



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PARÁ

CAMPUS CASTANHAL

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO RURAL
SUSTENTÁVEL E GESTÃO DE EMPREENDIMENTOS AGROALIMENTARES**

JOARI OLIVEIRA PROCÓPIO

**AVALIAÇÃO E SOCIALIZAÇÃO DE TECNOLOGIAS DE CAPTAÇÃO E
ELEVAÇÃO DE ÁGUA NAS REGIÕES DE INTEGRAÇÃO DO RIO CAPIM E DE
CARAJÁS**

Castanhal – Pará
Setembro - 2016

JOARI OLIVEIRA PROCÓPIO

**AVALIAÇÃO E SOCIALIZAÇÃO DE TECNOLOGIAS DE CAPTAÇÃO E
ELEVAÇÃO DE ÁGUA NAS REGIÕES DE INTEGRAÇÃO DO RIO CAPIM E DE
CARAJÁS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa de Pós-Graduação do Instituto Federal de Ciências e Tecnologia do Pará, Campus Castanhal, em cumprimento às exigências para obtenção do Título de Mestre em Desenvolvimento Rural Sustentável e Gestão de Empreendimentos Agroalimentares sob a orientação do Professor DSc. Luis Nery Rodrigues.

Linha de Pesquisa: Dinâmica e Manejo de Agroecossistemas

Castanhal – Pará
Setembro - 2016

P963a Procópio, Joari Oliveira

Avaliação e socialização de tecnologias de captação e elevação de água nas regiões de integração do rio Capim e de Carajás. / Joari Oliveira Procópio. — 2016.

65 f.

Impresso por computador (fotocópia).

Orientador: Prof. Dr. Luis Nery Rodrigues

Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Rural e Gestão de Empreendimentos Agroalimentares) — Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará – IFPA, 2016.

1. Desenvolvimento rural – Pará, Nordeste. 2. Água - Captação. I. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará. II. Título.

CDD: 307.1412098115

JOARI OLIVEIRA PROCÓPIO

**AVALIAÇÃO E SOCIALIZAÇÃO DE TECNOLOGIAS DE CAPTAÇÃO E
ELEVAÇÃO DE ÁGUA NAS REGIÕES DE INTEGRAÇÃO DO RIO CAPIM E DE
CARAJÁS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa de Pós-Graduação do Instituto Federal de Ciências e Tecnologia do Pará, Campus Castanhal, em cumprimento às exigências para obtenção do Título de Mestre em Desenvolvimento Rural Sustentável e Gestão de Empreendimentos Agroalimentares sob a orientação do Professor DSc. Luis Nery Rodrigues.

Linha de Pesquisa: Dinâmica e Manejo de Agroecossistemas

Data de defesa: 14/09/2016

Conceito: BOM

Orientador: Profº. Dr. Luis Nery Rodrigues
Professor Titular/IFPA – Campus Castanhal

Profº. Dr. Cícero Paulo Ferreira
Professor Titular/IFPA – Campus Castanhal

Profº. Dr. Rodrigo Otávio Rodrigues de Melo Souza
Professor /UFRA – Campus Belém

DEDICATÓRIA

Aos meus pais Maria de Nazaré Oliveira Procópio e João Elias Procópio, aos meus filhos, Igor, Gabriel, Isadora Gabriela e Jaíla Tais, pelo carinho e incentivo, para realização deste trabalho. Aos agricultores e agricultoras inventores e inventoras de sua realidade que encontrei na minha jornada no campo do sul e sudeste do Pará.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a DEUS pela oportunidade de vivenciar mais essa experiência nesse planeta.

Ao Dr. Luis Nery Rodrigues, pela orientação, amizade, incentivo e broncas necessárias em todas as etapas deste trabalho.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA) - Campus Rural de Marabá.

Aos Servidores do Campus Rural de Marabá pelo incentivo e confiança em especial aos amigos Dalcione Lima Marinho, Marcos Leite, Sandro Barbosa e Renan Silva.

A Conce Martins, pelo carinho e companheirismo e ajuda incondicional na parte final desse trabalho.

A Mariana Gomes de Oliveira, pela amizade, correções, abrigo, incentivo e conselhos.

A Marcela e Gleyciane por contribuírem na coleta de dados.

Aos agricultores Mané da Bica, Irmaõzinho, Caçula, Adson Correa, Bete, Regina, Jorge Nery e Wellington que com entusiasmo forneceram informações e contribuições valiosas na construção desse trabalho.

Ao servidor Renan Silva, aos motoristas João e Ronald pela amizade e por dividir as etapas mais árduas de trabalho na instalação e coleta de dados.

Aos professores, servidores e terceirizados do Curso de Mestrado Profissional do PPGDRSGEA do IFPA - Castanhal, pelos ensinamentos e orientações recebidas durante o curso.

À Comissão Examinadora por ter aceitado a indicação para participarem da Banca deste trabalho.

A Josiane Costa Almeida, amiga e colega de mestrado que elaborou texto da oficina de construção e socialização do laboratório de captação de água.

Aos companheiros de jornada espiritual da Luz de Maria por momentos de crescimento e evolução importante no equilíbrio e nos novos rumos dado a minha existência em especial a Eder e Mariza Moreira.

Aos colegas de mestrado pela convivência e amizade, em especial à Cibele (Brenda), Júlio Nascimento, Alanne Maciel, Brian, Monique Dasmaceno, David, Gisele Freitas, Josi, Michele, Ingrid Viegas, Edivaldo, Cleide, Adilson, Lucival, Luciano Medeiros, Jorgeane, Onice, Nancilene e Sandro Barbosa por dividirem alegrias e momentos difíceis dessa jornada.

Água que nasce na fonte serena do mundo
E que abre um profundo grotão
Água que faz inocente riacho e deságua na corrente do ribeirão
Águas escuras dos rios que levam a fertilidade ao sertão
Águas que banham aldeias e matam a sede da população
Águas que caem das pedras no véu das cascatas, ronco de trovão
E depois dormem tranquilas no leito dos lagos, no leito dos lagos

Água dos igarapés, onde Iara, a mãe d'água é misteriosa canção
Água que o sol evapora, pro céu vai embora, virar nuvem de algodão
Gotas de água da chuva, alegre arco-íris sobre a plantação
Gotas de água da chuva, tão tristes, são lágrimas na inundação
Águas que movem moinhos são as mesmas águas que encharcam o chão
E sempre voltam humildes pro fundo da terra, pro fundo da terra

Terra, planeta água, Terra, planeta água, Terra, planeta água

Água que nasce na fonte serena do mundo
E que abre um profundo grotão
Água que faz inocente riacho e deságua na corrente do ribeirão
Águas escuras dos rios que levam a fertilidade ao sertão
Águas que banham aldeias e matam a sede da população.
Águas que movem moinhos são as mesmas águas que encharcam o chão
E sempre voltam humildes pro fundo da terra, pro fundo da terra
Terra, planeta água, Terra, planeta água, Terra, planeta água.

Guilherme Arantes

RESUMO GERAL

O presente estudo destinou-se diagnosticar experiências exitosas de captação e elevação de água nas regiões de integração do Rio Capim e de Carajás bem como avaliar duas tecnologias alternativas com o mesmo fim submetidas a diferentes alturas de recalque. Foram utilizadas, nos diagnósticos, entrevistas com dois roteiros pré-estruturados distintos. O primeiro para identificar, entre as instituições de ensino, assistência técnica e movimentos sociais, as possíveis experiências e o segundo com os agricultores de cada experiências escolhida. Para tanto foram escolhidos o IFPA Campus Rural de Marabá, por possuir experiências próprias e por ter publicações que indicam outras experiências, a EMATER, Escritório Regional de Marabá por possuir grande abrangência territorial de trabalho e o MST por possuir experiência do Instituto Latino Americano de Agroecologia (IALA). Foram identificadas 5 experiências exitosas: carneiro hidráulico em Marabá do Sr. Manoel Marins; roda d'água em Rondon do Pará do Sr. Paulo Caires; captação por gravidade no IALA em Parauapebas; tambor em Ipixuna do Pará na propriedade de seu Adson Corrêa e o LACER no Campus Rural de Marabá; a roda d'água em Rondon do Pará foi a experiência mais exitosa onde constam mais de 1000 rodas instaladas das quais mais de 400 em pleno funcionamento. Quanto aos testes, foi estudada a vazão de saída do carneiro hidráulico artesanal, em unidade experimental em Castanhal e a roda d'água artesanal no Assentamento 26 de Março em Marabá em quatro alturas de recalque (1, 3, 5 e 7m) onde o carneiro hidráulico apresentou maior média de vazão.

Palavras-chave: Carneiro hidráulico artesanal, alternativas de obtenção de água, roda d'água artesanal.

ABSTRACT

This study was intended to diagnose successful experiences of raising and lifting water in integration areas of Capim and Carajás and evaluate two alternative technologies for the same purpose under different heights of repression. Were used in diagnostics, interviews with two different pre-structured scripts. The first to identify, among educational institutions, technical assistance and social movements, the experiences possible and the second with the farmers of each chosen experiences. Therefore, we selected the IFPA Campus Rural Maraba, for possessing own experiences and have publications that indicate other experiences, EMATER, Maraba Regional Office for possessing large territorial scope of work and the MST to possess experience of the Latin American Institute of Agroecology (IALA). They identified five successful experiences: ram in Maraba Mr. Manoel Marins; waterwheel in Rondon do Pará Mr. Paulo Caires; capture by gravity in IALA in Parauapebas; drum Ipixuna of Para on the property of his Adson Corrêa and LACER Campus Rural Maraba; the waterwheel in Rondon do Pará was the most successful experience which contains more than 1000 installed wheels of which more than 400 in full operation. As for the tests, we studied the output flow of handmade hydraulic ram in an experimental unit in Castlereagh and the wheel d'handmade water in the settlement March 26 in Maraba in four heights of repression (1, 3, 5 and 7 m) where the ram had higher average flow.

Keywords: craft hydraulic ram, alternatives for obtaining water, handmade waterwheel.

LISTA DE FIGURAS

	Pg.
Figura 1	Mapa de localização das experiências exitosas 22
Figura 2	Área de captação e carneiro hidráulico do Sr. Manoel Marins..... 24
Figura 3	Carneiros hidráulicos do Sr. Manoel Marins..... 25
Figura 4	Reservatório de água do Sr. Manoel Marins..... 26
Figura 5	Oficina de manutenção e construção de roda d'água, residência do Sr. Paulo Caires 28
Figura 6	Contenção para captação de água por gravidade IALA. 31
Figura 7	Esquema de funcionamento do tambor..... 33
Figura 8	Instrumentos instalados no CRMB..... 34
Figura 9	Roda d'água subaxial instalada no Lote 50 PA 26 de Março 45
Figura 10	Bomba artesanal 46
Figura 11	Carneiro hidráulico artesanal..... 47
Figura 12	Unidade demonstrativa de um carneiro hidráulico no IFPA Campus Castanhal..... 48
Figura 13	Roda d'água tipo sobreaxial..... 51
Figura 14	Roda d'água tipo subaxial..... 51
Figura 15	Ilustração do funcionamento do carneiro hidráulico..... 54
Figura 16	Vazão média ($L h^{-1}$) da roda d'água e do carneiro hidráulico 55
Figura 17	Vazão média ($L h^{-1}$) em função dos fatores estudados, Tecnologia e Altura de recalque..... 56

LISTA DE TABELAS

	Pg.
Tabela 1	Experiências locais exitosas de captação e elevação de água..... 23
Tabela 2	Resumo da estatística descritiva para vazão, em função da altura de recalque e das tecnologias estudadas..... 54

SUMÁRIO

RESUMO GERAL.....	08
ABSTRACT.....	09
INTRODUÇÃO GERAL.....	13
CAPÍTULO I – TECNOLOGIAS E EXPERIÊNCIAS DE ELEVAÇÃO E CAPTAÇÃO ALTERNATIVA DE ÁGUA – Estudos de Caso.....	17
RESUMO.....	17
ABSTRACT.....	18
1. INTRODUÇÃO.....	19
2. METODOLOGIA.....	21
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
3.1. Experiência 1 – Carneiro hidráulico industrial “Mané da Bica” PA Alegria.....	23
3.2. Experiência 2 – Roda d’água – Rondon do Pará.....	26
3.3. Experiência 3 – Captação por Gravidade IALA/Parauapebas.....	29
3.4. Experiência 4 – Tambor em Ipixuna do Pará	31
3.5. Experiência 5 – IFPA/CRMB Laboratório de Captação de Água.....	34
4. CONCLUSÃO.....	35
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	37
CAPÍTULO II – ESTUDO DE VAZÃO DE TECNOLOGIAS ALTERNATIVAS ELEVAÇÃO DE ÁGUA.....	41
RESUMO.....	41
ABSTRACT.....	42
1. INTRODUÇÃO.....	43
2. METODOLOGIA.....	44
2.1 Caracterização da roda d’água artesanal	44
2.2 Caracterização do carneiro hidráulico artesanal	46
2.3. Procedimento de campo.....	47
2.4. Análises estatísticas.....	48
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	48
3.1.Tecnologias, Desenvolvimento, Captação e Elevação de Água	48
3.2. Roda d’água	50
3.3. Carneiro hidráulico	52
4. CONCLUSÃO.....	57
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	58
CONSIDERAÇÕES GERAIS	61
PRODUTOS GERADOS.....	62
ANEXOS.....	63

INTRODUÇÃO GERAL

A introdução Geral trata da contextualização geral, da problemática e objetivo geral do trabalho. O presente trabalho está dividido em dois capítulos. O primeiro capítulo apresenta os instrumentos e tecnologias de elevação de água com seu histórico e pesquisas ligadas a esta temática e experiências regionais com esses instrumentos; o segundo capítulo descreve os resultados de estudos hidráulicos (vazão em diferentes alturas de recalque) de instrumentos alternativos instalados em lotes de reforma agrária, ligados a sistemas de produção, e unidade experimental.

O percurso desse trabalho começa pelo cenário Amazônico conhecido pela sua vasta diversidade, de ecossistemas, disponibilidade hídrica, e abrigo de uma infinidade de espécies vegetais e animais (ZEE, 2010). A discussão a respeito de problemas relacionados à disponibilidade, acesso e qualidade da água, parece ser evasiva, uma vez que tem ampla bacia hidrográfica e precipitações médias da Amazônia Oriental, segundo Souza et al. (2009) variam entre 2.000mm e 3.000 mm. Mas, em razão do mau uso dos recursos naturais, pelas atividades antrópicas tais como: mineração, extração de petróleo, construções de hidroelétricas, produção de grãos, pecuária extensiva, uso de agroquímicos e o extrativismo predatório de madeira infere diretamente na manutenção e proteção dos recursos hídricos (ZEE, 2010) o que nos remete a refletir sobre o que essas atividades influenciam na conservação, disponibilidade e acesso a água.

A problemática da água é assunto bastante abordado em todos os seguimentos da sociedade brasileira principalmente os ligados a meio ambiente e ao clima. O Brasil apesar de ser um dos mais ricos em água doce do mundo enfrenta crise de abastecimento em várias cidades do país mesmo na Região Norte, onde se despeja cerca de 80% das descargas de água dos rios brasileiros (REBOUÇAS, 2001).

Outro problema importante segundo Fearnside (2006) é o desmatamento que está ligado diretamente ao fornecimento de água na Amazônia considerando várias razões, muitas das quais dependem de decisões do governo, no tocante de políticas públicas e da fiscalização o que dificulta a execução de serviços ambientais nesse bioma.

Outro fator destacado pelo autor é a perda de serviços ambientais, dos quais se destacam a manutenção da biodiversidade, da ciclagem de água e dos estoques de carbono que evitam o agravamento do efeito estufa. Outro aspecto abordado pelo mesmo estudo é a retroalimentação entre as mudanças climáticas e a floresta, por meio de processos, tais como os incêndios florestais, a mortalidade de árvores por seca e calor e a liberação de estoques de

carbono no solo, representam ameaças para o clima, à floresta e a população brasileira (FEARNSIDE, 2006) o que gera crescimento de demanda por água doce.

O estudo realizado por Rebouças (2001) aponta que no Brasil há crescimento desordenado de demandas locais por água potável, energia elétrica e da degradação da qualidade da água, constatou também que há muito desperdício no que se refere ao uso de água no campo, principalmente na irrigação que usa métodos de irrigação como aspersão e superficial apontado como métodos ligados ao desenvolvimento ou a modernização da agricultura.

Tucci, Hespanhol & Cordeiro Neto (2000), no que se refere ao desenvolvimento rural, destacam que existe um conflito importante entre uso da água na agricultura e abastecimento humano em algumas regiões brasileiras, que passa pela eficiência dos sistemas de irrigação e do tratamento de efluentes agrícolas na contaminação da água. Fato esse que leva a explorar conceitos e alternativas possíveis a essa problemática.

Alternativa a estes problemas apresentados é a captação e elevação de água que Veloso & Mendes (2013) afirmam que na Amazônia, existem algumas alternativas como o aproveitamento da água da chuva ainda muito incipiente e a que literatura científica ainda é escassa, os autores identificam e apresentam experiências e ações isoladas, no Amazonas e no Pará, que utilizam a água da chuva no abastecimento para fins potáveis e não potáveis, através de apoio de projetos institucionais ou empresariais. Esse estudo apresenta ainda que o Pará e o Amazonas têm experiências avançadas em aproveitamentos de água pluvial e voltadas a comunidade rurais e ribeirinhas abrindo visão para outros estudos e estratégias para desenvolvimento e aprimoramento de técnicas e instrumentos que possam se adaptar a realidades de pessoas e comunidade que necessitam de melhor acesso a água.

Estratégias apontadas por várias pesquisas, entre elas a captação de água, muito usada em regiões com pouca incidência de chuvas, como é o caso do semiárido nordestino, onde é realizada a construção de cisternas para armazenamento e pisos com declive para captar águas pluviométricas, considerada uma forma eficiente de aproveitamento na região e ajuda na produção de alimentos e no desenvolvimento de tarefas domésticas simples e em saciar a sede animais e dos moradores (CIRILO, MOTENGRO & CAMPOS, 2010).

Outros estudos de aproveitamento de água para residências e na agricultura apontam que fomentar o consumo e aproveitar os recursos existentes, além de diminuir a carga cinética de escoamentos, pode unir benefícios econômicos e ecológicos aos recursos hídricos (SACADURA, 2011; OLIVEIRA, 2005; RUPP, MUNARIM & GHISI, 2011; BEZERRA et al., 2010).

As pesquisas e ações voltadas ao aproveitamento da água pluvial e recursos hídricos disponíveis para serem utilizados na agricultura, justificam-se em razão de aumento no gasto com tecnologias implementadas baseadas no uso de máquinas e componentes elétricos que demandam altos custos com energia elétrica ou combustível fóssil e do apelo ambiental pela diminuição da degradação, principalmente os que afetam os recursos hídricos (REICHERT & MUSA, 2012).

O raciocínio a respeito dos cuidados com os recursos hídricos deve ser levado em conta na execução das atividades agropecuárias, pois o aproveitamento de águas pluviais, elevação de água com equipamentos de baixo custo e fácil manuseio e manutenção para auxiliar essas atividades são pouco utilizados ou, em muitos casos, desconhecidos. Tais cuidados e aproveitamento comungam com princípios reportados por Caporal & Costabeber (2000) voltados a inclusão de um agricultura socioambiental capaz de unir conhecimentos básicos da agronomia e natureza e potencializar recursos e conhecimentos locais. Esse raciocínio pode fomentar e ajudar na reflexão para a elaboração e execução de política públicas comprometidas com os princípios aqui postos.

Existe a preocupação com relação à tecnologia de captação e elevação de água, que apesar de não apresentarem preço alto, que é a falta de financiamento voltada à aquisição de instrumentos de captação elevação da água. Esses investimentos podem significar boa oportunidade para melhorar a viabilidade do sistema produtivo nos assentados e comunidades tradicionais. O maior valor dessas tecnologias é destinado à compra ou construção dos reservatórios (AMORIM & PEREIRA, 2008). O financiamento pode popularizar essas tecnologias alternativas uma vez que muitas delas não são de conhecimento ou não são de domínio dos agricultores.

Um aspecto importante desse tema é o desconhecimento e a falta de socialização de experiências e inventos de instrumentos construídos ou adaptados com êxito pelos agricultores ou mesmo as já disponíveis no mercado para esse fim, como bombas a placa solar, bombas acopladas a cata-ventos entre outros, a falta de domínio da tecnologia também se configura como preocupante, pois dessa forma esses conhecimentos deixam de contribuir para a emancipação ou menor dependência do mercado e melhoria do sistema produtivo dos agricultores. A esse respeito, a pesquisa trazida por Mendes & Urbina (2014) discute a formação de comunidade de práticas como uma ferramenta na construção de conhecimento e socialização de experiências locais como forma de melhorar o fluxo de conhecimento e despertar a criatividade de atores locais.

Nesta perspectiva, as tecnologias alternativas de elevação e captação de água, não são utilizadas na maioria dos lotes da região sudeste paraense. O que existem são poucas experiências e que estão isoladas no que se refere ao domínio das tecnologias pelos agricultores o que instiga às seguintes perguntas: quais as tecnologias alternativas de captação elevação de água existem no sudeste paraense e que alternativas são eficientes em vazão em diferentes alturas de recalque em lotes de reforma agrária?

O objetivo geral consiste em realizar diagnósticos das tecnologias alternativas de elevação de água em lotes de reforma agrária do Sudeste Paraense. Já os específicos são: sistematizar experiência de captação e elevação de água no Sudeste Paraense; avaliar a vazão de diferentes instrumentos alternativos de elevação de água.

CAPÍTULO I (Artigo I)

TECNOLOGIAS E EXPERIÊNCIAS DE ELEVAÇÃO E CAPTAÇÃO

ALTERNATIVA DE ÁGUA – Estudos de Caso

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo mapear e identificar tecnologias e experiências exitosas no meio rural, mais especificamente em duas regiões de integração do Estado do Pará, a do Rio Capim e de Carajás. A sistematização de experiências locais constitui-se em ferramenta propícia, adequada e importante na medida em que se valorizam os saberes locais, o conhecimento empírico e o saber tácito, enfim a vivência das comunidades do campo. A pesquisa foi desenvolvida em Projetos de Assentamento onde vivem e convivem grande número de famílias, comunidades indígenas e tradicionais (ribeirinhas e quilombolas) que fazem uso de formas alternativas de captação e elevação de água, o que denota um apelo ecológico, na ótica em que há preservação dos recursos naturais, especificamente os recursos hídricos. Foram identificadas 5 experiências exitosas de captação e ou elevação de água sem uso de energia elétrica por comunidades rurais, localizadas no sudeste e nordeste do Pará. Entre as experiências, citam-se uso do carneiro hidráulico, uso da roda d'água, captação por gravidade e o uso do 'tambor' em estado de experiência. Com a pesquisa, realizada através de entrevistas e visitas 'in loco', concluiu-se que: Tecnologias de captação e elevação de água como carneiro hidráulico e roda d'água são as únicas alternativas para algumas comunidades/assentamentos dessas regiões de integração do Pará; Essas regiões tem elevado potencial para uso de tecnologias alternativas para captação e elevação de água; Existem muitos inventos e inventores de tecnologias que usam o conhecimento tácito e empírico para suas invenções, a exemplo da máquina denominada 'tambor'; A experiência mais exitosa foi verificada em Rondon do Pará onde já foram instaladas mais de mil rodas d'água e, - A tecnologia do 'tambor' ainda requer aprimoramento e explicações para o seu princípio de funcionamento.

Palavras-chave: Regiões de integração do Pará; assentamento, recursos naturais, conhecimento empírico.

ABSTRACT

This study aimed to map and identify technologies and successful experiences in rural areas, specifically in two regions of the State of Pará integration, the Capim and Carajás. The systematization of local experiences constitutes a propitious, appropriate and important tool to the extent that value the local knowledge, empirical knowledge and tacit knowledge, finally the experience of the countryside communities. The research was developed in Settlement Projects where they live and live many families, indigenous and traditional communities (riverine and Maroons) that make use of alternative forms of funding and rising water, which denotes an ecological appeal, in the view that there preservation of natural resources, particularly water resources. They identified five successful experiences of capture and or lift water without the use of electricity for rural communities, located in the southeast and northeast of Pará. Among the experiences, cite use of the hydraulic ram, using waterwheel, capitation gravity and the use of the ‘drum’ in a state of experience. With the survey, conducted through interviews and visits ‘in loco’, it was concluded that: capture technologies and lifting water as hydraulic ram and waterwheel are the only alternatives for some communities / settlements that Pará integration regions ; These regions have high potential for use of alternative technologies to capture and lift water; There are many inventions and inventors of technologies that use the tacit and experiential knowledge for their inventions, such as the machine named ‘drum’; The most successful experience was found in Rondon do Pará which have been installed over a thousand waterwheels, and – The technology of the ‘drum’ still requires improvement and explanations for its operating principle.

Keywords: Pará integration regions; settlement, natural resources, empirical knowledge.

1. INTRODUÇÃO

A presente pesquisa ocorreu na região classificada pelo Zoneamento Econômico e Ecológico Calha Norte (ZEE, 2010) em duas regiões de integração, Região de Integração de Carajás municípios de Marabá e Parauapebas e Região de Integração do Rio Capim especificamente no municípios de Rondon do Pará e Ipixuna do Pará.

A região de integração de Carajás tem como principais atividades a mineração, a pecuária bovina e a agricultura familiar destacando-se em razão do grande número de assentamento entre as regiões do estado. Já a região do Rio Capim tem como principais atividades a agropecuária (agricultura familiar e a pecuária de corte Extensiva), a atividade madeireira e mais recentemente o agronegócio (agricultura de grãos como a soja) e a mineração do caulim. (ZEE, 2010).

A duas regiões, como demonstrado, tem grande influencia e participação de agricultores familiares, os assentados enfrentam várias problemáticas decorrente da politica de reforma agrária que não supre as necessidades básicas dos assentamentos e a emancipação dos mesmo que estão sob um padrão subordinação do território pelos interesses do capital (OLIVEIRA, 2004).

A estrutura desses assentamentos bem como a sua organização espacial tem sido um problema para os assentamentos é apontado pelo Ipam (2016) como as estruturas básicas como moradia, energia elétrica e o acesso a fonte de água.

A água certamente além de está ligada às necessidades vitais dos seres humanos está intimamente ligada ao sistema produtivo dos assentados e importante para seu desenvolvimento e ampliação o que nos coloca em um difícil quadro onde os agricultores sem acesso ou com dificuldade de acesso a líquido precioso ficam limitados principalmente onde não se tem acesso a energia elétrica ou facilidade de acesso a combustíveis fósseis. Os parâmetros aqui levantados mostram que podemos enquanto pesquisadores/educadores /agricultores traçar outro rumo no que se refere ao acesso a água nessas regiões. Um desses rumos pode nos levar a alternativas de captação e elevação de água.

Veloso et al. (2012) definem aproveitamento de água em meio natural, como aproveitamento da precipitação pluvial proveniente de telhados ou pisos construídos para esse fim e a elevação alternativa de água consiste no uso de instrumentos de baixo custo de aquisição e fácil manuseio, para bombeá-la usando princípios físicos conhecidos sem uso de combustíveis fósseis ou energia elétrica.

As tecnologias adotadas no campo destinadas a captação de água, no meio rural, tem como referência instrumentos que utilizam energia elétrica. Esse tipo de energia, apesar de atualmente está disponível em quase a totalidade de estabelecimentos agrários, e nesse aspecto goza de realidade favorável, apesar de que o assunto, geração, distribuição, custo financeiro e ambiental de implantação de empreendimentos energéticos na região amazônica, são polêmicos e têm repercussão garantida, quando se refere a CTI (Ciência Tecnologia e Inovação), seja nos impactos ambientais ou desenvolvimento da região (CGEE, 2013).

Daker (1987) discute o aproveitamento da água no meio rural, seja por captação ou elevação, necessário para os afazeres domésticos, sistemas de irrigação, alimentação no subsistema de criação e armazenamento de água. Na sua obra ainda apresenta vários tipos de captação elevação de água. O autor faz, de forma técnica, a apresentação de vários tipos de captação e elevação com uso de máquinas com várias formas de funcionamento seja com uso de combustíveis fósseis, energia elétrica, materiais alternativos com uso de princípios físicos todas de eixo horizontal que utilizam fontes de energia natural com mínimos impactos ao meio ambiente, como é o caso de carneiro hidráulico, roda d'água, uso da gravidade entre outros inventos decorrentes da criatividade de inventores e de agricultores.

As tecnologias descritas a seguir são apenas algumas das possíveis formas de elevação de água, apesar de algumas serem inventadas ou desenvolvidas a muito tempo, e por isso podem consideradas ultrapassadas, possui grande potencial de serem reinventadas e utilizadas em lotes de reforma agrária aliando economia, pois as atuais tecnologias demandam de altos custos de aquisição e manutenção além de não ser do domínio da maioria dos agricultores seu funcionamento, ao desenvolvimento de seu sistema produtivo (SANTOS, 2011).

Os instrumentos aqui descritos são denominados alternativos por serem construídos com materiais de fácil aquisição, baixo custo de instalação e manutenção além de relativo domínio da tecnologia por parte dos agricultores comparados aos sistemas de bombeamento para irrigação e para o fornecimento de água, dependentes de energia elétrica ou de derivados de petróleo.

2. METODOLOGIA

A pesquisa foi desenvolvida em vários municípios, a saber: Rondon do Pará, Parauapebas, Marabá, Ipixuna do Pará onde foram identificadas experiências, de captação e elevação de água (**Figura 1**).

A identificação das experiências se deu com entrevistas realizadas com roteiro pré-elaborado (Anexo 1), com instituições públicas de ensino, como o Instituto Federal do Pará campus Rural de Marabá, onde existe o Projeto Sarirúia que fomentou o registro de experiência regionais identificadas pela vida profissional dos docentes e principalmente na comunidade estudantil e a implantação do laboratório de captação e elevação de água, assistência técnica da EMATER-PA, aqui escolhida por possuir regional com boa abrangência e o Instituto Latino Americano de Agroecologia (IALA) que possui experiência própria com captação de água em seu espaço físico no município de Parauapebas.

Depois de identificadas as experiências foram selecionadas algumas para registro e discussão, tendo como critério para a escolha, domínio do agricultor e ou inventos de instrumentos ou forma de captação, tempo de uso dos mesmos, relação do uso do instrumento com a preservação de ecossistema, abrangência social e possibilidade de conhecimento e socialização da experiência.

Foi realizada busca de literatura com registro de experiências de captação ou elevação de água, artigos ou registros institucionais que comprovassem ou indicassem locais dessas experiências.

O uso de registros fotográficos e de vídeos, bem como de anotações em campo ajudaram na elaboração dos resultados.

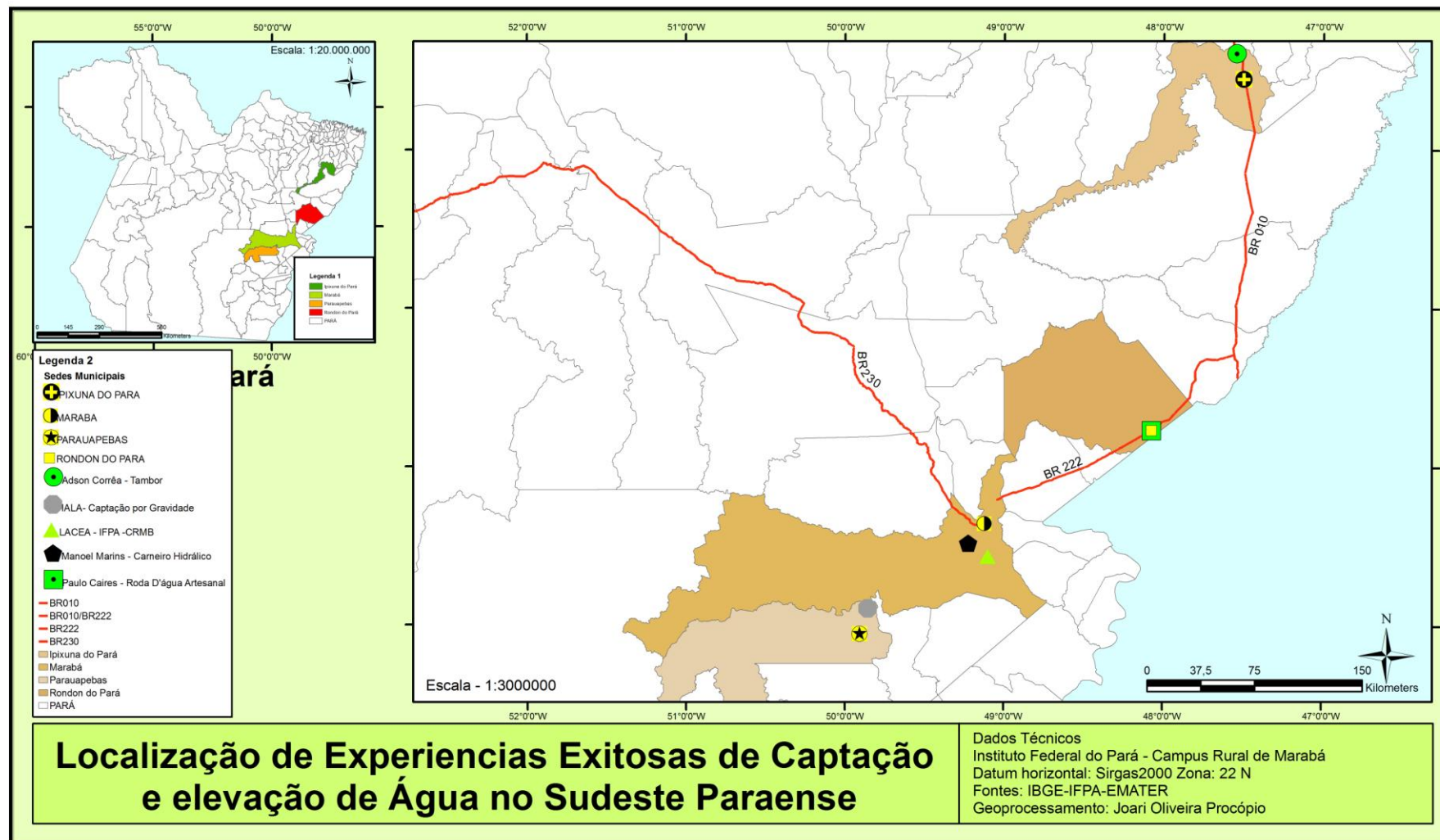


Figura 1 – Mapa de localização das experiências exitosas. Fonte: IFPA

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Seguem descritas 5 experiências exitosas de captação e ou elevação de água sem uso de energia elétrica por comunidades rurais, localizadas no sudeste e nordeste do Pará. Tais experiências são na maioria de iniciativa das comunidades, porém contam com assistência de algumas entidades (**Tabela 1**).

Tabela 1 – Experiências locais exitosas de captação e elevação de água

Instituição	Local ou Município	Instrumento(s) de elevação ou captação de água
Emater	Marabá	Carneiro hidráulico
IFPA	Marabá	Roda d'água e carneiro hidráulico
IALA	Parauapebas	Captação por gravidade
Pessoa Chave	Rondon do Pará	Roda d'água
Pessoa Chave	Ipixuna do Pará	Tambor

3.1. Experiência 1 – Carneiro hidráulico industrial “Mané da Bica” PA Alegria

A descrição dessa experiência foi definida em duas visitas a EMATER/PA, órgão de assistência técnica da região com técnicos do escritório regional, que a priori indicaram algumas experiências que não satisfaziam os critérios definidos na metodologia. Na segunda visita foi feita sucinta descrição de experiência, de conhecimento do autor, que estimulou sua descrição por compreender todos os critérios definidos a priori. A experiência em questão é a vivida pelo senhor Manoel Marins Carvalho, conhecido como Mané da Bica, assentado de reforma agrária do PA¹ Alegria, às margens do Rio Itacaiúnas, no município de Marabá, estado do Pará.

A experiência do assentado teve início no ano 2002, incentivada por duas pessoas; seu irmão Bernabé que identificou possibilidade de elevar água de uma nascente de encosta próxima da casa e do exemplo de outro assentado Sr. Lázaro, do PA Lajedo, assentamento onde o irmão era assentado. O que chama atenção aqui é a falta de intervenção da assistência técnica no sentido de fomentar o uso de instrumentos alternativos para sanar dificuldades.

O bom humor e uso de frases fortes colocadas pelo agricultor também chama a atenção, ao se referir a dificuldade de acesso a água, mesmo morando a poucos metros do leito do rio, o “barranco”, ou seja, o declive acentuado até a água do Itacaiúnas, diz “a dificuldade é o pai e a mãe de todos as invenções”, dando conotação interessante ao problema apresentado. Após verificar o instrumento funcionando resolveu instalar no seu lote, a princípio encontrou dificuldades na instalação, a falta de conhecimento técnico do

¹ Sigla para Projeto de Assentamento.

funcionamento do instrumento e de um manual de instruções, e principalmente de acompanhamento de um técnico extensionista com experiências com o mesmo.

O desenrolar inicial se deu logo que chegou ao lote, no ano de 2003, e foi realizado em duas etapas, a instalação que já fornecia água, em pouca quantidade, em razão do pouco desnível entre o local de captação de água e o local de instalação do carneiro hidráulico e o momento em que o agricultor recebeu instruções do Sr. João Mineiro (*in memoria*) agricultor vizinho do entrevistado, que possuía vasta experiência com o carneiro hidráulico, ele sugeriu o aumento da declividade para aumentar a vazão, assim procedendo o carneiro passou a suprir as necessidades do lote.

A vazão média do carneiro hoje é de 250 L/h, ou seja, 6.000 L/dia que supre a necessidade da família. O carneiro hidráulico instalado no lote está localizado a cerca de 50m de distância do reservatório de água (caixa d'água de 500 L) e cerca de 30m de altura de recalque até a caixa. O sistema é composto de área de captação construída de tijolos coberta por uma pequena tela de sombrite, como mostra a **Figura 2**, para evitar a entrada de dejetos ou sujeiras no sistema. A água é conduzida por tubo de irrigação de 75 mm, o desnível até o carneiro corresponde a cerca de 3 m.



Figura 2 – Área de captação e carneiro hidráulico do Sr. Manoel Marins. Fotos Gleyciane Cruz Brandão

O agricultor hoje possui instalado em sua nascente, 04 carneiros hidráulicos comerciais (sendo um desativado). Além do seu lote, são abastecidos com água dessa fonte

mais dois vizinhos, Sr. Valdemar Costa (Azinho) e o Sr. José Lourenço, localizados a 500 m e 700 m de distância, respectivamente do local de instalação dos carneiros hidráulicos, um para cada casa, os quais podem ser visualizados na **Figura 3**.



Figura 3 – Carneiros hidráulicos do Sr. Manoel Marins. Fotos Gleyciane Cruz Brandão

Segundo o agricultor, com relação ao uso do carneiro e meio ambiente, o fato de ter o carneiro hidráulico não deu estímulo a preservação, pois o mesmo já tinha essa convicção, apenas reforçou suas convicções de preservação e de bem-estar.

O carneiro hidráulico está presente não apenas no fornecimento de água para os afazeres domésticos, mas, se integra ao sistema produtivo do lote, já foi utilizado em sistema de irrigação de acerolas, na produção de mudas de cupuaçu e coco, que são pontos centrais do seu sistema.

Quanto as vantagens de se ter um carneiro hidráulico dentro do sistema apontam-se baixo custo de instalação e manutenção, não necessita de combustível fóssil ou energia elétrica, fornecimento contínuo de água e pouco impacto ambiental.

Quanto as futuras utilizações do carneiro hidráulico ele nos mostra a construção de uma estrutura para colocar uma caixa d'água de 5.000 L (**Figura 4**) que servirá para resolver problemas dos afazeres domésticos e do sistema produtivo.



Figura 4 – Reservatório de água do Sr. Manoel Marins. Fotos: acervo próprio.

3.2. Experiência 2 – Roda d'água – Rondon do Pará

A experiência a ser descrita com a roda d'água foi registrada no Município de Rondon do Pará, com o sr. Paulo Roberto Caires, e segundo ele tem início na década de 1980. A motivação surgiu a partir da dificuldade de uma tia do agricultor em captar água por causa da localização da casa construída muito acima do nível da fonte (um igarapé). O pai do Sr. Paulo resolveu experimentar a construção de uma roda d'água com madeira e a bomba acoplada com restos de PVC. Obteve sucesso e os vizinhos logo solicitaram a ele a instalação do instrumento em suas propriedades. Essa demanda alcançou aproximadamente 20 unidades mensais entre as décadas de 1980 e 1990.

A partir daí deram outro passo importante que foi a construção de roda d'água de madeira e o desenvolvimento de uma bomba d'água de baixo custo construída com conexões hidráulicas e adaptações de peças de veículo.

A confecção das rodas era realizada com ferramentas, classificadas por ele, como inadequadas. O aperfeiçoamento das técnicas, das peças e das ferramentas se deu com o tempo e pela habilidade do inventor/agricultor que os levou a aperfeiçoarem suas técnicas de construção e uso de ferramentas.

A necessidade de experimentar outras formas de utilização da roda d'água sem a necessidade de fazer barramento do curso d'água nas propriedades levou o entrevistado a observar os procedimentos realizados para a instalação de roda d'água metálica convencional,

o que requer alto custo de aquisição, instalação e manutenção. Para resolver esse problemas desenvolveu um pequeno barramento em forma de “Y” aliada a uma canaleta ligada ao barramento feita dos mesmo material do barramento.

Outro aspecto melhorado foi o uso de borracha no cilindro da bomba que inicialmente utilizavam borrachas feitas de “chinelos” (sandálias), imprimiam pouca pressão e tinham pouca resistência. Hoje a borracha utilizada é um componente do cilindro do freio a ar de caminhão. Melhorou o desempenho da sucção da bomba d’água inventada por ele, como também do seu alcance. A mesma consegue jogar o líquido precioso a uma altura de 30 m de desnível do terreno. Outro fator importante é que o “pistão” que promove pressão à sua bomba era feito da mesma madeira que se constrói a roda d’água, hoje este instrumento é feito com material metálico.

Com o falecimento do pai na década de 1990, o Sr. Paulo deu continuidade a atividade e hoje é conhecido na região por construir rodas de madeira de grande durabilidade e pouca manutenção. Os filhos também desenvolvem o trabalho no que se refere a construção e manutenção das bombas e rodas.

O trabalho do Sr. Paulo tem como diferencial além do material alternativo de construção da roda d’água, já descrito, a construção de uma “canaleta” e barreira de contenção, construídas com madeira com a finalidade de imprimir maior velocidade de escoamento, que causam pouco ou nenhum impacto ambiental se comparado ao barramento do curso d’água que é utilizada pelas rodas comuns.

A força da água que passa por essa “canaleta” movimenta a roda pela parte de baixo através das paletas que têm larguras entre 20 a 30 cm, as quais são calculadas de acordo com o tamanho da circunferência da roda que varia de 1,4 a 2,2 m. A roda é movimentada pelo fluxo natural da água (sub-axial), diferente da roda de metal comercial, de baixa durabilidade e que recebe a água por cima (sobre-axial) geralmente por um tubo de conexão hidráulica vindo de um barramento.

Sr. Paulo revela que com a chegada da energia elétrica na maioria dos assentamentos e propriedades da região, a procura pela roda diminuiu, mas é importante salientar que a energia elétrica ainda não é realidade em várias localidades e em muitos lotes rurais e que a roda é essencial para sanar as dificuldades com o fornecimento de água em muitas localidades.

O inventor informa que já “assentou”/instalou aproximadamente 1.000 (mil) unidades de rodas, em várias propriedades de pequenos, médios e grandes proprietários na

região sudeste do Estado. Mas com a chegada da energia “vamos encontrar apenas cerca de 400 (quatrocentas) funcionando em bom estado”.

A madeira, matéria prima utilizada na confecção das rodas sempre foi o piquiá (*Caryoca villosum*), árvore da família das Caryocaraceae, comum no Bioma Amazônico. É utilizada na Amazônia para a construção de embarcações, que segundo o entrevistado tem maior durabilidade que outras espécies quando colocadas em contato constante com a água (FLORA BRASILEIRA, 2016).

Quanto aos cálculos de potência da bomba, vazão, diâmetro das rodas d'água, o entrevistado nos fala que são feitos apenas a partir da experiência acumulada no decorrer de 30 anos, tudo de forma experimental.

A respeito da continuidade da atividade, o Sr. Paulo nos revela que os seus dois filhos já acumulam experiência na atividade. Os filhos já tem a mesma competência do pai, tanto na construção quanto na instalação e manutenção da roda e bomba e seguem buscando aperfeiçoar o conhecimento em relação à construção das rodas.

O que faz da roda d'água do Sr. Paulo diferente das demais rodas é o tipo de instalação, já descrita com o uso da “canaleta” e o tipo de uso da força da água, feita por paletas e é claro o uso de um braço que corre em um eixo no meio da roda para aumentar a força de sucção e aumento da pressão na bomba, como visto na **Figura 5**.



Figura 5 – Oficina de manutenção e construção de roda d'água, residência do Sr. Paulo Caires. Fotos: acervo CRMB

O acesso à água é um direito constitucional, essencial para os sistemas de cultivo e criação. O que coloca em discussão o direcionamento da pesquisa institucional com foco em tecnologias eficientes, com baixo custo e de menor impacto ambiental.

3.3. Experiência 3 – Captação por Gravidade IALA/Parauapebas

A experiência foi realizada por agricultores do Projeto de Assentamento Palmares em Parauapebas, na segunda metade da década de 1990, em um espaço coletivo denominado ‘Filhos da Terra’, onde alguns agricultores optaram por viver experiências coletivas agroecológicas. Quando começaram a desenvolver algumas atividades de criação, plantio, extrativismos, houve necessidade de água para o desenvolvimento das atividades, para o consumo e afazeres domésticos do coletivo.

A experiência foi descrita pelos agricultores Bete e Jorge Neri que participaram do coletivo Filhos da Terra, como já dito vivido na década de 1990 e por Regina e Wellington Marçal, vivendo atualmente, no mesmo local a mesma experiência, agora como Instituto Latino Americano de Agroecologia (IALA).

Segundo Jorge Neri e Bete, a fonte de água do coletivo Filhos da Terra, no início era o rio Parauapebas, ficava distante da sede do coletivo e penoso o acesso à água, além de precisar fazer algum tipo de tratamento para o consumo humano. A primeira ideia de adquirir água mais próximo com qualidade foi a construção de um poço, do tipo amazonas. Em regime de mutirão cavaram o poço até a profundidade de 14m, encontraram uma espessa laje de rocha, impedimento que segundo os agricultores está em quase toda extensão do lote onde está inserido o espaço coletivo, o que fez o coletivo desistir de cavar o poço e procurar outra fonte de água potável.

No município de Parauapebas em que se encontra o espaço supracitado e no assentamento em questão existem muitas nascentes de encostas, ou seja, nascentes que se localizam em local elevado do relevo, formando vários cursos d’água com potencial de canalização de parte dessa água para fins domésticos, agrícolas e agropecuários. Dito isto o coletivo resolveu adquirir captar a água por gravidade na serra nas proximidades do mesmo, procuraram e localizaram nascentes em um lote vizinho e em acordo com o mesmo colocaram encanamentos e mangueiras sem uso de técnicas elaboradas ou cálculos modernos apenas o uso de materiais disponíveis.

Após conseguirem que a água chegasse ao coletivo, tinham dificuldades na utilização da água em decorrência do aumento da demanda por ela, havendo necessidade de se ter um reservatório, fator interessante, um recorrente problema da captação de água, principalmente

em áreas do semiárido brasileiro o que leva a construções alternativas de armazenamento de água como cisternas, barragens subterrâneas e captação realizadas através dos telhados das casas. O custo de reservatórios sempre dificulta o acesso a tecnologias alternativas, mesmo que sejam mais baratas e causam menos impactos ambientais, comparadas às construções de barragens, sistemas de bombas elétricas ou dependentes de combustíveis fósseis. O coletivo conseguiu através da articulação com entidades públicas locais a aquisição de uma caixa d'água com capacidade de 10.000 L que tornou, segundo eles, o coletivo auto-suficiente no que se refere ao fornecimento de água às atividades desenvolvidas no coletivo.

A experiência discutida nesse tópico segue semelhanças com as comunidades práticas discutidas por Mendes & Urbina (2015), pois primordialmente esse coletivo experimentaram técnicas e conceitos na prática. Existe também uma semelhança com a metodologia campesino a campesino descrita por Siqueira et al. (2014) que trata, entre outros princípios a construção da autonomia tecnológica na produção de alimentos através da valorização e socialização de experiências exitosas com uma sutil diferença das atividades desenvolvidas depois do fim das atividades do coletivo e início de uma nova etapa no espaço.

As atividades do coletivo se encerraram na segunda metade da década de 2000, quando o coletivo através de articulações com movimentos sociais campensinos conseguiram trazer para o coletivo o IALA que passou a desenvolver suas atividades no local em articulação com entidades de ensino superior com formações de pós-graduação em agroecologia para profissionais ligados aos movimentos sociais rurais de todo o Brasil.

Regina, egressa do curso de agronomia da UFPA/Marabá e Wellington Marçal educando do curso de técnico agropecuário do IFPA Marabá Rural, residem no IALA e coordenam as atividades de rotina do espaço, fazem a descrição da situação atual desse sistema, manutenção e uso da água pelo espaço.

A **Figura 6** mostra como é captada água com a utilização de uma micro barragem que capta parte da água que é conduzida através de canos, mangueiras e conexões. A distância entre a captação (fonte de água), segundo Wellington, é de 1.200m, sendo um sistema de fácil manejo realizado sempre que diminui a vazão ou por falta do fornecimento de água.



Figura 6 – Contenção para captação de água por gravidade IALA. Fonte: Acervo próprio

A água é armazenada em caixas d'água de 10.000 L e 5.000 L, respectivamente, distribuídas em encanamentos para as estruturas existentes no IALA, tanto para afazeres domésticos como para sistema produtivo do instituto.

3.4. Experiência 4 – Tambor em Ipixuna do Pará

A experiência aqui descrita refere-se ao uso de um instrumento denominado tambor. O contato com o uso deste instrumento foi pela experiência de Adson Nunes Correa, egresso do curso de Técnico Agropecuário, vinculado ao IFPA Campus Rural de Marabá. O autor não encontrou na literatura registro da descrição de funcionamento desse instrumento, o que torna interessante não só seu registro como o aprofundamento de estudo a respeito do mesmo.

O local da experiência é em Ipixuna do Pará município do Nordeste Paraense, nas proximidades da Vila Novo Horizonte, às margens da rodovia Belém-Brasília (BR 010), km 88 sentido Paragominas-Belém, localidade onde reside o entrevistado.

O primeiro contato com o instrumento se deu ainda na infância com o Sr. Orlando Pimentel, fazendeiro da região, com quem adquiriu conhecimento a respeito do tambor. Na época, o Sr. Orlando era garimpeiro na região. A primeira experiência de construção do tambor foi realizada por ele e aconteceu em 1999 e cita a existência de 2 tambores em funcionamento na região montado por ele.

A sua experiência inicial, ocorrida em 1999, em uma pequena propriedade de 50 hectares produtora de leite, que pertencia ao Sr. Orlando Pimentel, que resolveu começar a atividade da piscicultura. A maior dificuldade para essa atividade, segundo ele, era a oxigenação da água. O sr. Orlando lembrou-se que no passado, seu pai era garimpeiro e no garimpo era muito utilizado um sistema para captar água através de vários tambores para conduzir até o local onde eles trabalhavam. Nesse tipo de sistema conduziam água por distancias consideráveis.

Segundo o egresso foi chamado pelo agricultor para ajudar na montagem do equipamento. Listaram e compraram os materiais e fizeram várias tentativas até fazer funcionar o equipamento, funcionou por algum tempo até que o mesmo encolhesse por conta da pressão externa sobre as paredes do tambor devido a sucção interna no tambor, parando o funcionamento do mesmo.

A prática para montar o sistema foi melhorada, pelo egresso que desde então passou a estudar o equipamento, o funcionamento do sistema é fácil e depende de poucos cálculos, principalmente ligado a entrada e saída de água no sistema.

Para descrição do instrumento é necessário listar o material utilizado para a construção. São utilizados um tambor metálico com capacidade de 200 L, conexões metálicas roscáveis para tubulação hidráulica as quais são soldadas com eletrodos ao tambor de modo a não deixar nenhum tipo de vazamento, tubos PVC soldáveis, válvula de sucção de material metálico e várias conexões roscáveis e soldáveis.

Apesar do egresso não apresentar conceitos físicos a respeito do instrumento, porém apresenta conhecimento prático sobre seu funcionamento, resultado de acúmulo de muitas tentativas de aprimoramento do instrumento, como as medidas de entrada e saída, o cuidado com a vazão de saída, que segundo ele se relaciona com seu funcionamento, uso de chapas soldadas resistentes na parte superior e inferior do tambor para suportar a pressão exercida no mesmo. Segundo o egresso, tambores metálicos com anéis paralelos são os únicos tambores indicados para a confecção do instrumento.

Um aspecto a ser destacado é que muitas pessoas que tentaram instalar o sistema desistirem pelo simples fato de escolher tambor sem anéis laterais, o qual não suporta a pressão externa exercida sobre o mesmo. Outro aspecto de construção do conhecimento é que o tambor só consegue elevar água até ao nível da saída do instrumento.

Tendo como referencia a **Figura 7** podemos descrever da seguinte forma seu funcionamento: após a colocação das partes soldadas chapas na parte superior e inferior do tambor e as conexões roscáveis no tambor são colocadas a válvula de poço em uma conexão

soldável até a fonte de água, que deve ter no mínimo de 1m de lamina constante, a parte de saída deve ser colocada conexão soldável com um registro, que deve está fechado antes de iniciar o funcionamento do instrumento, então é necessário começar a colocar água no tambor através de uma conexão roscável auxiliar soldada junto a de entrada e saída do instrumento e na tubulação até a válvula de poço eliminando todo o ar do sistema. Após a retirada do ar do sistema abre-se o registro de saída e até que o sistema comece a funcionar, uma vez acionado basta fechar o registro de saída para interromper o fornecimento de água.

O princípio físico encontrado pelo autor para descrever o fenômeno, já que o mesmo não dispõe do uso de combustível fóssil e nem mesmo de energia elétrica ou de qualquer motor no processo foi o de fluxo continuo ativado pela gravidade está ilustrado na **Figura 7**.

Como demonstrado no desenho esquemático, descrito pelo egresso (**Figura 7**), para o funcionamento, ou seja, para o tambor captar água, o mesmo deve ficar acima do nível do reservatório de abastecimento (caixa d'água), pois a medida que se aproxima do nível do tambor, a vazão diminui, parando quando o reservatório atinge o nível do instrumento.

A grande dificuldade, segundo o egresso, é evitar a entrada de ar no sistema que faz com que o instrumento pare de funcionar.

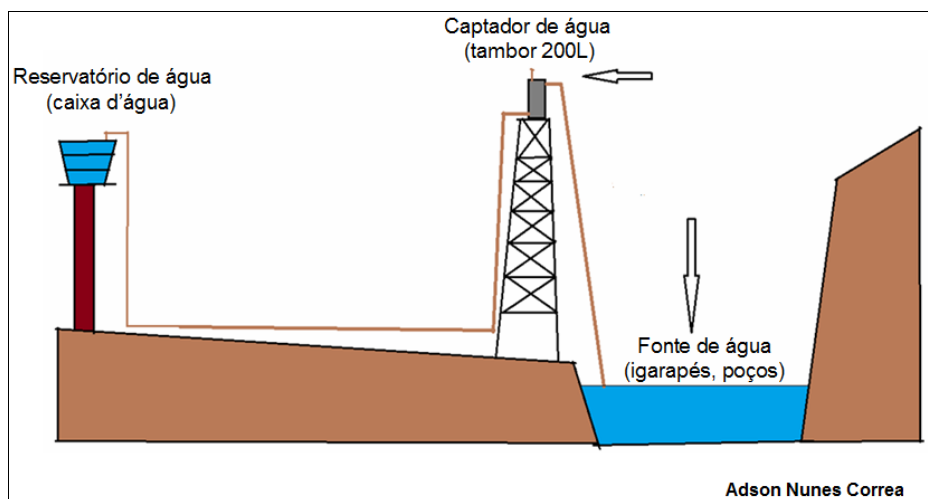


Figura 7- Esquema de funcionamento do Tambor. Desenho: Adson Nunes Correa.

As experiências aqui descritas trazem princípios de seus funcionamentos relacionados a Biomimética, principalmente o que se relaciona a natureza como medida, pois os inventos trazem menores impactos ao meio ambiente e o não uso de energia elétrica ou combustíveis fósseis (BENYUS, 2007).

Biomimética (*Bios* = vida; *mimesis* = imitação) é a área que estuda os princípios criativos e estratégias da natureza, visando a criação de soluções para os problemas atuais da

humanidade, unindo funcionalidade, estética e sustentabilidade. Seu princípio é utilizar a natureza como exemplo e fonte de inspiração, e não de apropriação (BENYUS, 2007).

3.5. Experiência 5 – IFPA/CRMB Laboratório de Captação de Água

A experiência do CRMB com instrumento é baseada no Plano Político Pedagógico (PPP) e nos princípios focados na agroecologia na busca de alternativas que viabilizem e tornem atividades mais sustentáveis. Ligado a isto existem Unidades de Integração Ensino, Pesquisa e Extensão (UNIEPES), que envolvem educadores e educandos nos estudos e desenvolvimento de atividades como a avicultura, piscicultura, apicultura, fruticultura, horticultura entre outras.

Além das UNIEPES, o CRMB em parceria com o CNPq, desenvolve o projeto SARIRUIA², através da instalação dos Centros Vocacional Tecnológico (CVT) que tem como objetivo principal: a formação profissional, pesquisa científica e extensão tecnológica contribuindo na construção e socialização de conhecimentos e práticas tendo como premissa os princípios da agroecologia e sistemas orgânicos de produção na região sudeste do estado do Pará (IFPA, 2013). Dentre as atividades em fase de instalação do LACEA (Laboratório de Captação e Elevação de Água) que tem como objetivo trazer experiências regionais exitosas em captação de água além de testar, avaliar e readequar instrumentos alternativos.

Entre os instrumentos e experimentos citam-se a instalação de cata vento para abastecimento de água para as UNIEPE's de suínos e avicultura, “KITS” bomba e placa solar para abastecimento de água nos UNIEP suínos, Roda d'água no igarapé do campus para fornecimento de água em várias atividades do campus e para a UNIEP da fruticultura e SAF's (Figura 8).



Figura 8 – Instrumentos instalados no CRMB. Fotos: acervo CRMB

² Projeto do Instituto Federal do Pará, Campus Rural de Marabá que visa a implantação de Centros Vocação Tecnológica promovida pelo CNPq.

O LACEA encontra-se em expansão, com a instalação de instrumentos incluídos em atividades de extensão em lotes do Assentamento 26 de março esses instrumentos estão integrados ao sistema produtivo desses agricultores em fase experimental.

A experiência do IFPA/CRMB é interessante, apesar de está em fase inicial, pois pode significar um passo importante em pesquisa voltado ao desenvolvimento de alternativas viáveis podendo se tornar principal referência nessa área.

Existe planejamento do Núcleo de Agroecologia do campus para instalação de instrumentos em lotes do assentamento 26 de março, já estão instalados em dois lotes uma roda D'água com bomba Artesanal e um carneiro hidráulico. Outros instrumentos tem previsão de instalação necessitando apenas serem estudados e adaptados como é do caso do tambor que ainda não se conseguiu mínimo domínio da tecnologia para pesquisa e instalação no campus e em outros lotes do assentamento.

4. CONCLUSÃO

O estudo aqui descrito trouxe um aspecto importante, a capacidade inventiva dos agricultores das regiões elencadas, apesar dessas tecnologias infelizmente não serem incentivadas e dependem de reconhecimento tanto no que se refere a políticas públicas de financiamento, pesquisas em Ciência Tecnologias e Inovações voltadas ao registro e patente de inventos ou modelo de utilização desses agricultores.

O presente estudo permitiu concluir ainda que :

- A respeito das tecnologias de captação e elevação de água como carneiro hidráulico e roda d'água são as únicas alternativas para algumas comunidades/assentamentos do sudeste e nordeste do Pará.

- Apesar de algumas instituições como EMATER, IFPA e IALA experimentarem ou acompanharem experiências, seja no ensino ou assistência técnica às comunidades/assentamentos no tocante às tecnologias de captação e elevação de água implantadas, ainda é incipiente e em número reduzido, necessitando um aprofundamento tanto no que se refere ao domínio dessas tecnologias como na socialização e desenvolvimento de novas técnicas e instrumentos capazes de adaptar as condições locais, serem de baixo custo e de fácil domínio pelas populações do campo.

- Existem muitos inventos e inventores de tecnologias que usam o conhecimento tácito e empírico para suas invenções, a exemplo da máquina denominada 'tambor'.

- A experiência mais exitosa foi verificada em Rondon do Pará onde já foram instaladas mais de mil rodas d'água.

- A tecnologia do ‘tambor’ ainda requer aprimoramento e explicações para o seu princípio de funcionamento.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, S. V.; PEREIRA, D. J. A. **Estudo comparativo dos métodos de dimensionamento para reservatórios utilizados em aproveitamento de água pluvial.** Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 53-66, 2008.

BENYUS, J. M. **Biomimética: inovação inspirada na natureza.** Trad. Milton Chaves de Almeida, Editora Cultrix. São Paulo, 1997.

BEZERRA et. al Dimensionamento de reservatório para aproveitamento de água de chuva: comparação entre métodos da ABNT NBR 15527:2007 e Decreto Municipal 293/2006 de Curitiba, PR. **Revista Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 10, n. 4, p. 219-231, out./dez. 2010.

CIRILO, J.A. ; MONTENEGRO, S.M.G.L. ; CAMPOS, J.N.B. (2010). A questão da água no semiárido brasileiro. In: Bicudo, C.E. de M; Tundisi, J.G.; Scheuenstuhl, M.C.B.. (Org.). **Águas do Brasil análises estratégicas.** 1ed. São Paulo: Instituto de Botânica, v. 1, p. 81-91.

CGEE – Centro de Gestão e Estudos Estratégicos – Ciência Tecnologia e Inovação. **Plano de Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento da Amazônia Legal** – Brasília, DF : Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2013.

DAKER, A. **Captação e elevação e melhoramento da água: a água na agricultura**, Rio de Janeiro 2ª vol., 7.ed. rev. E ampl. Rio de Janeiro Livraria Freitas Bastos, 408 p. il. Tab. 1987.

FEARNSIDE, P.M. Desmatamento na Amazônia brasileira: história, índices e conseqüências, **Megadiversidade**, vol. 1 , n. 1, Julho 2005.

_____. Barragens na Amazônia: Belo Monte e o desenvolvimento hidrelétrico da bacia do Rio Xingu. Pp. 231-243. In: **Hidrelétricas na Amazônia: Impactos Ambientais e Sociais na Tomada de Decisões sobre Grandes Obras.** Vol. 1. Editora do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Manaus, Amazonas, Brasil. 296 pp 2015.

_____. Desmatamento na Amazônia: dinâmica, impactos e controle. **Revista Acta Amazônia**, v.36, n.3. p.395 – 400. 2006.

FREITAS, A. F. et al. A vivência da realidade agrária como instrumento de formação social e profissional. **Revista Vivências.** V.7, n.13: p.53-61, Outubro/2011.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável.** – 3 ed. – Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2005.

HOLLIDAY, O. J. **Para sistematizar experiências** / Oscar Jara Holliday; tradução de: Maria Viviana V. Resende. 2. Ed., revista. – Brasília: MMA, 2006. 128 p. ; 24 cm. (Série Monitoramento e Avaliação, 2), 2006

INCRA, Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – SIPRA, **Relação de Projetos de Reforma Agrária.** Relatório rel. 0227, BRASILIA, DF, 2011.

INDESP, INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, SOCIAL E AMBIENTAL DO PARÁ. **Estatística Região Sudeste Paraense**, Governo do Estado do Pará, Belém Pará, 2012.

IFC – INSTITUTO FEDERAL CATARINENSE, **Reuso da água com enfoque na agricultura familiar**. IFC, Camboriú, SC, 2012.

INSTITUTO DE PESQUISA AMBIENTAL DA AMAZÔNIA **Desmatamento nos assentamentos da Amazônia: histórico, tendências e oportunidades**. Ane Alencar, Cassio Pereira, Isabel Castro, Alcilene Cardoso, Lucimar Souza, Rosana Costa, Antônio José Bentes, Osvaldo Stella, Andrea Azevedo, Jarlene Gomes, Renata Novaes. Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia – IPAM, BRASÍLIA, 2016.

LIMA, A. De, DAMBROS, M. V. R. DE ANTONIO, M. A. P. M. JAZEM, G. J. MARCHETTO, M. Potencial da economia de água potável pelo uso de água pluvial: análise de 40 cidades da Amazônia, **Engenharia Sanitária. Ambiental**, v. 16 n. 3 jul-set/2011, 291-298.

MARTINEZ, P. **Reforma Agrária: Questão de terra ou de gente?** – São Paulo: Ed. Moderna, 1987. (Coleção Polemica). 72p.

MDA – Ministério do Desenvolvimento Agrário, LASAT Laboratório Sócio Agrônomo do Tocantins, **Diagnóstico Socioeconômico e Ambiental da Agricultura Familiar & Plano Territorial de Desenvolvimento Rural Sustentável do Sudeste do Pará**, MDA, Marabá PA, Ver. 144p. Outubro 2010.

MENDES, Luciano; URBINA, Ligia Maria Soto. Comunidades de práticas e suas contribuições para o desenvolvimento tecnológico da agricultura familiar. Revista: **Organizações Rurais & Agroindustriais**, vol. 17, núm. 1, enero-marzo, 2015, pp. 25-39.

MICHELOTTI, F.; RODRIGUES, F. N. C. de V. **Desafios para a sustentabilidade ecológica integrada a trajetória de estabilização da agricultura na região de Marabá**, p 23. Marabá Pará, 2004.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, **Manual de Orientação de irrigação e drenagem**, Fundação de Assistência ao Estudante, Ministério da Educação Rio de Janeiro, 1987.

ODUM, E. P. **Ecologia**; supervisão da tradução Ricardo Iglesias Rios; tradução Christopher. – Rio de Janeiro; Guanabara Koogan 2013.

OLIVEIRA, N. N. de. **Aproveitamento de Água de chuva de cobertura para fins não potáveis, de próprios da educação da rede municipal de Guarulhos**. Trabalho apresentado na graduação do curso de Engenharia Civil da Universidade Guarulhos, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Civil. 2008.

Oliveira, A. U. de. **Barbárie e Modernidade: o agronegócio e as transformações no campo**. Texto apresentado no XII Encontro Nacional do MST. Mimeo. São Miguel do Iguaçu, PR. 54 p 2004.

PEREIRA, A. R. **A Igreja Católica, o Sindicato dos Trabalhadores Rurais e o Estado: mediação e conflito na região Araguaia Paraense**. Ruris (Campinas), v. 2, p. 99-136, 2008.

PICOLI, F. **O capital e a devastação da Amazônia**/Picoli Fioreto –1ª ed. São Paulo; Expressão Popular, 2006, 256p.

PINTO, N. G. CORONEL, Daniel Arruda. **Degradação Ambiental do Rio Grande do Sul: uma análise dos municípios e mesorregiões**. Revista Brasileira de Agroecologia. 9(1): 3-17 (2014)

PROCÓPIO, J. O. **Consequências de processos de degradação em nascentes e corpos d'água do projeto de assentamento Lajedo – município de Marabá/PA**. Trabalho de Conclusão de Curso, Colegiado de Ciências Agrárias, Campus do Sul e Sudeste do Pará, UFPA, 2008.

REICHERT, N. J, MUSA, C. I. **Aproveitamento de água de chuva na criação de aves e suínos no município de São Vendelino**. Revista Liberato, Novo Hamburgo, v. 13, n. 20 jul/dez, 2012.

REBOUÇAS, A. da C. Água e desenvolvimento rural **Revista Estudos Avançados** 15 (43), 2001.

SACADURA, F. O. M. O. **Análise de sistemas de aproveitamento de água pluvial em edifícios**. Dissertação apresentada na Faculdade de Ciências Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil – Perfil de Construção UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA Faculdade de Ciências e Tecnologia Departamento de Engenharia Civil, 2011.

SANTOS, R. M. **Construção de uma Bomba D'água, acionada por Roda D'água, construídas com materiais alternativos**. Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do curso de Pós-Graduação Lato Sensu em Formas Alternativas de Energia, para a obtenção do título de Especialista em Formas Alternativas de Energia. (2011).

RUPP, R. F., MUNARIM, U e GHISI, E., Comparação de métodos para dimensionamento de reservatórios de água pluvial. **Revista Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 11, n. 4, p. 47-64, out./dez. 2011.

SILVA, L. M. S. **A Abordagem Sistêmica na Formação do Agrônomo no Século XXI**. Appris. Ed 1, Curitiba, 2011. 400. 157 p.

SOUZA, E. B. de et al. Precipitação Sazonal Sobre a Amazônia Oriental no período chuvoso: observações e simulações regionais com O Regcm3. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.24, n.2, 111-124, 2009.

VASCONCELOS, L. F. DE, FERREIRA, O. M. **Captação de Água para uso domiciliar; estudo de caso**, Universidade Católica de Goiás – UCG Departamento de Engenharia – Engenharia Ambiental, Goiania, 2007.

VEIGA, I et. al. **Políticas Públicas e dinâmicas locais da agricultura familiar no sul e sudeste do Pará**. In Agricultura Familiar: Interação entre Políticas Públicas e Dinâmicas Locais, org. Jean Philippe Toneau e Eric Sabourin – Porto Alegre; Editora da UFRGS, 2007.

VELOSO, N. da S. L. e MENDES, R. L. R. **Aspectos legais do uso da água da chuva no Brasil e a gestão dos recursos hídricos: notas teóricas**. XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos: Água, Desenvolvimento Econômico e Sócio-ambiental. Bento Gonçalves, RS, 2013.

TUCCI, C. E. M, HESPANHOL, I e CORDEIRO NETO, O de M. **A gestão da água no Brasil:** uma primeira avaliação da situação atual e das perspectivas para 2025. Disponível em <http://rhama.net/download/artigos/artigo30.pdf> (2000).

ZEE - Zoneamento Ecológico-Econômico das Zonas Leste e Calha Norte do Estado do Para /Editores Técnicos:Carmen Roseli Caldas Menezes, Marcilio de Abreu Monteiro e Igor Mauricio Freitas Galvão.Belém, PA: Núcleo de Gerenciamento do Programa Para Rural, 2010 v2. Il.

Site Acessado:

Flora do Brasil 2020. Disponível em <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/listaBrasil/Principal>. Acessado em julho de 2016.

CAPÍTULO II (Artigo II)

ESTUDO DE VAZÃO DE TECNOLOGIAS ALTERNATIVAS DE ELEVAÇÃO DE ÁGUA

RESUMO

O Pará possui inúmeros assentamentos e comunidades tradicionais paraenses, onde há a possibilidade de se adotar o uso de tecnologias alternativas para captação e elevação de água visando usos múltiplos como o abastecimento de água para consumo humano e dessedentação animal, piscicultura bem como irrigação de pequenos cultivos. Este trabalho teve como objetivo determinar a vazão de duas tecnologias alternativas, a roda d'água artesanal e o carneiro hidráulico sob diferentes alturas de recalque. Os dados de vazão da roda d'água e do carneiro hidráulico foram obtidos no assentamento 26 de março, município de Marabá e na unidade demonstrativa do IFPA Castanhal, respectivamente. As vazões foram obtidas a partir de método volumétrico (método direto). A água foi coletada em recipiente de 3,0 L, cujo tempo para enchimento era superior a 20 segundos atendendo as recomendações técnicas do método utilizado. As vazões das 2 tecnologias de elevação de água (roda d'água; carneiro hidráulico) foram determinadas em 4 alturas de elevação de água (1,0; 3,0; 5,0 e 7,0 m) com 10 repetições, totalizando 80 parcelas. Os dados de vazões foram submetidas ao estudo de regressão polinomial. Nas condições da pesquisa, o carneiro hidráulico (vazão média de 326 L h⁻¹) teve melhor desempenho em relação a roda d'água (vazão média de 293 L h⁻¹). Os dados se ajustaram melhor à equação de segundo grau, ocorrendo redução de vazão com o aumento da altura de recalque.

Palavras-chave: carneiro hidráulico, irrigação, abastecimento de água.

ABSTRACT

The Pará has there are numerous settlements and traditional paraenses communities where there is the possibility of adopting the use of alternative technologies to capture and lifting water targeting multiple uses such as the water supply for human consumption and animal consumption, fish farming and irrigation of small crops . This study aimed to determine the flow of two alternative technologies, the wheel d'artisan water and the hydraulic ram in different times of repression. The wheel flow data of water and hydraulic ram were obtained in the settlement March 26, Marabá municipality and demonstrative unit IFPA Castanhal, respectively. Flow rates were obtained from volumetric method (direct method). The water was collected in 3.0 L container, whose filling time was greater than 20 seconds given the technical recommendations of the method used. The flow rates of 2 water lifting technologies (water wheel, ram) were determinated in 4 water lifting heights (1.0, 3.0, 5.0 and 7,0 m) with 10 repetitions, totaling 80 installments. Flow data were submitted to the study of polynomial regression. In terms of research, the ram pump (average flow of 326 L h⁻¹) had better performance than the waterwheel (average flow of 293 L h⁻¹). The data were best fitted to a quadratic equation, occurring flow decrease with the increase of the discharge time.

Keywords: ram pump, irrigation, water supply.

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho é fruto de estudo de duas tecnologias alternativas de captação e elevação de água roda d'água artesanal com bomba artesanal no assentamento 26 de março município de Marabá e carneiro hidráulico artesanal na unidade experimental no Instituto Federal do Pará campus de Castanhal.

O assentamento 26 de março está localizado em uma região que tem forma de produção dessa região é influenciado pelos vários ciclos econômicos (borracha, diamante, castanha, ouro, minério) juntamente com a abertura das rodovias, motivada pela propaganda do governo militar nas décadas de 1970 e 1980, são responsáveis pela forte migração e formação do perfil dos assentados dos assentamentos da região (HEBETTI, 2004, ASSIS 2007, EMMI 1999, GUERRA 2001, MARTINS, 1997).

Os assentamentos da região, tomando como ponto de partida os Planos³ de Desenvolvimento (PDA) e Plano de Recuperação dos Assentamentos (PRA) dos assentamentos Belo Vale e 26 de março em Marabá, Assentamento Palmares Sul, município de Parauapebas e PA Nova Vitória em Rondon, tem problemas fundiários e disputa por território com projetos minerários. Além disso, esses documentos apontam alto índice de degradação, principalmente se tratando de nascentes e cursos d'água e das Áreas de Preservação Permanentes. Outro problema em comum apontado é que em todos os assentamentos existem lotes sem fonte de água ou com problemas na disponibilidade desse recurso natural em boa percentagem dos lotes, o que faz contraste com a bacia hidrográfica, Araguaia Tocantins, que dispões de vastos recursos hídricos.

Outro dado importante da região é que apesar de ter precipitação anual acima de 1.800 mm, estarem localizadas no bioma amazônico, privilegiado em recursos hídricos, as atividades rurais desenvolvidas são afetadas com a falta de água, durante o período de estiagem, que se estende de maio até outubro (ALMEIDA, 2007). Nesse período a escassez de água provoca vários problemas como a diminuição do fornecimento de água para culturas e criações e a disponibilidade de água no solo causada pela diminuição drástica de chuva e da ocorrência de veranicos durante o período citado.

O cenário levantado denota a principal motivação da pesquisa, catalisada pelas seguintes indagações: afinal essas tecnologias artesanais conseguem resolver problemas de

³ Documentos obrigatórios nos processos de regularização fundiária dos lotes dos assentados exigidos pelo Ministério do Desenvolvimento Agrário através do INCRA.

fornecimento de água, irrigar a contento culturas anuais, perenes e semiperenes e fornecer água às criações de forma eficiente? Quais as limitações dessas tecnologias?

O presente estudo teve como principal objetivo avaliar a vazão de dois instrumentos alternativos de elevação de água submetidos a diferentes alturas de recalque.

2. METODOLOGIA

O *locus* da Pesquisa é o PA 26 de março cortado pela BR 155, km 22 sentido Marabá-Eldorado dos Carajás, município de Marabá/PA, tem relevo predominantemente plano e levemente ondulado, possui 206 lotes e 199 famílias assentadas e a organização dos lotes é realizada de duas formas: possui 6 núcleos de moradias organizados em forma de raio de Sol e demais lotes em forma de “espinha de peixe” as margens da BR 155 e vicinais mais antigas do assentamento, antigas estradas da fazenda EMATER (2012).

Foram instalados roda d’água artesanal de madeira com bomba artesanal no lote do Sr. Francisco Pereira da Silva (Irmãozinho) lote 50 Núcleo 1 do Assentamento 26 de março, município de Marabá e foram coletadas vazões do carneiro hidráulico em uma unidade experimental no Campus de Castanhal do IFPA.

1.1. Caracterização da roda d’água artesanal

A roda d’água em tela foi construída em madeira ou pequizeiro da *Caryoca villosum*, EMBRAPA (2008), espécie ainda encontrada no estuário amazônico. A roda possui diâmetro de 1,6 m com 16 paletas, com eixo central de madeira, são utilizados rolamentos no eixo central e braço que se desloca em um ponto preso a roda para golpear o cilindro da bomba artesanal, o braço tem um ponto preso fora do instrumento para que não saia da direção do cilindro da bomba. Para canalização da água é feita contenção do curso d’água em madeira e utilização de sacos de areia para direcionar o fluxo da água à uma canaleta onde é assentada a roda, a canaleta também é feita em madeira, barrote *Protium puncticulatum* (TOMAZELLO FILHO et al., 2016).

A roda d’água é do tipo sub-axial. Seu acionamento e funcionamento ocorre devido a força da correnteza na canaleta (**Figura 9**), a canaleta deve ter o mínimo de divisão (número de tábuas) possuir 3 m de comprimento e 50 cm de largura, espaço suficiente para instalação da roda que tem 30 cm de largura, para ter menor perda possível de fluxo de água.



Figura 9 – Roda d’água subaxial instalada no lote 50 PA 26 de Março. Foto: Acervo IFPA/CRMB.

A bomba artesanal é construída com o uso de madeira como grade para suporte e encaixe do pistão. O local onde o pistão exerce pressão é feito a partir de um segmento de tubo de esgoto em PVC de 75 mm de aproximadamente 60 cm. O pistão é construído de forma artesanal no formato cilíndrico em madeira, preso através de parafusos adaptados para suporte do pistão ao braço da roda. O pistão possui uma borracha utilizada em freios hidráulicos de caminhões, na extremidade que exerce força no tubo acionado através da movimentação para cima e para baixo exercendo pressão sob uma válvula de sucção colocada na extremidade do tubo (**Figura 10**).



Figura 10 – Bomba artesanal. Foto: Acervo CRMB.

2.2. Caracterização do carneiro hidráulico

Seguem as características e condições em que se coletaram os dados de vazão do carneiro hidráulico na unidade experimental do IFPA campus de Castanhal:

- Material da tubulação de alimentação: PVC;
- Diâmetros da tubulação de alimentação: 50 mm com redução para 32 mm
- Desnível da fonte de alimentação para o carneiro: 2,0 m
- Diâmetro da tubulação de recalque/alimentação: mangueira de jardim 20 mm
- Câmara do carneiro: tubo de PVC com tampão 32mm
- Válvula de retenção em bronze, válvula de sucção e conexões: 32 mm
- Mola hidra propulsora.

O carneiro hidráulico foi confeccionado a partir de conexões de PVC soldável e roscável com duas válvulas em metal, uma válvula de retenção vertical e uma válvula de sucção (**Figura 11**).



Figura 11 – Carneiro hidráulico artesanal. Fotos: acervo próprio.

2.3. Procedimento de campo

Os dados de vazão da roda d'água e do carneiro hidráulico foram obtidos nos municípios de Marabá e Castanhal na unidade demonstrativa do IFPA, respectivamente. As vazões foram obtidas a partir de método volumétrico (método direto). A água foi coletada em recipiente de 3,0 L, cujo tempo para enchimento era superior a 20 segundos, atendendo as recomendações técnicas para determinação de vazão pelo método direto (BERNARDO, SOARES & MANTOVANI, 2006).

A coleta de dados de vazão do carneiro hidráulico foram realizados em unidade demonstrativa do IFPA (**Figura 12**), campus de Castanhal, que utiliza além do carneiro construído com material já descrito no item anterior foi utilizado caixa d'água de 100 L como reservatório, uma vara de tubo PVC de 75 mm, com suporte de parede para mangueira para evitar que a mesma dobre e mascare os dados, utilizada para facilitar o alcance das diferentes alturas de recalque. Como tubulação de recalque foi utilizada mangueira de jardim de 20 mm, conectada ao carneiro hidráulico para permitir a leitura de volume e cálculo de vazão.



Figura 12 – Unidade Demonstrativa de um carneiro hidráulico no IFPA Campus Castanhal. Fonte: Acervo próprio.

2.4. Análises estatísticas

As duas tecnologias de captação de água (roda d'água; carneiro hidráulico) foram submetidas à 4 alturas de elevação (1,0; 3,0; 5,0 e 7,0 m) com 10 repetições, totalizando 80 parcelas. Como as duas tecnologias foram avaliadas em condições e ambientes diferentes optou-se por realizar estatística descritiva. Foram calculadas a média ($\bar{m}$), a variância (S^2), o desvio padrão (S) e o coeficiente de variação (CV). Foi definida também a equação de regressão para cada tecnologia que explica melhor a variação de vazão em função das alturas de recalque.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos estudos requerem inicialmente uma pequena revisão que engloba definições de tecnologias, invenções alternativas, instrumentos de captação e elevação de água e descrição histórica dos instrumentos aqui abordados.

3.1. Tecnologias, Desenvolvimento, Captação e Elevação de Água.

A discussão a respeito de tecnologias passa pelo que se entende por desenvolvimento da mesma, em todas as áreas, e que em se tratando de captação e elevação de água sofre bastante influência no que se refere o desenvolvimento de máquinas e sistemas automatizados que tem grande importância no nosso modo de vida atual (SILVA et al., 2013). Essa busca tem avançado com muita força não só nos centros urbanos, mas, cada vez mais forte sob o

meio rural em todo o território nacional e também sob bioma amazônico impulsionados pelo agronegócio de bovinos e grãos e a mineração (MIRANDA, 2010).

Sob uma ótica diferente desta, os assentamentos vêm construindo espaço de debate em torno da construção de conhecimento em torno da agricultura sob a lógica da agricultura camponesa (GOMES & SILVA, 2013), tanto no que se refere ao trato com o solo e uso dos recursos hídricos disponíveis.

O uso dos recursos hídricos não está distante dessa discussão, a água é um bem natural finito, que é utilizado em todas as atividades rurais. Lima et al. (2012) afirmam que a água vem sendo utilizada de forma indiscriminada pela humanidade, gerando problemas ambientais e de saúde, e é sempre tema de discussão no que se refere a sua qualidade e disponibilidade (SILVA et al., 2013), fato que nos levar a refletir a respeito do que a ciência tem discutido sob o tema.

A Ciência Tecnologia e Inovação (CT&I) adotada no campo destinada a captação e elevação de água, no meio rural, tem como referência sistemas dependentes de energia elétrica, ou de combustíveis fósseis, adoção de tecnologias de complexa compreensão e sem domínio tecnológico e de difícil manutenção pelos atores envolvidos (CGEE, 2013) gerando problemas cada vez mais latentes com relação ao abastecimento e lida diária nos sistemas produtivos.

A problemática do abastecimento de água no campo é antiga e vem se acentuando principalmente pelo aumento do custo da energia elétrica. Quando há disponibilidade de uma fonte superficial de água e pretende-se utilizá-la de forma racional, econômica e sustentável, nesse caso pode ser utilizadas tecnologias alternativas como o carneiro hidráulico e a roda d'água.

Invenções alternativas de captação ou elevação, aqui definidas como qualquer instrumento, invenção ou qualquer forma utilizada para esse fim que fuja da lógica considerada por Winner (2008) como assombrosa influência da ideia de “progresso” no pensamento social durante a era industrial, pensamento ainda latente em nosso modelo de sociedade, segundo ele, os meios definidos como confiáveis ao desenvolvimento da condição humana provém das novas máquinas, técnicas e substâncias químicas.

Santos (2011), diferente disso, mesmo entendendo que a engenharia hidráulica está em intenso crescimento científico e tecnológico, defende que alternativas de baixo custo e de fácil adaptação devam ser desenvolvidas e estudadas para atender as necessidades das populações de baixa renda, uma vez que esse crescimento demanda de altos custos e complexa compreensão tecnológica.

Sob essa lógica Daker (1987) afirma que o aproveitamento da água no meio rural, seja por captação ou elevação necessário para os afazeres domésticos, sistemas de irrigação, alimentação no subsistema de criação e armazenamento de água, pode ser realizado com uso de máquinas com várias formas de funcionamento sem necessariamente necessitar de combustíveis fósseis ou energia elétrica, e podem ser alternativos com uso de princípios físicos conhecidos.

Esses princípios aqui colocados corroboram para um sistema de bombeamento que não demanda de alta pressão que utilizam fontes de energia natural com mínimos impactos ao meio ambiente (GRAH, 2013), dos quais Roda d'água e carneiro hidráulico descritos seus processos históricos a seguir.

3.2. Roda d'água

A roda d'água se encaixa no rol de inventos dessa natureza. Segundo Amaral (2010) foi o primeiro engenho criado capaz de realizar trabalho a partir de queda d'água, para transformar energia hidráulica em mecânica, data de 240 a. C. e pode ser de três tipos: sobreaxial (**Figura 13**), movimentado pela queda da água pela parte superior da roda; subaxial, recebe água na parte inferior da roda (**Figura14**) e de eixo central. As mesmas no século 4 a.C eram usadas para fins de irrigação, hoje são utilizadas para a geração de energia elétrica além de bombeamento de água.

A energia utilizada por esses instrumentos é a energia hidráulica, definida por Mari Júnior et al. (2013) como: energia obtida a partir da energia potencial da água. A conversão de energia hidráulica para energia mecânica com uso de pás sob um eixo através da diferença de altura para movimento de saída é uma forma de conversão utilizada pela roda d'água.



Figura 13 – Roda d'água tipo sobreaxial. Fontes: Alterima (2011)



Figura 14 – Roda d'água tipo subaxial. Acervo IFPA\CRMB.

A forma mais utilizada de instalação de rodas d'água está ligada ao barramento de cursos d'água o que pode causar impactos ao meio ambiente local. As tecnologias como a do uso da roda d'água, utiliza a força hidrodinâmica para bombeamento ou geração de energia, e pode ser usada no suporte de vários subsistemas produtivos, como a de criação, no fornecimento de água para os animais, cultivo, na irrigação e de manipulação ou transformação em pequenas agroindústrias.

As rodas, segundo Daker (1987), se prestam a elevação de água em pequenas alturas, têm diâmetro de até 6 m e elevação útil de no máximo 4m ou 2/3 do diâmetro da roda e na sua maioria, movidas a motor, podem ser roda de balde, de pás e rodas mistas (baldes e pás).

As bombas hidráulicas acopladas as rodas d'água podem ser volumétricas ou hidrostática e bombas de pistão. As bombas volumétricas ou hidrostáticas utilizam o princípio de deslocamento de fluido movimentado ou fluxo positivo ou pulsante. As bombas de pistão funcionam com os movimentos alternados executados pelos pistões, ou seja, de sucção, em um sentido e de expulsão em outro (SANTOS, 2011).

3.3. Carneiro hidráulico

Outra tecnologia alternativa aqui estudada, é o carneiro hidráulico inventado em 1796 pelos irmãos Montgolfier, útil em elevação de água no meio rural, instalado em cursos d'água com declividade que necessita de pequeno barramento ou canal de irrigação, utiliza o princípio físico do golpe de aríete, transforma energia potencial em energia cinética no interior da tubulação, constitui instrumento alternativo de baixo custo de instalação e de simples manutenção (DAKER, 1987).

O carneiro hidráulico é um sistema de bombeamento constituído por um reservatório de alimentação (curso d'água), uma tubulação de alimentação, o carneiro com a câmara, as válvulas de escape e recalque e uma tubulação de recalque. A função da câmara de ar é armazenar água na pressão de recalque entre golpes e absorver o choque de bombeamento.

O carneiro hidráulico ou aríete hidráulico é uma máquina simples que possui características geratriz e operatriz (MacINTYRE, 1980). O funcionamento do carneiro hidráulico é decorrente do golpe de aríete causado pelo fechamento de uma válvula, que interrompe o movimento da água proveniente de uma fonte de alimentação localizada em nível superior.

De acordo com Azevedo Netto & Alvarez (1988), denomina-se golpe de aríete ao choque violento que se produz sobre as paredes de um conduto forçado quando o movimento do líquido é interrompido bruscamente. É a sobrepressão que as canalizações recebem quando, por exemplo, se fecha um registro, interrompendo-se o escoamento.

A capacidade ou tamanho do carneiro hidráulico refere-se à vazão de água de entrada, não levando em consideração o recalque; cada carneiro hidráulico necessita de uma vazão mínima e uma máxima para seu bom funcionamento (ZANINI & BEDUSCHI, 1991).

A altura de elevação pode ser de até 15 vezes o desnível entre o reservatório de alimentação e o carneiro. A vazão de elevação pode chegar em torno de 500 L/h dependendo da altura de bombeamento.

O carneiro, uma vez instalado, não necessita de energia motriz, pois usa a força da própria queda d'água e elevando parte desta, constitui de um tubo adutor ou de alimentação, com declive da fonte até o carneiro, uma válvula de escapamento, uma válvula de recalque, uma câmara de ar ou campânula e um tubo de elevação ou recalque (DAKER, 1987).

As características operacionais do carneiro hidráulico são definidas por Abate & Botrel (2002) como: a altura de recalque, desnível entre o reservatório e o carneiro, comprimento e diâmetro das tubulações, material constituinte da tubulação, quantidade de água desperdiçada, vazão, batidas por minuto e rendimento.

O princípio de funcionamento do carneiro hidráulico (**Figura 15**), apresentado por Daker (1987):

Estando aberta a válvula de escape ou saída (**V**) (válvula de poço, no carneiro alternativo), a água conduzida de um ponto mais alto pela tubulação de adução/alimentação (**a**), escapa por ela até que a pressão, em virtude da velocidade crescente do líquido, torna-se capaz de movê-la, fechando-a bruscamente. A coluna de água desce pelo tubo de adução com velocidade progressiva, ficando num dado instante sem saída, produzindo o choque denominado “golpe de aríete”, o qual abre a válvula de recalque ou admissão (**e**) (válvula de retenção, no carneiro alternativo), permitindo a entrada da água na câmara de ar ou campânula (**c**) (garrafa PET ou tubo PVC soldável, no carneiro alternativo). Como decorrência, o ar existente na parte superior da campânula é comprimido e oferece uma resistência crescente à entrada do líquido, chegando a tal ponto de fazê-la cessar, fechando-se, neste instante, a válvula de retenção ou admissão (**e**). Há produção de uma onda de pressão negativa em virtude do efeito da compressibilidade da água e da elasticidade da tubulação que atua na válvula de escape ou saída(**V**) (válvula de poço), fazendo-a abrir novamente e reiniciando um novo ciclo e, com ciclos sucessivos, a água que vai penetrando na câmara de ar, vai tendo pressão para subir no tubo de elevação ou recalque [®], fazendo com que flua para o reservatório superior quando a pressão na campânula corresponder à altura manométrica de recalque.

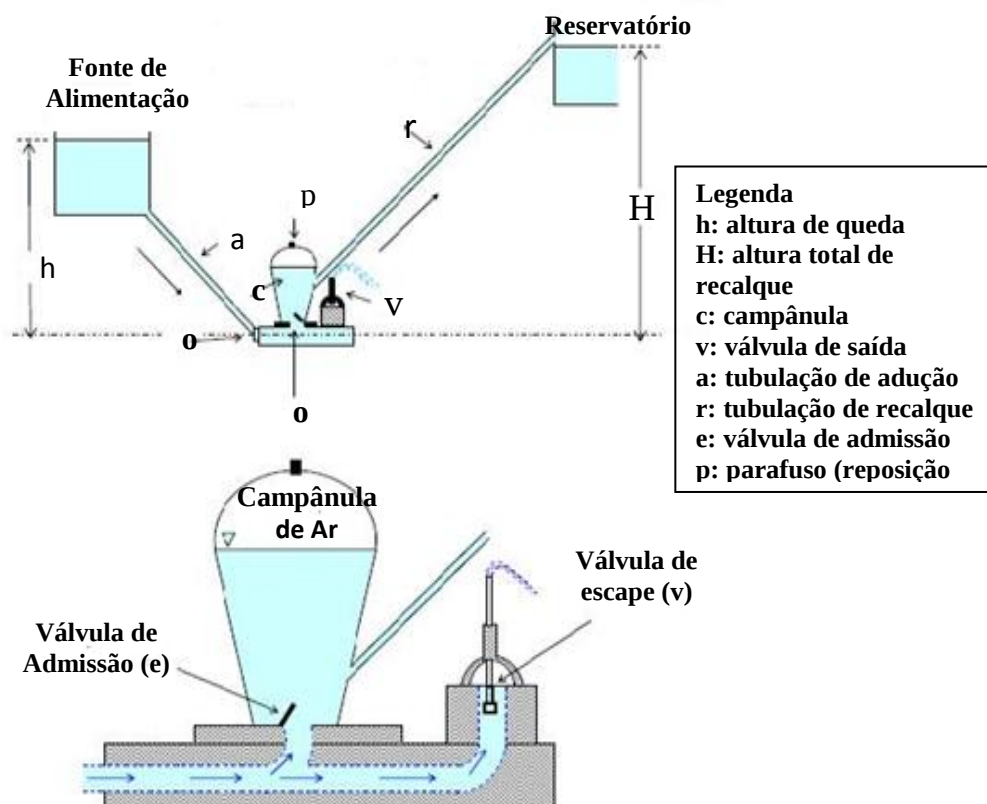


Figura 15 – Ilustração do funcionamento do carneiro hidráulico. Fonte: imagens de intern.

O resumo da estatística descritiva está apresentado na **Tabela 2**. Com base nos resultados nota-se que as vazões do carneiro hidráulico tiveram menor dispersão/variação em relação aos dados da roda d'água. Na **Tabela 2** nota-se que a vazão média do carneiro hidráulico (326 L h^{-1}) foi maior quando comparada à vazão da roda d'água (293 L h^{-1}), também ilustrada na **Figura 16**.

Tabela 2 – Resumo da estatística descritiva para vazão, em função da altura de recalque e das tecnologias estudadas.

Altura de Recalque (m)	Carneiro	Roda D'água
1	341,97	385,28
3	339,90	389,40
5	324,00	275,58
7	397,00	222,30
Média (L h^{-1})	326	393
$S^2 (\text{L h}^{-1})^2$	379,31	3.596,08
$S (\text{L h}^{-1})$	19,48	59,97
CV(%)	5,98	20,46

Cada média obtida a partir de 10 repetições.

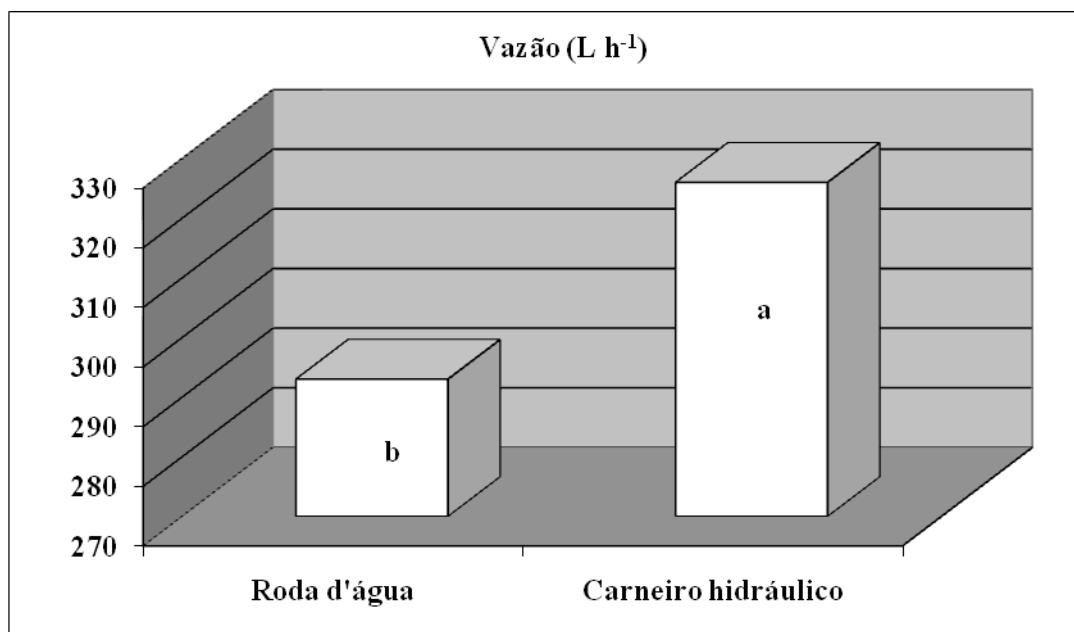


Figura 16 – Vazão média (L h⁻¹) da roda d'água e do carneiro hidráulico.

Na **Figura 17** tem-se ilustrados as médias com respectivos modelos matemáticos. A roda d'água teve maior vazão apenas quando a altura de recalque é de 1,0m, cerca de 385 L h⁻¹ contra 342 L h⁻¹ do carneiro hidráulico. Os dados se ajustaram melhor ao modelo matemático de segundo grau com coeficientes de determinação (R^2) próximos de 1,0. Verifica-se que as vazões diminuem com o aumento da altura de recalque.

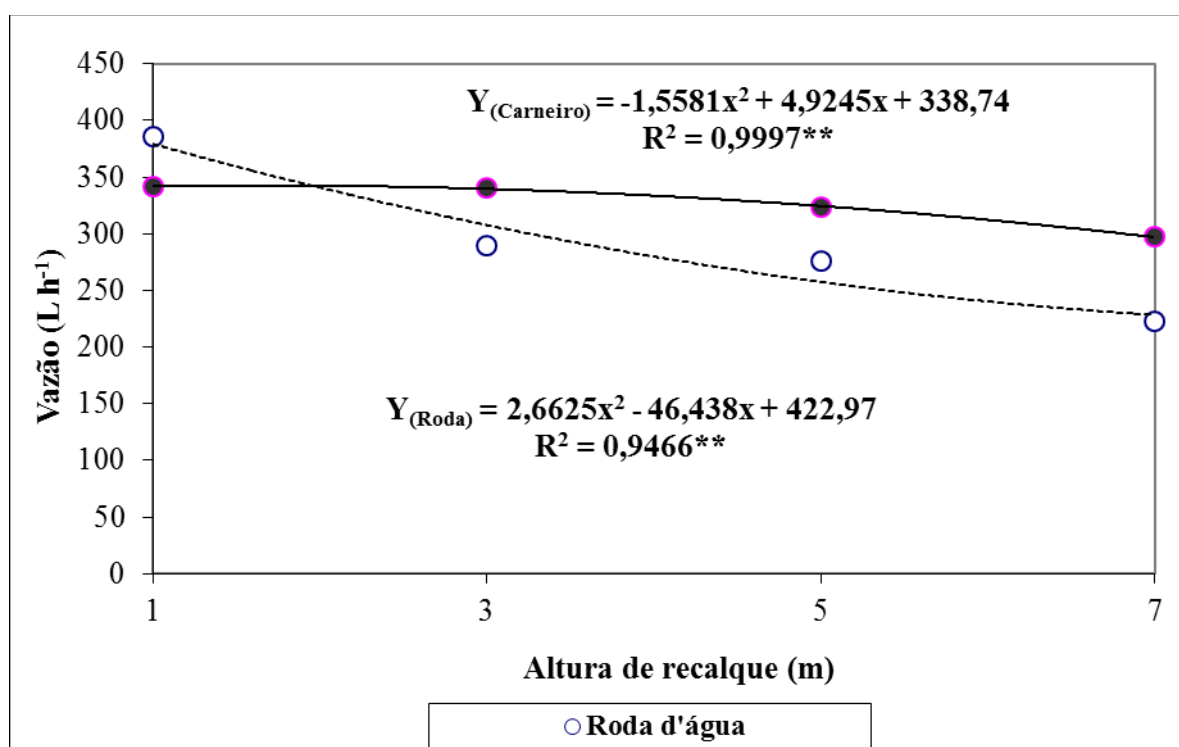


Figura 17 – Vazão média (L h⁻¹) em função dos fatores estudados, Tecnologia e Altura de recalque.

A altura de elevação da água depende do carneiro hidráulico utilizado e das condições de instalação do mesmo. Corvalán & Gálvez (2000) encontraram 300 m de altura de recalque para o carneiro hidráulico que tem 51 cm de diâmetro na tubulação de alimentação e eleva cerca de 60 L s^{-1} . Jennings (1996) encontrou 120 m de altura de recalque para um carneiro hidráulico com vazão de $3,15 \text{ L s}^{-1}$; e BC Livestock Watering (2000) relacionou a altura de recalque (H) com a altura de alimentação (h): $H = 6 \text{ a } 12 \text{ h}$.

Nas condições da presente pesquisa o carneiro hidráulico promoveu vazões variando de 297 a 342 L h^{-1} para alturas oscilando entre 7,0 e 1,0 m. As respectivas vazões da roda d'água artesanal variaram entre 222 e 385 L h^{-1} .

Abate & Botrel (2002) ao comparar carneiros hidráulicos com tubulações de alimentação em aço galvanizado e em PVC, verificaram que até 5m de desnível o material em PVC tem maior rendimento e a partir desse desnível o material em aço galvanizado se sobressai, apresentado maior rendimento. Segundo os autores, a possível explicação é que comparativamente ao aço, a tubulação de PVC tem duas características distintas que irão influenciar no rendimento: uma favorável ao rendimento é a menor rugosidade interna, conduzindo à menor perda de carga, a outra, desfavorável, é a maior elasticidade da tubulação, que absorve parte do golpe de aríete produzido.

A respeito da roda d'água artesanal, quanto ao seu rendimento em comparação a modelos de conjuntos roda + bomba disponíveis no mercado podem ser realizadas as seguintes observações a partir dos dados obtidos no presente estudo:

- A roda d'água artesanal apresenta em média vazão 293 L/h ou seja 7.032 L/dia o que representa 35% do que a roda d'água industrial disponível no mercado considera vazão máxima alcançada pelo seu fabricante (ROCHFER, 2015). Nas condições desse estudo e considerando Penteado (2007), a vazão observada pode atender o consumo de uma pequena propriedade familiar composta por 4 pessoas, 10 bovinos, 150 aves, 2 equinos, 10 suínos e uma horta com 80 m^2 ..
- Menor custo de aquisição cerca de 40% do valor do conjunto roda+bomba industrial, que custa entre de R\$ 4.300,00 e R\$ 5.000,00 dependendo do fabricante..
- Durabilidade segundo estudos estabelecidos no Capítulo I deste trabalho a durabilidade do conjunto roda d'água+bomba artesanal (em madeira resistente a água) ao menos três vezes maior que o conjunto disponível no mercado (em material metálico que oxida e dura no máximo 2 anos).
- Menor custo de manutenção da bomba artesanal e roda artesanal.

Com relação ao carneiro hidráulico artesanal pode-se destacar alguns aspectos comparativos com o que o CERPCH (2002), coloca como vazão prevista entre 420 e 900 L/h para entrada de 1” e saída de ½”. Nesse aspecto o carneiro hidráulico utilizado nos testes teve desempenho similar por ser construído com materiais parecidos com o proposto pela cartilha.

Em termos comparativos, o carneiro hidráulico industrial apresenta melhor rendimento, porém apresenta preço menos acessível aos produtores, uma vez que seu custo é pelos menos três vezes o valor de construção de um carneiro artesanal.

4. CONCLUSÃO

O trabalho a respeito das tecnologias estudadas permite concluir que:

- A vazão do carneiro hidráulico (média de 326 L h⁻¹) foi significativamente maior em relação a roda d’água (média de 293 L h⁻¹);
- As vazões obtidas são suficientes para usos múltiplos como o abastecimento de água para consumo humano e dessedentação animal, piscicultura bem como irrigação de pequenos cultivos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABATE, C., BOTREL, T. A. Carneiro hidráulico com tubulação de aço galvanizado e em PVC. **Ciência Agrícola**, v. 59, n.1, jan/mar 2002.

AMARAL, T. **Alteração de limite de potência de pequenas centrais hidrelétricas: uma avaliação de impactos na matriz elétrica brasileira**. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, 2010.

ALTERIMA. **Roda d'água**. Disponível em: <<http://www.alterima.com.br/>>. Acesso em: 25 abr. 2011.

ASSIS, W. S. de. **A construção da representação dos trabalhadores rurais no sudeste paraense** / William Santos de Assis. Tese de Doutorado - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Instituto de Ciências Humanas e Sociais. III. Título, 2007. 242 p.

AZEVEDO NETTO, J.M.; ALVAREZ, G.A. **Manual de hidráulica**. 2.ed. São Paulo: Edgar Blucher, 2009, v.1, p.724

BC Livestock Watering. **Hydraulic ram**. <http://www.bc.ducks.ca/fs/watering/hydraulic.htm>. (29 Mar. 2000).

BRITO, Luiza Teixeira de Lima, SILVA, Dinarte Aéda da, CAVALCANTI, Nilton de Brito, DOS ANJOS, José Barbosa. e DO REGO, Maurício Mariano Alternativa tecnológica para aumentara disponibilidade de água no semi-árido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.3, n.1, p.111-115, Campina Grande, PB, DEAg/UFPB, 1999.

CGEE – Centro de Gestão e Estudos Estratégicos – Ciência Tecnologia e Inovação. **Plano de Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento da Amazônia Legal** - Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2013.

CORVALÁN, A.; GÁLVEZ. R. **Bomba de ariete hidráulico**. <http://www.cipres.cec.uchile.cl/~rgalvez/bomba.htm>. (29 Mar. 2000)

DAKER, A. **Captação e elevação e melhoramento da água: a água na agricultura**, Rio de Janeiro 2ª vol., 7ª ed. rev. E ampl. Rio de Janeiro Livraria Freitas Bastos, 408 p. il. Tab. 1987.

EMBRAPA AGROINDÚSTRIA TROPICAL **Aspectos agronômicos e de qualidade do pequi** / Maria Elisabeth Barros de Oliveira... [et al.]. (Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 113). Fortaleza, 2008. 32 p.

EMMI, M. F. **A oligarquia do Tocantins e o domínio dos castanhais**. 2.ed. Rev. Amp. Belém: UFPA/NAEA, 1999, 174p.

EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL DO ESTADO DO PARÁ – EMATER-PARÁ. **Plano de Desenvolvimento do Assentamento 26 de Março**, Ailce Margarida Negreiros Alves, Cássio Rafael Vasconcelos de Moura, Dayse de Sales Magalhães, Francivaldo Silva Lima, José César de Souza, Ariosvaldo Andrade dos Santos e Gilcivan Pereira Mesquita. INCRA, MARABA, 2012.

GOMES, M. S. F e SILVA, M. da S. - **Assentamento 26 de Março: Resgatando e Disseminando Sementes Crioulas**. Resumos do VIII Congresso Brasileiro de Agroecologia – Porto Alegre/RS, 2013.

GRAH, V. de F. **Solução alternativa para bombeamento de água e automação de sistemas de irrigação.** Monografia Apresentada à Universidade Federal de Lavras, Curso de Pós Graduação Lato Sensu em Formas Alternativas de Energia, Especialização em Formas Alternativas de Energia. Orientador: Dr. Luís Antônio Lima. LAVRAS/MG, 2013.

GUERRA, G. A. D. **O Posseiro da Fronteira: campesinato e sindicalismo no sudeste paraense.** Belém: UFPA/NAEA, 2001.

GUIMARÃES, Bruno Vinícius Castro, DE SOUZA, Elias Brasilino, ALVES, Ana Maria Abreu, MIRANDA, Manoel de Jesus de Souza e GUIMARÃES, Maycon Murilo Castro. Estudo econômico sobre o sistema de captação e abastecimento de água e suas implicações no meio ambiente. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer** - Goiânia, v.11 n.22; p. 2015.

HÉBETTE, J. **Cruzando a fronteira, 30 anos de estudo do campesinato na Amazônia.** 1. ed. Belém-Pa: EDUFPA, 2004. v. 4. 1400 p.

JENNINGS, G.D. **Hydraulic ram pumps.** s.l: North Carolina Cooperative Extension Service, 1996. (EBAE 161-92).

MacINTYRE, A.J. **Bombas e instalações de bombeamento.** 2.ed. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Dois, 1980.

MARI JÚNIOR, Alvaro, Angelo Gabriel Mari, CABRAL, Ana Claudia, FRIGO, Elisandro Pires e SANTOS, Reginaldo Ferreira. Vantagens e desvantagens da energia hidráulica. **Acta Iguazu**, Cascavel/PR v.2, n.4, p. 20-28, 2013.

MARTINS, José de Souza. **O poder do atraso** (Ensaio de Sociologia da História Lenta). 1. ed. São Paulo: Hucitec, 1994. v. 1.

MIRANDA, R. R. **A territorialidade dos movimentos sociais na Amazônia:** a realidade do município de Marabá, no Sudeste Paraense. IV Congresso Iberoamericano de Estudos Territoriales y Ambientales, MERIDA, ESPANHA, maio 2010.

PENTEADO, S. R. **Manejo da água e irrigação:** aproveitamento da água em propriedade ecológica. Edição do Autor. Silvio Roberto Penteado. Campinas SP, 2007. 220p.

ROCHEFER – Indústrias Mecânicas ROCHEFER Ltda, **Manual de Instruções** MS-Ultra, arquivo de internet disponível em: <http://www.rochfer.com.br/> 2015.

SANTOS, R. M. **Construção de uma bomba d'água, acionada por roda d'água, construídas com materiais alternativos.** Monografia Apresentada à Universidade Federal de Lavras, Curso de Pós Graduação Lato Sensu em Formas Alternativas de Energia, Especialização em Formas Alternativas de Energia. Orientador: Dr. Luís Antônio Lima. LAVRAS/MG, 2011.

SILVA, F. de A. S.; AZEVEDO, C. A. V. de. Principal Components Analysis in the Software Assitast-Statistical Attendance. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7, Reno-NV-USA: **American Society of Agricultural and Biological Engineers**, 2009.

SILVA, R. da; THIEL, A. A., LINO, S. R. L. e SOUZA, M, **Reuso da água com enfoque na Agricultura Familiar**, 31º Seminário de Extensão Universitária da Região Sul, FLORIANÓPOLIS, SC, 2013.

TOMAZELLO FILHO, Mario, DO COUTO, Hilton Thadeu Z., CHIMELO, João Peres e GARCIA, Pablo Vieitez. Madeiras de Espécies Florestais do Estado do Maranhão: I - Identificação e Aplicações **4º Congresso Florestal Brasileiro**, Belo Horizonte, Maio 1982.

WINNER, L. La **Ballena y el Reactor**. GEDISA Editorial. Arquivo digital Internet disponível em: <https://pt.scribd.com/doc/111357186/La-Ballena-y-El-Reactor-Edicion>. 2008.

ZANINI, J.R.; BEDUSCHI, L.C. **Elevação de água por aríete hidráulico e bomba de pistão acionada por roda d'água**. Jaboticabal: UNESP/FCAV, Depto. de Engenharia Rural, 1991. 58p.

CONSIDERAÇÕES GERAIS

O presente trabalho possibilitou a identificação de experiências de captação no sudeste paraense que servem de ponto de partida para construção e ampliação de conhecimento a respeito de captação e elevação de água nessa região. Permitiu avaliar tecnologias já existentes e ampliar leque de possibilidades de pesquisas dentro do tema.

A respeito dos estudos das tecnologias, carneiro hidráulico artesanal e roda d'água artesanal, foi possível verificar que o carneiro hidráulico apresentou maior vazão nas diferentes alturas de recalque, mas as duas tecnologias são importantes alternativas no que se refere a baixo custo, facilidade de manutenção e, também porque não dizer, melhor aproveitamento dos recursos hídricos em assentamentos de reforma agrária.

O presente estudo não se encerra, apenas inicia um campo fértil de possibilidades a serem construídas. Considera-se excelente desafio tocar essa caminhada que tem campo amplo e sedento campo para desenvolvimento de pesquisas.

Vale destacar, que por causa do tempo de afastamento do autor do lócus da pesquisa, impossibilitou alcançar objetivos e realizar algumas ações previstas no plano de trabalho do projeto de que certamente seriam componentes dessa dissertação, e certamente serão os primeiros desafios do LACEA. São eles:

- A participação mais efetiva dos agricultores no LACEA;
- A construção de ferramentas pedagógicas para integrar o LACEA às mais diversas disciplinas ministradas no CRMB;
- A realização de oficinas de formação na construção de instrumentos como carneiro e roda d'água artesanal;
- Construção de evento que possibilite socialização das experiências identificadas no estudo de caso do capítulo I, que seriam apresentadas pelos próprios atores para apreciação, discussão e apropriação por agricultores locais.

Importante ressaltar que essas ações fazem parte do cronograma de atividades do LACEA, uma vez que o projeto que deu origem a este trabalho, hoje está incluído como pesquisa permanente do Núcleo de Agroecologia do Campus Rural de Marabá.

O presente estudo também pôde indicar possibilidade de construção de cartografia regional dessas alternativas, vídeos educativos, entre outras possibilidades de construção no LACEA.

PRODUTOS GERADOS

Os produtos gerados pelo trabalho aqui posto foram:

- Cartilha de construção de carneiro hidráulico artesanal.
- Projeto de Pesquisa Integrado ao Núcleo de Agroecologia do Campus Rural de Marabá.
- Roda d'água e carneiro hidráulico instalados em lotes de reforma agrária no Assentamento 26 de março em fase experimental e de estudos.

ANEXOS

Roteiro Entrevista - Instituições com Experiências de Captação e elevação de água.

1: Identificação

Instituição:

Entrevistado:

Cargo/Função:

Tempo de atuação na Região:

2 - A instituição conseguiu identificar e ou acompanhar alguma atividade de captação ou elevação de água na região de atuação? Quais e onde?

3 - Foi realizada alguma socialização (encontro, intercambio ou dia de campo) com os demais assentados do entorno do lote da experiência ou na microrregião? Se sim onde?

4 - Existe no quadro de profissionais da instituição alguém que acumulou ou sistematizou dados ou informação a respeito de alguma experiência?

5 - Descrição Sucinta da Experiência

Experiência 1: () Captação () Elevação () Captação e Elevação

Nome:

Assentamento/Localidade/comunidade:

Numero/Nome do Lote:

Descrição: _____

Experiência 2: () Captação () Elevação () Captação e Elevação

Nome:

Assentamento/Localidade/comunidade:

Numero/Nome do Lote:

Descrição: _____

Experiência 3: () Captação () Elevação () Captação e Elevação

Nome:

Assentamento/Localidade/comunidade:

Numero/Nome do Lote:

Descrição: _____

Experiência 4: () Captação () Elevação () Captação e Elevação

Nome:

Assentamento/Localidade/comunidade:

Numero/Nome do Lote:

Descrição: _____

6 - A instituição tem interesse em fazer algum tipo de publicação? Onde?

7 - Observações: _____
