáveis de

segundo nível de Ostrom; IV. Aplicação dos princípios de Ostrom; V. Planejamento utilizando o ciclo PDCA para tomadas de decisão para executar a obra de saneamento de Juazeiro do Norte-CE.

O quadro analítico do SES sugerido por Ostrom (2009) foi utilizado para reunir o conhecimento multidisciplinar do saneamento básico de Juazeiro do Norte, com a finalidade de facilitar a avaliação e identificar o arranjo de variáveis que podem afetar o convívio com o meio e os resultados do sistema. O quadro socioecológico permite criar alternativas para melhorar o problema proposto.

Naylor et al. (2019) aborda que compreender os resultados e as interações do sistema socioecológico (SES) é crucial para melhorar a resiliência da sociedade para os crescentes desafios ambientais. Para a elaboração do sistema socioecológico, seguiu o modelo de Ostrom (2007) (figura 3).

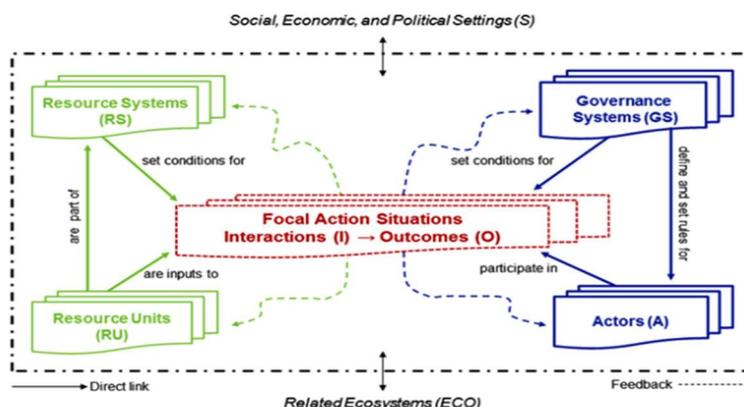


Figura 3: Modelo de Sistema socioecológico. Fonte: MCGINNIS et al. (2014).

Com a aplicação do sistema socioecológico, possibilitou relacionar as variáveis de segundo nível para aplicar as camadas dentro da problemática.

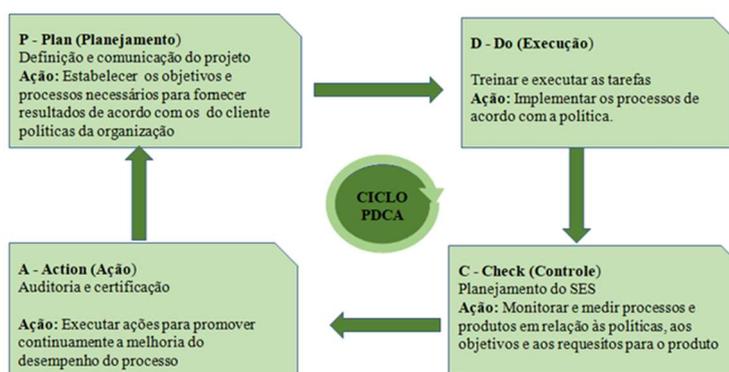


Figura 4: Ciclo de Planejamento do PDCA.

Em seguida foi verificado a presença e a ausência dos princípios de Ostrom que são: 1- Limite claramente definidos; 2- Congruência entre as regras de apropriação/ provisão e as condições locais; 3 - Arranjos de escolha coletiva; 4 - Monitoramento; 5 - Sanções graduadas; 6 - Mecanismos de resolução de conflitos; 7 - Reconhecimento mínimo dos direitos de organização; e 8 - Empresas alinhadas. Com a aplicação das metodologias sugeridas por Ostrom, foi realizado o ciclo PDCA para auxiliar na tomada de decisão e execução da obra de esgotamento sanitário do estudo de caso.

O planejamento PDCA é dividido em quatro etapas como mostra a figura 4, planejamento onde se deve realizar o levantamento das etapas necessárias para formulação do plano de esgotamento sanitário; executar que é colocar em prática o plano; checar ou verificar a eficiência da execução e tornar o sistema continua verificando todas as etapas, para observar se há algum tipo de falha e propor soluções.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Sistema Socioecológico

Diante da situação apresentada sobre a falta de saneamento de Juazeiro do Norte-CE e os impactos que acarreta ao meio ambiente, houve a necessidade de realizar o Sistema Socioecológico para melhor compreender o funcionamento do sistema analisado, os atores envolvidos no sistema, o sistema de governança, determinar as unidades e sistemas de recursos abrangidos e os ecossistemas relacionados. Dessa forma a figura 4 apresenta o sistema socioecológico após a avaliação e levantamento de dados do caso em estudo.

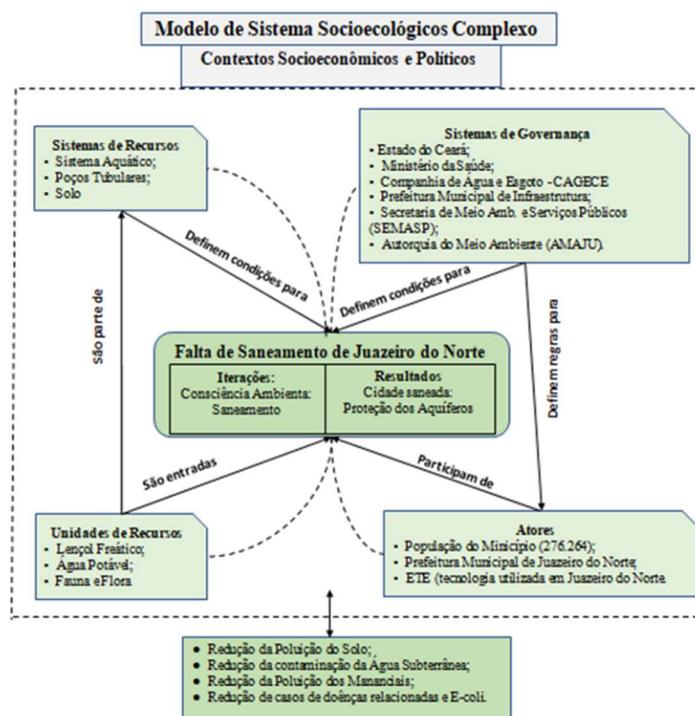


Figura 5: Sistema Socioecológico falta de Saneamento de Juazeiro do Norte-CE.

A falta de saneamento básico em Juazeiro do Norte-CE é um problema de saúde no município, visto que mais de 50% da população não possuem saneamento em suas casas. E por se tratar de um local onde a água de abastecimento é proveniente de água subterrânea, é necessário que esse problema seja visto de forma prioritária. Nesse esquema temos:

Sistema do Recurso são: - Sistema Aquático; - Poços Tubulares; - Solo.

Sistema de Governança: - Estado do Ceará – pois é um problema de questão estadual e não somente regional, e devido o governo reter boa parte do poder da companhia de água e esgoto, pois é uma sociedade

mista; - Ministério da Saúde: pois em normas orientam os padrões de qualidade dos recursos hídricos; - Companhia de Água e Esgoto do Ceará: pois atualmente o saneamento do município está sob a responsabilidade da companhia, para execução de ampliação de rede de esgoto; ligação de esgoto; e resoluções de problemas como: desobstrução, limpeza da rede entre outros; - Prefeitura Municipal: a prefeitura deve dá condições na infraestrutura para a execução das ampliações de rede, e como entrar com parceria em investimentos.

Usuário (A): - População; - Prefeitura; - ETE (estação de tratamento utilizada no município).

Unidade de Recursos: - Lençol Freático; - Água Potável; - Fauna e Flora.

Interação: a população não tem consciência ambiental da importância do saneamento básico do seu município, uma questão que sempre os moradores levam em consideração é o alto custo para a utilização da rede de esgoto, sendo necessária intervenção municipal, com parceria com custos.

Como **resultados** teriam uma cidade com saneamento básico, redução nos problemas de saúde, proteção dos lençóis freáticos.

Beneficiando outros ecossistemas como: Redução da poluição do solo; de áreas de preservação (Parque Urbano das Timbaúbas) e proteção dos mananciais.

Variáveis de segundo nível de Ostrom

Cada sistema apresentado na figura 3 é composto por variáveis de segundo nível sugerido por McGinnis et al. (2014), essas variáveis foram consideradas nessa pesquisa, onde cada subsistema foi aplicado dentro da área de estudo (Tabela 1).

Tabela 1: Variáveis de segundo nível do Sistema Socioecológico.

Falta de Saneamento em Juazeiro do Norte - CE	
Configurações sociais, econômicas e políticas (S)	S 1 - Desenvolvimento no turismo local; Valorização imobiliária; S 2 - Expansão imobiliária em bairros de difícil acesso; S 3 - Estabilidade econômica; S 5 - Crescimento do mercado local e expansão das indústrias;
Sistemas de recursos (RS)	RS 1 - Sistema Aquático e solos; RS 2 - Região metropolitana do Cariri (devido à água ser subterrânea); RS 3 - Aproximadamente 108.676 imóveis beneficiados; RS 4 - Poços tubulares; RS 9 - Malvas Juazeiro do Norte (Instalação da ETE);
Sistemas de governança (GS)	GS 1 - Estado do Ceará; Prefeitura Municipal de Juazeiro do Norte; Ministério Público; GS 3 - Interação entre os representantes públicos e a população; Plano municipal de saneamento básico; GS 8 - Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE);
Unidades de recursos (RU)	RU 1 - Proteção do: Lençol Freático e Manancial Subterrâneo; RU 2 - Crescimento de imóveis interligados a rede de Esgoto; RU 3 - Interação entre consciência Ambiental e a população; RU 4 - Cobrança da taxa de esgotamento sanitário (em parceria ou não com a prefeitura);
Atores (A)	A 1 - População local 276.264 habitantes impactados; A 2 - Melhorar a transição de turistas, romeiros e instalações de hotéis na cidade; A 3 - Melhorias na Infraestruturas, moradia e locais de lazer A 4 - Melhoria na qualidade dos poços tubulares da cidade; A 5 - Ampliação na rede de hotéis no local; A 8 - Qualidade de água para os moradores; A 9 - Construções de novas ETE.
Situações de ação: Interações (I) →	I 1 - Falta de Saneamento no município; I 2 - Educação Ambiental;

Resultados (O)	I 3 - Processo de ampliação da rede coletora de Esgoto; I 4 - Conflito entre a População, Concessionária de Esgoto e o Estado; I 5 - Investimento na Ampliação da rede coletora de esgoto e da ETE; O 1 - Saneamento básico para todos os bairros do município, levando igualdade entre as classes sociais; O 2 - Proteção da biodiversidade local e sustentabilidade ambiental;
Configurações sociais, econômicas e políticas (S)	S 1- Desenvolvimento no turismo local; Valorização imobiliária; S 2 - Expansão imobiliária em bairros de difícil acesso; S 3 - Estabilidade econômica; S 5 - Crescimento do mercado local e expansão das indústrias.

Fonte: Ostrom (1990).

As informações contidas em cada variável do SES é o primeiro passo para a compreensão das condições necessárias para que os usuários e a gestão se auto-organizarem (SILVA JÚNIOR, 2019). Com aplicação das variáveis é possível visualizar de forma mais ampla e detalhada o sistema.

As variáveis de segundo nível consistem nos fatores explicativos das variáveis do primeiro nível. Essa aplicação permite que os atores possam fazer escolhas entre as opções disponíveis à luz das informações sobre as ações prováveis de outros participantes e os benefícios e custos dos resultados potenciais (MCGINNIS et al., 2014).

Aplicação dos Princípios de Ostrom

Uma das principais contribuições de Ostrom para a organização da gestão de recursos comuns foi à aplicação dos princípios, pois esses princípios auxiliam a reger o sistema de gestão de bens por parte de uma comunidade de utilizadores (SIMOES et al., 2011).

Utilizando os princípios sugeridos por Ostrom (1990) e aplicando no caso de estudo, resultou na tabela 02, onde foi cada princípio foi analisado sendo marcado presente ou ausente dentro do caso de estudo. Como o observado pela tabela 02, sete dos princípios de Ostrom se aplicam no caso de estudo. Para Ostrom (2009) a robustez de um sistema de recursos é caracterizada pela presença da maioria desses "princípios de design", ausentes no caso de falhas.

Tabela 2: Aplicação dos Princípios de Design de Ostrom.

Falta de Saneamento de Juazeiro do Norte – CE		
Princípios de Design (PD)	Presença (P) Ausência (A)	Justificativa
1- Limites claramente definidos	A	A população de Juazeiro do Norte deveria ter direito e acesso ao saneamento básico. O saneamento promove qualidade de vida para os indivíduos e reduz o risco de doenças relacionadas à falta de saneamento. No entanto no cenário atual a população não é beneficiada.
2- Congruência entre as regras de apropriação / provisão e as condições locais	P	A Companhia de Água e Esgoto do estado do Ceará (CAGECE) que atua no local possui áreas para expandir as Estações de Tratamento de Esgoto (ETE), ou até mesmo para a construção de novas para atender a demanda da população.
3- Arranjos de escolha coletiva	P	Em 2020 a CAGECE em câmara municipal de Juazeiro do Norte, renovou por mais 30 anos a concessão da empresa na cidade, a população na ocasião teve direito de solicitar para seus os seus representantes a retirada ou não da empresa. Após esse acordo assinado, não há possibilidade de alterar a não ser que a empresa descumpra com os acordos estabelecidos no contrato.

4- Monitoramento	P	O saneamento básico é monitorado pelo ministério da saúde, pela Secretaria de Meio Ambiente e Serviços Públicos (SEMASP) e pela Autarquia Municipal de Meio Ambiente de Juazeiro do Norte. É aplicado multas nas Elevatórias de Esgoto quando estão fora do padrão exigidos (Resolução CONAMA 430/11). A Companhia deve cumprir todas as normas sobre o tratamento do efluente, e a saída da ETE atender aos padrões de DBO e DQO exigidas, antes de ser lançado no meio ambiente. As águas residuárias não poderão ser lançadas de forma in natura em lagos. O não cumprimento acarretará em multa para a Companhia.
5- Sanções graduadas	P	Através da Ouvidoria Estadual e da Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados do Estado do Ceará (ARCE) é possível que os autores tenham acesso de fazer reclamações e sugestão sobre as operações que a Companhia executam.
6- Mecanismos de resolução de conflitos	P	O Estado do Ceará tem acesso direto ao município, podendo contribuir que a cidade seja Saneada. E fiscalizar posteriormente para verificar se todos os bairros estão sendo contemplados.
7- Reconhecimento mínimo dos direitos de organização	P	O saneamento pode ser monitorado, aplicado e ter resolução de conflitos através dos órgãos estaduais, ministério da saúde, prefeitura municipal, SEMASP e AMAJU.
8- Empresas alinhadas	P	

Fonte: Ostrom (1990).

Princípio 01- limites claramente definidos está ausente, pois de acordo com a Constituição Federal no art 23 “é competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios: “promover programas de construção de moradias e a melhoria das condições habitacionais e de saneamento básico”, assim todos os usuários deveriam ter acesso ao saneamento básico.

Princípio 02 - esse requisito pode ser atendido, pois atualmente a concessionária de água e esgoto do estado, possuem em Juazeiro do Norte-CE áreas para expandir a estação de tratamento de esgoto principal, localizado no bairro Malvas. Seu projeto de criação não recebe toda a vazão calculada.

Princípio 03 - o município de Juazeiro do Norte, em 2020 renovou sua concessão com a concessionária local, e uma das propostas é a universalização do saneamento. De acordo com site da prefeitura, no município serão investidos R\$ 478.792.930,14 milhões.

Princípio 04 – o estado do Ceará possui órgãos fiscalizadores do meio ambiente, que faz o monitoramento do cumprimento das normas estabelecidas.

Princípio 05 – Com a ampliação da rede e expansão do tratamento do efluente a concessionária atual terá condições de cumprir as exigências das leis normativas do lançamento, atualmente a companhia não dispõe, pois há a necessidade de que toda a cidade seja saneada.

Princípio 06 – o estado do Ceará possui ouvidoria que atende a população, a CAGECE atualmente dispõe de funcionários aptos para responder essas demandas.

Princípio 07 – o município por ser um dos maiores do estado e por movimentar a economia local, possui grande representatividade política e acesso direto ao Estado.

Princípio 08 – o município tem órgão fiscalizador próprio além das estaduais, que podem monitorar fiscalizar e punir a concessionária que irá executar o plano de saneamento.

Com a aplicação dos princípios pode observar que a cidade tem potencialidade para executar saneamento ambiental, mas é preciso que seja visto como prioridade, pois existem outros recursos que são afetados diretamente com a falta de saneamento. Sendo necessário o planejamento de construção do tratamento do efluente que funcione de forma contínua, e que seja possível identificar se o processo está contemplando todos os atores e recursos envolvidos no sistema.

Planejamento utilizando o ciclo PDCA

Para execução da obra do esgotamento sanitário de Juazeiro do Norte, sugere-se que sejam utilizados todos os passos sugeridos pelo ciclo PDCA, são eles: planejamento, execução, verificação e ação corretiva para tornar o sistema contínuo.

Planejamento

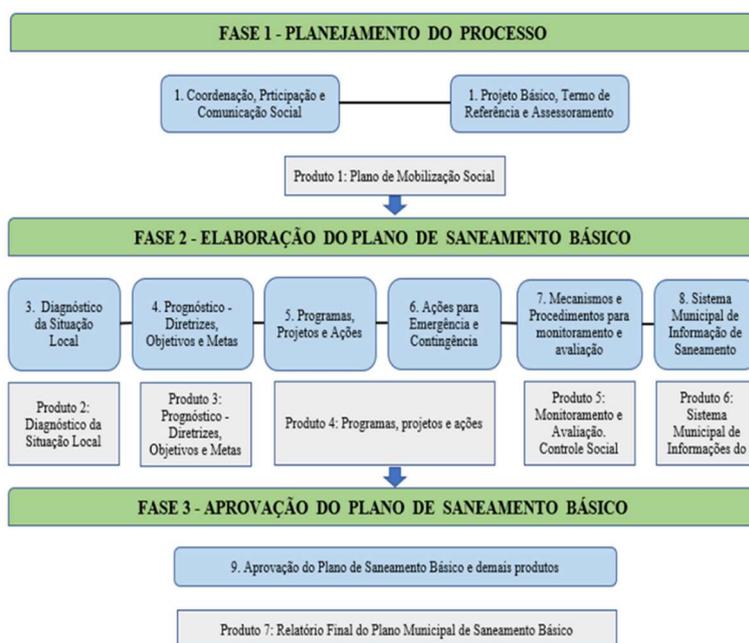


Figura 6: Fases, etapas e produtos para a elaboração do Plano de saneamento.

No planejamento é realizado o levantamento dos processos que devem ser feitos para a execução do esgotamento sanitário, a Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental sugere que o Plano de Saneamento devem ser executado em 3 fases, onde cada fase tem suas etapas e produtos como mostra a figura 6 : 1º Fase: Planejamento do Processo acontece duas etapas: coordenação, participação e comunicação social; Projeto Básico, Termo de Referência e Assessoramento; Nessa fase acontece o Produto 01 que é o plano de mobilização social; 2º Fase: Elaboração do plano de saneamento básico, onde deverá seis etapas: Diagnóstico da Situação do Saneamento Básico; Prognóstico – diretrizes, objetivos e Metas; Programas, Projetos e Ações; Ações para Emergência e Contingência; Mecanismos e procedimentos para monitoramento e avaliação; Sistema Municipal de Informações de Saneamento Básico. Nessa fase ocorre a elaboração dos produtos 02, 03, 04 e 05 que são respectivamente: Diagnóstico da Situação Local; Prognóstico -Diretrizes, Objetivos e Metas; Programas, projetos e ações e Monitoramento e Avaliação; Controle sócia; Sistema

Municipal de Informações do Saneamento Básico; 3º Fase: Aprovação do plano de saneamento básico que tem como etapa Aprovação do Plano de Saneamento Básico e demais produtos e como produto Relatório Final do Plano Municipal de Saneamento Básico.

Execução

Após a aprovação do plano de saneamento pelos órgãos competentes, é necessário iniciar a execução do projeto seguindo as fases e etapas estabelecidas. Nessa fase serão adquiridos os materiais, organização para a execução, contratação de empreiteiras e fiscalização da obra. Deve seguir todas as recomendações das Normas Brasileiras – NBR aprovadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT.

Verificação

Após a execução do Plano e ampliação de rede de esgoto deve-se realizar a verificação do sistema construindo, das ampliações de rede de esgoto, infraestrutura, se a vazão está dentro dos valores estabelecidos no projeto, se as bombas utilizadas nas elevatórias estão com rendimentos, se há vazamentos de esgoto na tubulação de ocre.

Sugere-se que seja realizado acompanhamento das análises dos mananciais subterrâneos da cidade. Um estudo realizado Silva (2020) aponta que uma das fontes difusas de poluição em Juazeiro do Norte é em virtude dos aglomerados urbanos, onde não haja rede de esgotamento sanitário. Essas análises servirá para avaliar se houve melhoria nos ecossistemas sugeridos na figura 3. Também há a necessidade de acompanhar os casos de doenças relacionados a água no ministério de saúde, para verificar se houve a redução de contaminação. Assim nessa fase será verificado se o plano está sendo executado como está no projeto, e analisado os sistemas ecológicos envolvidos nesse caso de estudo.

Ação: Padronizar e tornar o sistema contínuo

O ciclo PDCA funciona de forma contínua, devendo assim o sistema deve ser verificado constantemente, para observar se encontram erros no sistema. Dessa forma o sistema sanitário e socioecológico de Juazeiro do Norte-Ce após a implantação do esgotamento sanitário deve ser sempre verificado e para avaliar se os parâmetros do projeto estão sendo atendidos e se os sistemas de recursos estão sendo beneficiado.

Outro ponto a analisar é em relação aos atores, nessa ação é necessário saber a percepção dos usuários sobre as mudanças ocorridas e os impactos negativos e positivos que ocorreram com a execução da obra de saneamento.

Nessa etapa do Ciclo PDCA os gestores poderão visualizar o sistema como um todo, apontar melhorias se houver necessidades, criar planos melhores de gerenciamentos e discutir melhorias na qualidade de atendimento dos usuários.

CONCLUSÕES

Através do SES é possível verificar que os recursos naturais de Juazeiro do Norte estão sendo impactado negativamente com a falta de saneamento, prejudicando os mananciais subterrâneos, fauna, flora e solo, podendo ser um fator de propagação de doença para a vida humana. Assim o sistema sanitário deve ter melhorias para atender a população. O sistema socioecológico permitiu uma melhor compreensão do sistema complexo estudado, que suas variáveis interagem entre si, possibilitando análise da problemática e a sua resolução.

Com a aplicação dos princípios é possível analisar que o município está presente em sete dos oitos princípios, indicando que a cidade tem potencialidade para executar saneamento ambiental, proporcionando melhor qualidade de vida para seus moradores.

O ciclo do PDCA possibilita a tomada de decisão para resolver a problemática, pois nessa etapa os gestores põem visualizar de forma mais ampla o planejamento e execução da ampliação do saneamento, e podem verificar onde ocorrem os possíveis problemas para aplicar as soluções viáveis.

Assim, a aplicação do ciclo PDCA possibilita identificar o problema e contribui na tomada de decisões. Pode-se dessa forma concluir que em situações como a de Juazeiro do Norte, é fundamental a construção do sistema socioecológico para identificar e entender a complexidade dos sistemas e fazer planejamento PDCA e realizando verificação após a execução da obra para acompanhar as metas e objetivos estão sendo realizadas de forma continua.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, M. S.; SOUSA, T. M. I.. Análise do plano emergencial de abastecimento de água em São José de Piranhas-PB por diferentes metodologias. In: SOUSA, C. M.; COSTA, C. J. S.; SILVA, E. H.; LIMA, R. A.. **E-book 1: I CONIMAS e III CONIDIS/2019**. Campina Grande: Realize, 2020. p.829-843.

ALMEIDA JUNIOR, M. A. B.; ALMEIDA, R. S.; SILVA, G. O. C.. Diagnóstico dos impactos ambientais provocados pelo lançamento de esgotos no rio Piancó em Pombal-PB. **Revista GeoSertões**, v.2, p.75-93-93, 2017.

ALVES, E. A. C.. O PDCA como ferramenta de gestão da rotina. In: CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, 11. **Anais**. Rio de Janeiro, 2015.

ANDA, G. G.. Estado, mercado, comunidad: Ostrom, la controversial. Universidad Nacional Autónoma de México-Instituto de Investigaciones Sociales. **Revista Mexicana de Sociología**, v.76, p.227-256. 2014.

BELTRAME, T. F.; BELTRAME, A. F.; LHAMBY, A. R.; PIRES, V. P. K.. Efluentes, resíduos sólidos e educação ambiental: uma discussão sobre o tema. **Reget**, v.20, p.283-294, 2016.

BINDER, C. R.; HINKEL, J.; BOTS, P. W. G.; PAHL-WOSTL, C.. Comparison of frameworks for analyzing social-ecological systems. **Ecology and Society**, v.18, n.4, 2013.

BRASIL. **Constituição Federal de 1988**. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília: DOU, 2000.

BRASIL. **Lei n. 14.026 de 15 de julho de 2020**. Brasília: DOU, 2020.

BRONDIZIO, E. S.; OSTROM, E.; YOUNG, O.. Connectivity and the Governance of Multilevel Socio-ecological Systems: The Role of Social Capital. **Annual Review of Environment and Resources**, v.34, p.253-78, 2009.

CASTENHEIRA, J. P. A.; BAYDUM, V. P. A.. Percepção dos Impactos Socioambientais da Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) Relatados pelos Moradores do Residencial Olho d'Água, Jaboatão dos Guararapes, PE. **Revista Brasileira de Geografia Física** v.08, n.03, p.876-887, 2015.

CEARÁ. **Decreto n. 32.023**. Fortaleza: Casa civil Ceará, 2016.

CEARÁ. **Lei complementar n.162**. Fortaleza: Casa civil Ceará, 2016.

CHERNICHARO, C. A. L.; RIBEIRO, T. B.; GARCIA, G. B.; LERMONTOV, A.; PLATZER, C. J.; POSSETTI, G. R. C.; ROSSETO, M. A. L. L. R.. Panorama do tratamento de esgoto sanitário nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil: tecnologias mais empregadas. **Revista DAE**, v.66, p.5-19,

2018.

COX, M.; ARNOLD, G.; TOMÁS, S. V.. A Review of Design Principles for Communitybased Natural Resource Management. **Ecology and Society**, v.38, n.4, 2010.

CRUZ, E. S. T.; PEREIRA, J. R.; CRUZ, A. O.; GARCIA, A. S.. Gestão da água como common pool resource: revisão integrativa a partir de Elinor Ostrom. In: SEMEAD SEMINÁRIOS EM ADMINISTRAÇÃO, 21. **Anais**. São Paulo, 2018.

FREIRE, L. L.; SANTOS, Y. T. C.. Estimativa das contribuições de carga orgânica doméstica e impactos ambientais das ligações inadimplentes de esgoto em Juazeiro do Norte - Ceará. **Revista Ciência e Sustentabilidade**, v.4, p.5, 2019.

FURUKITA, A. C.. **Aplicação do ciclo pdca para redução do desperdício de embalagens de papelão**: estudo de caso em uma indústria alimentícia. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Química) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponto Grossa, 2017.

GALVÁN, M. L.; CHAVES, I. V.; GUERRA, L.. Pertinencia de la metodología de enfoque de Sistemas Socio-Ecológicos (SSE) para determinar los actores y sistema de gobernanza en un conflicto ambiental: Estudio de caso del arroyo de San Basilio de Palenque. In: RODRÍGUEZ, G. A.; IBÁÑEZ-ELAM, A.. **Las disputas ambientales en Colombia**. Bogotá: Grupo Editorial Ibáñez, 2019. p.239-256.

IPECE. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. **Perfil básico municipal de Juazeiro do Norte-CE**. Juazeiro do Norte, 2017.

JUAZEIRO DO NORTE. **Decreto n.219**. República Federativa do Brasil Estado do Ceará. Município de Juazeiro do Norte Poder Executivo. Juazeiro do Norte, 2015.

MACHADO, L. G.. **Aplicação da Metodologia PDCA**: Etapa P (Plan) com Suporte das Ferramentas da Qualidade. Monografia (Bacharelado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2007.

MCGINNIS, M. D.; OSTROM, E.. Social-ecological system framework: initial changes 17and continuing challenges. **Ecology and Society**, v.19, n.2, 2014.

MEDEIROS, D. L. R.; SOUSA, R. F.. Avaliação do primeiro princípio de Ostrom na gestão da feira central de Campina Grande/PB. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO EM CIÊNCIAS, 4. **Anais**. Campina Grande: Realize, 2019.

NAYLOR, L. A.; BRADY, U.; BROWN, T.; QUINN, K.; ANDERIES, J. M.. A multiscale analysis of social-ecological system robustness and vulnerability in Cornwall, UK. **Regional Environmental Change**, v.19, p.1835-1848, 2019. DOI: <http://doi.org/10.1007/s10113-019-01530-7>

NUNES, E. S.; FERREIRA, F. D. G.; SOUSA, E. P.. Desempenho da provisão dos serviços de saneamento básico no Ceará. **Revista Estudo & Debate**, v.25, n.1, p.134-154, 2018.

OSTROM, E.. A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems. **Science**, v.325,

p.419-422, 2009.

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

OSTROM, E.. Más allá de los mercados y los Estados: gobernanza policéntrica de sistemas económicos complejos. Universidad Nacional Autónoma de México-Instituto de Investigaciones Sociales. **Revista Mexicana de Sociología**, v.76, p.15-70, 2014.

OSTROM, E.; JANSSEN, M. A.; ANDERIES, J. M.. Going beyond panaceas. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v.104, n.39, p.15176-15178, 2007.

POVOA, P. F.; VINHA, V.. Aplicando o design principles de Elinor Ostrom à constituição de mercados para produtos da sociobiodiversidade: O caso dos quilombolas de Oriximiná/PA. **Revista Ibero-Americana de Economia Ecológica**, v.30, p.160-179, 2019.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C.. **Metodologia do Trabalho Científico**: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico. 2 ed. Feevale, 2013.

RIBAS, A. J. F.; STANGE, C. E. B.; FACINI, M. A.; TEIXEIRA, G.. **Gestão escolar e contemporaneidade planejamento e avaliação em gestão**. Guarapuava: Unicentro, 2015.

ROBAYO, K. J. R.; MÉNDEZ-LÓPEZ, M. E.; JUÁREZ-TÉLLEZ, L.; PERALTA-BLANCO, R. M.. **Configuración de los sistemas socio-ecológicos en zonas metropolitanas**. Yucatán: La experiencia en Mérida, 2020.

ROCHA, A. P. A.. **Gestão dos recursos naturais e governança dos comuns**: um estudo da Reserva Extrativista de Canavieiras-BA a partir das contribuições de Elinor Ostrom, Dissertação (Mestrado em Economia Regional e Políticas Públicas) - Universidade Estadual de Santa Cruz, 2017.

RODRIGUES, A. L. P.; SANTOS, M. S.; SERRA, M. C.; PINHEIRO, E. M. P.. A utilização do ciclo PDCA para melhoria da qualidade na manutenção de shunts. **Iberoamerican Journal of Industrial Engineering**, Florianópolis, v.9, n.18, p.48-70, 2017.

RODRIGUES, C. M. C.; COSTA, R. S.; SILVA, R. G.. A Etapa Planejamento do Ciclo PDCA: Um relato de Experiências Multicasos. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 28. **Anais**. Rio de Janeiro, 2008.

RODRIGUES, F. P.. **Utilização da técnica da biorremediação em sistemas de esgotamento sanitário**. Aplicação na cidade de Juazeiro do Norte, Ceará. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil, Área de Concentração em Saneamento Ambiental) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2005.

ROLDAN, V. P. S.. Investigando as relações entre a nova economia institucional e a teoria da ação coletiva de Elinor Ostrom: um ensaio teórico. In: ENCONTRO DA ANPAD, 42. **Anais**. Rio de Janeiro: ANPAD, 2018. p.1-16.

SANTANA, R. N. N.; SOUSA, S. M. P. S.. Saneamento ambiental no Brasil: legado histórico e desafio para a Política Social. **Argumentum**, Vitória, v.8, n.1, p.158-173, 2016. DOI:

<http://dx.doi.org/10.18315/argumentum.v8i1.10530>

SCHLÜTER, A.; MADRIGAL, R.. The SES Framework in a Marine Setting: Methodological Lessons. **Rationality, Markets and Morals**, v.3, p.148–167, 2012.

SILVA JÚNIOR, U. L.; OVIEDO, A. F. P.. Uma proposta metodológica para avaliação de sistemas socioecológicos de manejo de pesca de pequena escala na Amazônia. **Revista Ciências da Sociedade**, v.2, p.125-142, 2019.

SILVA, L. B.. **Qualidade da água subterrânea que abastece Juazeiro do Norte – CE: relação com cobertura de esgoto e densidade populacional**. Dissertação (Mestrado Gestão e Regulação de Recursos Hídricos) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2020.

SILVA, P. N.; CABRAL, A. R.; DIAS, A. P.; MATIDA, Á. H.; KLIGERMAN, D. C.; CARNEIRO, F. F.; SILVA, G. A.; OLIVEIRA, J. L. M.; QUEIROZ, J. T. M.; SANTOS, J. L. M. S.; DOMINGUES, L. C. S. M.; COHEN, S. C.; SHUBO, T. C.; HELLER, L.. **Saneamento e Saúde: entre os direitos humanos, a justiça ambiental e a promoção da saúde**. Série FioCruz. Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz, Casa de Oswaldo Cruz, 2011.

SIMÕES, J.; MACEDO, M.; BABO, P.. **Elinor Ostrom: “Governar Os Comuns”**. Dissertação (Mestrado em Economia e Política do Ambiente) - Universidade do Porto,

Porto, 2011.

SOUZA, A. R. O.; SILVA, C. O.; AGOSTINO, Í. R. S.; FROTA, P. C.; OLIVEIRA, R. D.. A importância da ferramenta PDCA no processo industrial portuário: estudo de caso em um carregador de navios. **Exacta**, v.15, p.111-123, 2017.

SOUZA, C. M. N.; COSTA, A. M.; MORAES, L. R. S.; FREITAS, C. M.. **Saneamento: promoção da saúde, qualidade de vida e sustentabilidade ambiental**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2015.

TEIXEIRA, L. M.; NASCIMENTO, P. S. S.; MARTINS, L. D.; MORAIS, G. S. A.; LANDIM, G. B.. Parques urbanos do cariri: estudo sobre a percepção ambiental do Parque Municipal Ecológico das Timbaúbas (JUazeiro do Norte –CE) e Parque Estadual Sítio Fundão (Crato –CE). In: CONGRESSO INTERNACIONAL DA DIVERSIDADE DO SEMIÁRIDO, 1. **Anais**. Campina Grande: Realize, 2016.

VON SPERLING, M.. **Princípios básicos do tratamento de esgoto**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 1996.

ZANDAVALLI, C.; MELLO, M. I. C.; SOUZA, A. C. M. M.; ANDREOLLA, V. R. M.; JUBINI, G. M.. O PDCA como ferramenta de apoio à implementação do planejamento estratégico em uma instituição de ensino. **Revista Gestão Universitária na América Latina - GUAL**, v.6, p.68-91, 2013.

Os autores detêm os direitos autorais de sua obra publicada. A CBPC – Companhia Brasileira de Produção Científica (CNPJ: 11.221.422/0001-03) detêm os direitos materiais dos trabalhos publicados (obras, artigos etc.). Os direitos referem-se à publicação do trabalho em qualquer parte do mundo, incluindo os direitos às renovações, expansões e disseminações da contribuição, bem como outros direitos subsidiários. Todos os trabalhos publicados eletronicamente poderão posteriormente ser publicados em coletâneas impressas ou digitais sob coordenação da Companhia Brasileira de Produção Científica e seus parceiros autorizados. Os (as) autores (as) preservam os direitos autorais, mas não têm permissão para a publicação da contribuição em outro meio, impresso ou digital, em português ou em tradução.

Todas as obras (artigos) publicadas serão tokenizadas, ou seja, terão um NFT equivalente armazenado e comercializado livremente na rede OpenSea (https://opensea.io/HUB_CBPC), onde a CBPC irá operacionalizar a transferência dos direitos materiais das publicações para os próprios autores ou quaisquer interessados em adquiri-los e fazer o uso que lhe for de interesse.



Os direitos comerciais deste artigo podem ser adquiridos pelos autores ou quaisquer interessados através da aquisição, para posterior comercialização ou guarda, do NFT (Non-Fungible Token) equivalente através do seguinte link na OpenSea (Ethereum).

The commercial rights of this article can be acquired by the authors or any interested parties through the acquisition, for later commercialization or storage, of the equivalent NFT (Non-Fungible Token) through the following link on OpenSea (Ethereum).



<https://opensea.io/assets/ethereum/0x495f947276749ce646f68ac8c248420045cb7b5e/44951876800440915849902480545070078646674086961356520679561157632879499411457/>