



XIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL

Futuros reinventados: Construindo o amanhã com a linha da ancestralidade

12 a 14 de novembro de 2024

Salvador - BA, Brasil

Vulnerabilidade Hídrica em Aldeias Indígenas - A Experiência na Aldeia Tekoa Nhanderu Porã, em São Miguel Arcanjo (SP)

**Bianca Jacobe Martins Soares, Universidade Federal de São Carlos,
biancajms@estudante.ufscar.br**

**Fernando de Azevedo Almeida de Jesus, Universidade Federal de São Carlos,
fernandoalmeida@estudante.ufscar.br**

**Jorge Rodrigues Pantoja Filho, Universidade Federal de São Carlos,
jorge.pantoja@ufscar.br**

**Pedro Ferreira Salvini, Universidade Federal de São Carlos,
pedrosalvini@estudante.ufscar.br**

**Mario Gabriel Vieira Paes, Universidade Federal de São Carlos,
mario.paes@estudante.ufscar.br**

**Luca Calcada d'Olim Marote, Universidade Federal de São Carlos,
lucamarote@estudante.ufscar.br**

**Thyago Kawaguchi Sakurai de Melo, Universidade Federal de São Carlos,
thyagosakurai@estudante.ufscar.br**

**Sarah Souza Alves, Marcio Rogerio Silva, Universidade Federal de São Carlos,
sarahalves@estudante.ufscar.br**

Marcio Rogerio Silva, Universidade Federal de São Carlos, marciosilva@ufscar.br

Roberta Barros Lavaglio, Universidade Federal de São Carlos, lovaglio@ufscar.br

Débora Cristina Rother, Universidade Federal de São Carlos, deborarother@ufscar.br

Aldenor Ferreira, Universidade Federal de São Carlos, aldenorferreira@ufscar.br

**Ernesto Abel Fernando Friedmann Pallarolas, Universidade Federal de São Carlos,
ernestopallarolas@ufscar.br**

Alberto Luciano Carmassi, Universidade Federal de São Carlos, carmassi@ufscar.br

**Murilo Araujo Piccoli, Universidade Federal de São Carlos,
muriopiccoli@estudante.ufscar.br**

**Renato Lima Silva, Universidade Federal de São Carlos,
renatolimasilva@estudante.ufscar.br**

**Valdir Rocha Marcolino e Carla Rocha Marcolino Alves, Gwyrai Kaagwi,
gwyrai.kaagwi@gmail.com**

**Thiago Spezzotto de Souza, Universidade Federal de São Carlos,
Thiago.souza@estudante.ufscar.br**

**Matheus José Marques Moreira de Góes, Universidade Federal de São Carlos,
matheus.goes@estudante.ufscar.br**



XIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL

Futuros reinventados: Construindo o amanhã com a linha da ancestralidade

12 a 14 de novembro de 2024

Salvador - BA, Brasil

**Luana Oliveira Galdino, Universidade Federal de São Carlos,
luanagaldino@estudante.ufscar.br**

**Beatriz Cruz Gonzalez, Universidade Federal de São Carlos,
beatriz_cgonzalez@ufscar.br**

RELATO DE EXPERIÊNCIA TÉCNICA

EIXO TEMÁTICO: TECNOLOGIA SOCIAL E INOVAÇÃO SOCIAL

RESUMO

A Aldeia Tekoa Nhanderu Porã, localizada no município de São Miguel Arcanjo, São Paulo, foi implantada como assentamento em 2022 e é composta por quatro etnias diferentes: tupi guarani, mbya guarani, guarani kaiowa e terena. Desde então foram instalados energia elétrica, bombeamento e tratamento de água, produção de alimentos para autoconsumo, grafismo e grafite e construção de uma oca. O objetivo deste relato é fazer o relato da experiência da implantação de um equipamento de cloração da água e um sistema de bombeamento utilizando uma bomba centrífuga, reconhecida por sua eficiência em situações similares. Este sistema conduz a água para um reservatório central próximo à aldeia. Membros da comunidade foram capacitados para realizar a cloração da água e monitorar sua qualidade, garantindo um abastecimento seguro e contínuo para todos os residentes, visando mitigar os casos de contaminação relatados pela comunidade.

PALAVRAS-CHAVE: Aldeia indígena. Vulnerabilidade Social. Tecnologias Sociais. Saneamento rural.

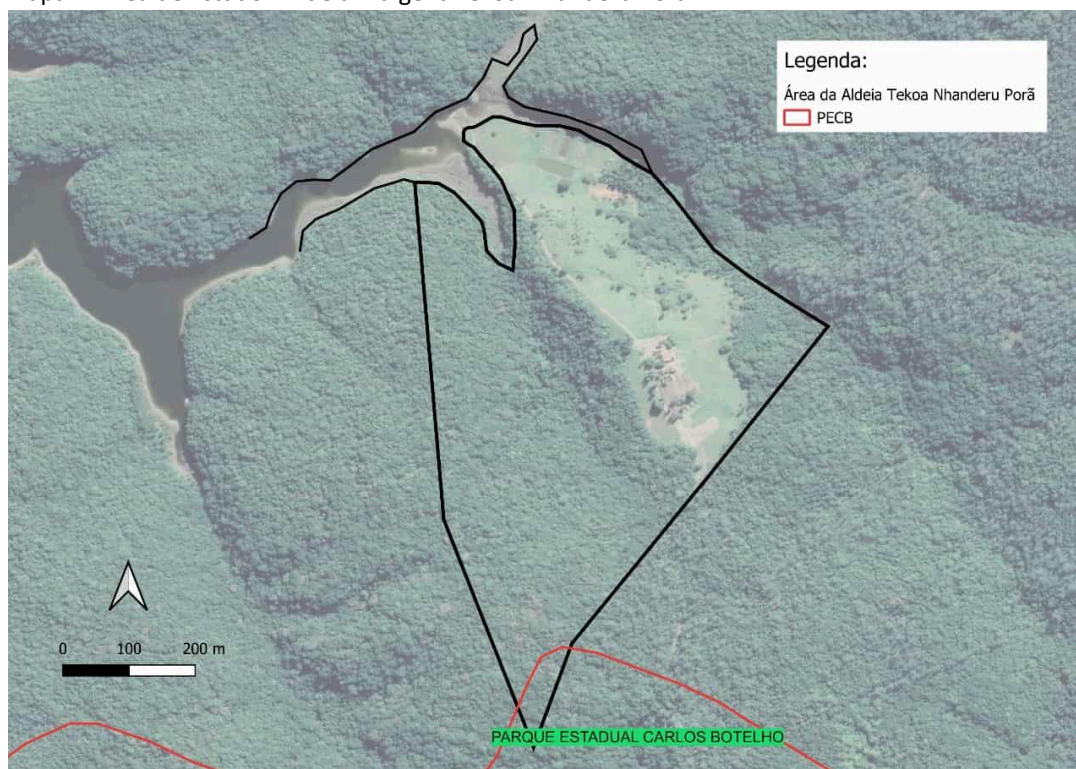


XIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL
Futuros reinventados: Construindo o amanhã com a linha da ancestralidade
12 a 14 de novembro de 2024
Salvador - BA, Brasil

CONTEXTO

A Aldeia Indígena Tekoa Nhanderu Porã encontra-se localizada no município de São Miguel Arcanjo, a 25 km do centro da cidade, na zona de amortecimento do Parque Estadual Carlos Botelho. A aldeia está situada na borda de uma área verde predominante o que reforça sua importância para preservação daquela área bem como da biodiversidade que a abriga.

Mapa 1: Área de Estudo - Aldeia Indígena Tekoa Nhanderu Porã



Fonte: Próprios autores, 2024.

Como dito, a implantação da aldeia Tekoa Nhanderu Porã ocorreu em 2022 como Assentamento ITESP, posteriormente em processo de reconhecimento em curso na FUNAI. É composta por sete famílias de quatro etnias distintas: Tupi-guarani, Mbya guarani, Guarani-Kaiowá e Terena. Localizada em área rural, próxima ao Parque Estadual Carlos Botelho, a aldeia enfrenta desafios diários na manutenção e fortalecimento de suas culturas. Sob a liderança do Cacique Valdir Rocha Awavutur, cujo último nome significa "Homem do Vento" na língua tupi-guarani, a aldeia



XIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL

Futuros reinventados: Construindo o amanhã com a linha da ancestralidade

12 a 14 de novembro de 2024

Salvador - BA, Brasil

encontrou moradia após uma série de conflitos fundiários que resultaram na anulação da doação de uma área inicialmente destinada em Ribeirão Branco, sendo então realocada para uma gleba sob administração do Instituto de Terras do Estado de São Paulo (ITESP), em São Miguel Arcanjo.

Considerando que a formação da aldeia é ainda muito recente, algumas pequenas conquistas já são celebradas por seus integrantes, tais como: produção de maracujá, tomate, pimentão, milho e mandioca prioritariamente para segurança alimentar e comercialização de excedentes; captação e distribuição de água potável para os residentes; rede de energia elétrica; início de estudo de concepção para implantação de trilha ecológica; implantação de um canil; atividades de grafite e grafismo na alvenaria existente e, por fim; a construção de uma grande oca, local onde serão realizados eventos culturais para fortalecimento da cultura indígena e implantação do turismo de base comunitária.

Apesar dos avanços alcançados, ainda existem muitos desafios a serem enfrentados. Dentre os quais, destaca-se a falta de saneamento da comunidade. O esgoto que está sendo gerado pelos seus integrantes e que futuramente terá seu volume acrescido pela população flutuante de visitantes, já consiste em preocupação pois está sendo lançado na natureza sem nenhum tratamento prévio por meio do uso de fossas sem revestimento algum. Além disso, os integrantes da aldeia e os turistas que visitarão o local devem ser abastecidos com água potável, que atualmente vem sendo captada de manancial superficial, clorada e distribuída sem monitoramento completo da sua qualidade.

A aldeia está localizada em uma região notável por suas abundantes nascentes e pela presença da represa gerada pela CGH Usina São José, tendo como principal afluente o Ribeirão Turvinho, a represa conta com uma área de 90,2ha . A comunidade está inserida ao sul da UGRHI 14, na bacia do Alto Paranapanema, que possui uma área de drenagem de 22.689 km². A bacia conta com uma vegetação remanescente de 4.677 km² de vegetação natural, ocupando aproximadamente 20% da área da UGRHI.



XIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL
Futuros reinventados: Construindo o amanhã com a linha da ancestralidade
12 a 14 de novembro de 2024
Salvador - BA, Brasil

As categorias de vegetação de maior ocorrência incluem Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila Densa e Floresta Ombrófila Mista.

Esse cenário geográfico sugere uma disponibilidade natural de água, o que poderia aparentar ser uma solução para as necessidades hídricas da comunidade. No entanto, a realidade enfrentada pela aldeia era bem diferente. A comunidade dependia de uma bomba centrífuga movida a gasolina, que era emprestada, para obter água. Essa dependência de um equipamento não próprio significava que o acesso à água não era garantido, criando uma situação de insegurança hídrica. A ausência de um sistema próprio e sustentável de captação e distribuição de água expunha a comunidade a frequentes interrupções no abastecimento.

Além disso, não havia qualquer medida de monitoramento e controle da qualidade da água disponível. Sem um sistema de avaliação e tratamento, os riscos de contaminação eram altos, colocando em perigo a saúde da população. Essa problemática ressaltava a necessidade urgente de intervenções que pudessem assegurar tanto a quantidade quanto a qualidade da água, proporcionando um abastecimento contínuo, seguro e sustentável para a aldeia.

É importante ressaltar que a contaminação da água pode ter consequências devastadoras para a saúde da comunidade, pois a ingestão de água contaminada pode levar a uma série de doenças, incluindo infecções gastrointestinais, hepatite A, cólera e outras doenças transmitidas por água (WHO, 2019). Crianças, idosos e indivíduos imunocomprometidos são particularmente suscetíveis a essas doenças, que podem resultar em desnutrição, debilidade crônica e, em casos extremos, morte (Prüss-Ustün *et al.*, 2014). A exposição contínua a patógenos e substâncias tóxicas na água pode também comprometer o desenvolvimento cognitivo e físico das crianças, perpetuando um ciclo de pobreza e marginalização na comunidade (Clasen *et al.*, 2007).

Além dos efeitos diretos sobre a saúde, a contaminação da água impacta negativamente o bem-estar socioeconômico da comunidade. Famílias que enfrentam doenças frequentes podem ter suas atividades econômicas interrompidas, diminuindo a produtividade e aumentando os custos com cuidados médicos (Hutton; Haller, 2004).



XIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL

Futuros reinventados: Construindo o amanhã com a linha da ancestralidade

12 a 14 de novembro de 2024

Salvador - BA, Brasil

A falta de acesso à água de qualidade pode também afetar a educação, já que crianças doentes perdem aulas, prejudicando seu desempenho escolar e suas perspectivas futuras (Hunter *et al.*, 2010). Portanto, garantir a qualidade da água é essencial não apenas para a saúde imediata da comunidade, mas também para seu desenvolvimento sustentável a longo prazo.

Nesse contexto, justifica-se a importância da concretização do presente estudo, que apresentou como objetivo desenvolver ações de engenharia visando proporcionar uma melhor qualidade de vida para os integrantes da Aldeia indígena Tekoa Nhanderú Porã.

DESCRIÇÃO DA EXPERIÊNCIA

O aspecto técnico. A única fonte de água disponível na comunidade é um manancial superficial, constituído por um braço de nascente situado a aproximadamente 350 metros do núcleo da aldeia. Este manancial, apesar de sua importância, apresenta desafios característicos de fontes superficiais, como a vulnerabilidade à contaminação por atividades humanas e animais (Katsanou; Karapanagioti, 2017), e a variabilidade na vazão durante as estações secas e chuvosas amplificada pelas mudanças climáticas (Delpla, 2009). Este manancial, embora o único utilizado para o abastecimento de água, não dispõe de proteções formais, contando apenas com a floresta ao redor e uma pequena barreira improvisada de sacos de areia – a qual eleva o nível da água, em uma tentativa de facilitar a sucção por motobomba.

Para melhorar o abastecimento de água na aldeia, foi instalado um sistema de bombeamento, utilizando uma bomba centrífuga de altura manométrica mínima de 80 m e máxima de 104m e vazão máxima de 5 m³/h, instalada juntamente com a infraestrutura elétrica que consiste em um cabeamento trifásico, com extensão de aproximadamente 350 metros. Esta bomba, adquirida com apoio da Fazenda Escola Lagoa do Sino (FELS-UFSCAR Campus Lagoa do Sino, com implantação efetuada a contento, capta a água do manancial e a conduz para um sistema de reservação central



XIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL
Futuros reinventados: Construindo o amanhã com a linha da ancestralidade
12 a 14 de novembro de 2024
Salvador - BA, Brasil

localizado próximo ao núcleo da aldeia. O sistema de reservação consiste em tanques sobrepostos que armazenam a água bombeada, sendo um para utilização na agricultura e outro para consumo humano, visando garantir um fornecimento contínuo mesmo durante períodos de baixa vazão. A bomba centrífuga foi escolhida por sua eficiência e capacidade de manejar volumes significativos de água, além de ser tradicionalmente utilizada em configurações deste tipo.

Visto que a água que abastece a comunidade indígena em questão é proveniente de um manancial superficial, exposto a diversos tipos de contaminação, julgou-se necessário fazer a sua desinfecção previamente à distribuição a fim de proteger a saúde da comunidade. Para tanto, foi instalado um equipamento manual de cloração desenvolvido pela EMBRAPA (Figura 1), o qual precede o reservatório central. Este visa garantir a potabilidade da água, mediante a inativação dos microrganismos patogênicos. Optou-se por tal tecnologia devido a simplicidade de obtenção, baixo custo, fácil instalação e o não requerimento de energia elétrica. Ademais, o equipamento em questão foi desenvolvido para clorar a água de reservatórios de residências rurais, auxiliando na descontaminação da água, reduzindo o risco de a população rural ser exposta a doenças.

Figura 1: Clorador manual horizontal, construído pelos membros do CEPAE, UFSCar-LS



Fonte: Próprios autores, 2023.



XIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL

Futuros reinventados: Construindo o amanhã com a linha da ancestralidade

12 a 14 de novembro de 2024

Salvador - BA, Brasil

Na ocasião em que tal equipamento foi instalado, através de uma das ações do CEPAE (Centro de Extensão e Pesquisa em Água e Efluentes), realizou-se também a capacitação de um dos integrantes da aldeia, que atualmente é o responsável por adicionar diariamente hipoclorito de cálcio no clorador que alimenta o sistema de abastecimento e também por monitorar a qualidade da água distribuída nas residências. Nessa capacitação, o passo a passo para desinfecção da água por meio do uso do equipamento instalado foi exposto.

Inicialmente, a aldeia utilizou um sistema de distribuição existente, desenvolvido por moradores anteriores, e uma bomba a gasolina emprestada. Com a parceria estabelecida entre a UFSCar e a reserva indígena, foi doada pelo campus uma bomba elétrica e criado um sistema de fiação para alimentá-la. Ademais, problemas de cavitação na seção de sucção do sistema elevatório foram rapidamente resolvidos, garantindo um funcionamento mais eficiente e duradouro do sistema de abastecimento.

Integração do conhecimento: a troca de saberes. A integração do conhecimento convencional com o saber indígena desempenha um papel fundamental na abordagem da vulnerabilidade hídrica em comunidades indígenas, como evidenciado na experiência da Aldeia Tekoa Nhanderu Porã. Esta integração valoriza e preserva práticas ancestrais de manejo sustentável dos recursos hídricos, assim como enriquece as estratégias contemporâneas de adaptação às mudanças ambientais. Ao combinar saberes científicos com conhecimentos locais, as comunidades indígenas não apenas fortalecem sua resiliência frente aos desafios hídricos, mas também contribuem para um entendimento holístico e sustentável do manejo de recursos naturais.

Segundo Berkes (2008) e Cavallo (2018), a integração de conhecimentos indígenas e científicos pode proporcionar soluções eficazes e culturalmente apropriadas para questões ambientais complexas. Nesse contexto, a colaboração entre diferentes formas de conhecimento pode levar a abordagens mais inclusivas e contextualmente relevantes para a gestão sustentável da água em contextos indígenas. Além disso,



XIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL

Futuros reinventados: Construindo o amanhã com a linha da ancestralidade

12 a 14 de novembro de 2024

Salvador - BA, Brasil

como argumentado por Davidson-Hunt e Berkes (2003), o conhecimento indígena pode oferecer *insights* profundos sobre a relação entre humanos e natureza, enriquecendo assim a compreensão de ecossistemas e promovendo práticas de manejo que são cultural e ecologicamente sustentáveis. Sendo assim, fica evidente a importância da troca de saberes para enfrentar desafios contemporâneos de manejo hídrico em comunidades indígenas, enfatizando a necessidade de respeitar e incorporar perspectivas locais na formulação de políticas e práticas de sustentabilidade ambiental.

Principais desafios enfrentados. O projeto de melhoria do abastecimento de água na Aldeia Tekoa Nhanderu Porã enfrentou diversos desafios significativos. Como dito, inicialmente, a dependência de um único manancial superficial expôs a água a potenciais contaminações devido à proximidade com atividades humanas e animais, ressaltando a vulnerabilidade desse recurso. Além disso, a variabilidade na vazão sazonal, exacerbada pelas mudanças climáticas, complicou a garantia de um suprimento contínuo de água para a comunidade. A infraestrutura existente, como o sistema de distribuição improvisado e a utilização de equipamentos emprestados, inicialmente não atendia adequadamente às necessidades locais, exigindo adaptações técnicas e operacionais para assegurar uma gestão sustentável e eficiente dos recursos hídricos.

A experiência na Aldeia Tekoa Nhanderu Porã proporcionou valiosas lições que podem orientar futuros projetos com comunidades indígenas. Primeiramente, a escolha de tecnologias simples e de baixo custo, como o clorador manual desenvolvido pela EMBRAPA, demonstrou ser eficaz não apenas na desinfecção da água, mas também na adaptação às condições locais e na minimização da dependência de recursos externos, sendo que a automatização da dosagem utilizando o mesmo dispositivo é uma estratégia a ser pensada para o longo prazo.

A capacitação dos membros da aldeia para operar e monitorar o sistema de abastecimento, além de integrar práticas tradicionais de manejo sustentável com conhecimentos científicos modernos, promoveu a autonomia e o empoderamento da comunidade em relação à gestão de seus recursos hídricos. Essa abordagem integrativa



XIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL

Futuros reinventados: Construindo o amanhã com a linha da ancestralidade

12 a 14 de novembro de 2024

Salvador - BA, Brasil

não apenas fortaleceu a resiliência da comunidade frente aos desafios hídricos, mas também destacou a importância de valorizar e incorporar conhecimentos locais na formulação de estratégias sustentáveis para o manejo ambiental.

Todavia, há desafios sócio técnicos substantivos na divisão do trabalho na aldeia para tarefas como essa e há um processo de curso de reiteração da importância da regularidade do tratamento da água, bem como vem sendo aventada a possibilidade de automatização com um dosador, para evitar os riscos de erros de dosagem ou de não realizar o processo. Na cultura indígena, é necessário reiteradas interações dialógicas de apropriação oral das práticas.

RESULTADOS

Dentre os inúmeros resultados obtidos decorrentes das ações desenvolvidas na aldeia destacam-se os seguintes: 1) Instalação de bomba para captação da água do manancial com sua posterior condução para um sistema de reservação central localizado próximo ao núcleo da aldeia; 2) Instalação de equipamento de cloração da água; 3) Capacitação dos integrantes da aldeia para cloração da água e monitoramento de sua qualidade.

Tratando-se agora da instalação do equipamento de cloração, vale ressaltar alguns desafios enfrentados na ocasião. Com relação à cloração da água foram observados dois problemas com o decorrer do tempo: armazenamento inadequado do produto desinfetante que ocasionou na perda de uma pequena parcela e baixa frequência de cloração da água (inferior à que havia sido orientada). O armazenamento indevido do produto foi justificado pela falta de local adequado para a sua alocação nos arredores do equipamento e também pelo desconhecimento de que o mesmo não poderia ser mantido em local aberto. Este inconveniente foi solucionado mediante diálogo e orientação com o responsável pela ação em questão, que passou a armazenar o produto em um local coberto, apesar de distante do clorador. Incorporamos, dessa



XIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL
Futuros reinventados: Construindo o amanhã com a linha da ancestralidade
12 a 14 de novembro de 2024
Salvador - BA, Brasil

forma, um conjunto mais amplo de orientações que não haviam sido inicialmente previstas.

A baixa frequência na cloração foi explicada da seguinte forma: após a instalação do clorador, os membros da aldeia receberam instruções para adicionar o cloro no reservatório central quando este atingisse o nível mínimo de água. Esse procedimento é essencial para garantir que o cloro tenha tempo suficiente para desinfetar a água. No entanto, devido à ausência de caixas d'água individuais nas residências para armazenar a água já clorada, bem como conflitos na divisão do trabalho e tarefas cujos papéis ainda estão sendo construídos e, por fim, a cultura indígena que demanda conversas dialógicas e reiteradas na oralidade, seguir essa recomendação tornou-se difícil, pois isso deixaria os moradores sem água em suas casas e traz uma complexidade de técnicas até então desconhecidas, que podem ser óbvias para os técnicos, mas menos óbvias para comunidades indígenas que foram destituídas de seu modo de vida originário e suas próprias técnicas de preservação e relação com a natureza. Para resolver esse problema, foi solicitada a aquisição de caixas d'água individuais para cada residência na aldeia. Essas caixas permitirão que a cloração seja realizada conforme as orientações do equipamento, garantindo assim a distribuição de água clorada de maneira eficaz e segura em todas as residências.

Pilares sociotécnicos. No contexto deste estudo, destacam-se quatro pontos fundamentais na gestão hídrica da Aldeia Tekoa Nhanderu Porã. Primeiramente, a instalação de uma bomba centrífuga foi essencial para a captação eficiente de água do manancial superficial, garantindo um fornecimento contínuo e sustentável para a comunidade. Em seguida, a implementação de um reservatório central dividido em duas seções - uma para água destinada ao consumo humano e outra para uso na produção agrícola - demonstra o compromisso com a segurança hídrica e a sustentabilidade alimentar da aldeia. Além disso, o monitoramento contínuo da qualidade da água assegura que os padrões de potabilidade sejam mantidos, mitigando riscos à saúde da comunidade.



XIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL
Futuros reinventados: Construindo o amanhã com a linha da ancestralidade
12 a 14 de novembro de 2024
Salvador - BA, Brasil

Além disso, a resistência demonstrada pelos membros da aldeia diante de adversidades, incluindo a luta histórica contra a opressão e a defesa de seus direitos territoriais e culturais, ressalta a importância de abordagens inclusivas e empoderadoras na gestão de recursos naturais, contribuindo para um entendimento mais profundo da interseção entre justiça ambiental e direitos indígenas.

Figura 2 : Pilares fundamentais na gestão hídrica da Aldeia Tekoa Nhanderu Porã



1. Instalação de bomba centrífuga

2. Reservatório central de distribuição (acima, em azul, água para consumo; abaixo, em amarelo, água para a produção)

3. Monitoramento da qualidade da água

4. Resistência diante da opressão



XIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL
Futuros reinventados: Construindo o amanhã com a linha da ancestralidade
12 a 14 de novembro de 2024
Salvador - BA, Brasil

Fonte: Autoria própria (2024)

Por uma engenharia tecnicamente sólida associada à justiça social. Evoca-se uma reflexão profunda sobre os desafios enfrentados pelas comunidades indígenas em relação ao acesso seguro e sustentável à água. A experiência vivida na Aldeia Tekoa Nhanderu Porã ilustra vividamente esses desafios, destacando a dependência de fontes hídricas vulneráveis, como mananciais superficiais sujeitos à contaminação por atividades humanas e mudanças climáticas. A implementação de soluções técnicas, como sistemas de bombeamento e cloração da água, não apenas visou melhorar o abastecimento, mas também revelou a necessidade urgente de integrar conhecimentos tradicionais indígenas com práticas científicas modernas e de baixo custo. Este estudo não apenas ressalta a importância de estratégias adaptativas para enfrentar a vulnerabilidade hídrica, mas também enfatiza a urgência de políticas inclusivas que respeitem e promovam os direitos das comunidades indígenas à gestão sustentável de seus recursos naturais.

A experiência também sublinha a importância de abordagens colaborativas e inclusivas na gestão hídrica. A troca de conhecimentos entre membros da comunidade, instituições acadêmicas e organizações de pesquisa demonstrou ser essencial tanto para enfrentar desafios técnicos, quanto para fortalecer a autonomia e resiliência das comunidades indígenas frente às pressões ambientais e socioeconômicas. Além de implementar tecnologias adaptadas ao contexto local, como sistemas de cloração e infraestrutura de bombeamento, a experiência enfatiza a necessidade contínua de apoio institucional e investimento em capacitação local. Assim, o estudo da vulnerabilidade hídrica em aldeias indígenas não se limita à mitigação de riscos ambientais, mas também promove uma reflexão sobre justiça ambiental e direitos humanos, apontando para a importância de garantir acesso equitativo e sustentável à água para todas as comunidades, independentemente de sua localização geográfica ou status socioeconômico.



XIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL

Futuros reinventados: Construindo o amanhã com a linha da ancestralidade

12 a 14 de novembro de 2024

Salvador - BA, Brasil

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de expressar nossos sinceros agradecimentos ao Centro de Extensão e Pesquisa em Água e Efluentes (CEPAE), Núcleo de Estudos em Sociologia Econômica e das Finanças da UFSCAR Campus Lagoa do Sino (NESEFI-LS e Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), Campus Lagoa do Sino pela contribuição ao desenvolvimento deste trabalho.

Também gostaríamos de externar nossos agradecimentos aos indígenas residentes na aldeia Tekoa Nhanderu Porã, pela colaboração e pelos ensinamentos.

REFERÊNCIAS

BERKES, F. **Sacred Ecology**. Routledge. 1ª edição. 2008

CAVALLO, A. G. Conhecimentos ecológicos indígenas e recursos naturais: a descolonização inacabada. **Estud. av.** 32 (94). Sep-Dec 2018. <https://doi.org/10.1590/s0103-40142018.3294.0024>

CLASEN T, SCHMIDT WP, RABIE T, ROBERTS I, CAIRNCROSS S. Interventions to improve water quality for preventing diarrhoea: systematic review and meta-analysis. **BMJ**. 2007 Apr 14;334(7597):782. doi: 10.1136/bmj.39118.489931.BE. Epub 2007 Mar 12. PMID: 17353208; PMCID: PMC1851994.

DAVIDSON-HUNT, I; BERKES, F. Anishinaabe Perception of Social-ecological Environments and Adaptive Learning. **Ecology & Society**. 2003. 8(1): 5. Disponível em: URL: <http://www.consecol.org/vol8/iss1/art5/>. Acesso em: 10 de Julho

DELPLA, I; JUNG, A.-V; BAURES, E; CLEMENT, M; & THOMAS, O. (2009). *Impacts of climate change on surface water quality in relation to drinking water production*. **Environment International**, 35(8), 1225–1233. doi:10.1016/j.envint.2009.07.001

HUNTER, PAUL, R; MACDONALD, ALAN, M. ; CARTER, RICHARD C.. 2010 Water supply and health. **PloS medicine**, 7 (11).9, pp.<https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000361>

Hutton, Guy, Haller, Laurence & World Health Organization. **Water, Sanitation and Health Team**. (2004). Evaluation of the costs and benefits of water and sanitation improvements at the global level / Guy Hutton and Laurence Haller. World Health Organization. <https://iris.who.int/handle/10665/68568>

KATSANO, K; KARAPANAGIOTI, H. K. (2017). **Surface Water and Groundwater Sources for Drinking Water**. *Applications of Advanced Oxidation Processes (AOPs) in Drinking Water Treatment*, 1–19. doi:10.1007/978-94-007-698-1_140



XIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL

Futuros reinventados: Construindo o amanhã com a linha da ancestralidade

12 a 14 de novembro de 2024

Salvador - BA, Brasil

PRÜSS-USTÜN A, BARTRAM J, CLASEN T, COLFORD JM JR, CUMMING O, CURTIS V, BONJOUR S, DANGOUR AD, DE FRANCE J, FEWTRELL L, FREEMAN MC, GORDON B, HUNTER PR, JOHNSTON RB, MATHERS C, MÄUSEZAHN D, MEDLICOTT, K; NEIRA, M; STOCKS, M; WOLF J, CAIRNCROSS S. Burden of disease from inadequate water, sanitation and hygiene in low- and middle-income settings: a retrospective analysis of data from 145 countries. **Trop Med Int Health**. 2014 Aug;19(8):894-905. doi: 10.1111/tmi.12329. Epub 2014 Apr 30. PMID: 24779548; PMCID: PMC4255749.

World Health Organization (WHO). (2019). **Drinking-water**. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>. Acesso em: 8 de Julho