

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM CONSTRUÇÕES RURAIS E AMBIÊNCIA**

**ÁGUA RESIDUÁRIA PARA SANEAMENTO EM COMUNIDADES
RURAIS**

ALETHEA GOMES DE ARAUJO

**CAMPINA GRANDE – PB
AGOSTO - 2015**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM CONSTRUÇÕES RURAIS E AMBIÊNCIA**

ALETHEA GOMES DE ARAUJO

ORIENTADOR: Prof. Dr. RENILSON TARGINO DANTAS

**CAMPINA GRANDE – PB
AGOSTO - 2015**

ALETHEA GOMES DE ARAUJO

**ÁGUA RESIDUÁRIA PARA SANEAMENTO EM COMUNIDADES
RURAIS**

Dissertação apresentada ao Programa
de Pós Graduação em Engenharia
Agrícola da Universidade Federal de
Campina Grande, em cumprimento
das exigências para obtenção do Grau
de Mestre em Engenharia Agrícola.

Área de concentração: Construções Rurais e Ambiente

CAMPINA GRANDE- PB

Agosto - 2015

DEDICATÓRIA

Aos proprietários da casa em que o experimento foi implementado: Renato Severino, Cristina Rojas e do pequeno Sebastião.

A meu Pai: Odilon Juvino de Araujo, fonte de inspiração e coragem!

A Minha colega de curso: Valneide Rodrigues, por sua força e ajuda!

Ao meu orientador: Renilson Targino Dantas que soube me conduzir com clareza e paciência, em meio a tantas turbulências em minha vida nesses anos de mestrado.

Passei por muitas dificuldades psicológicas, como a passagem da minha mãe para outra dimensão e o acidente de carro que levou comigo uma grande amiga: Livia. E em meio a essas dificuldades, lá estava meu orientador, sempre me apoiando e sentindo meu tempo para saber me conduzir.

AGRADECIMENTOS

Agradeço pelo vento
E agradeço pelo ar
Agradeço pela Floresta
De onde vem este Poder

Agradeço por este dia
E agradeço por esta noite
Agradeço pelas Estrelas
Que estão a me guiar

Agradeço a este poder
Que me leva a Deus de amor
Que abre a minha consciência
Para um dia eu me conhecer.

Obrigada a todos.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS..	XII
LISTA DE TABELAS	XIII
RESUMO	XIV
ABSTRACT	XVI
1. INTRODUÇÃO	14
2. OBJETIVO GERAL	17
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
3. HIPÓTESE	18
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
4.1 SITUAÇÃO ATUAL DAS COMUNIDADES RURAIS	19
4.2 ECLOGIA E ÉTICA	20
4.3 CICLO HIDROGRÁFICO	20
4.4 ASPECTOS DA DISTRIBUIÇÃO DAS ÁGUAS NO BRASIL	21
4.5 FALTA D'AGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO	22
4.6 CONSUMO CONSCIENTE DA ÁGUA	23
4.7 SOLUÇÃO PARA REDUÇÃO DE CONSUMO DE ÁGUA NO BANHEIRO	24
4.8 REUSO DA ÁGUA	25
4.9 TIPOS DE FOSSA	26
4.9.1 ECOFOSSA	26
4.9.2 FOSSA SÉPTICA	27
4.9.3 FOSSA COMUM	28
4.10 TIPOS DE BANHEIROS	29
4.10.1 BANHEIRO SECO	29
4.10.2 LATRINAS OU PRIVADAS COM FOSSA SÉPTICA	30
4.10.2.1 INSTALAÇÃO E MANUTENÇÃO	30
4.10.3 BANHEIRO MOLHADO	30

4.10.3.1	TAMANHO DO BANHEIRO	31
4.10.3.2	VASO SANITÁRIO	32
5.	MATERIAIS E MÉTODOS	33
5.1	PROJETO	33
5.1.1	CONSTRUÇÃO DA FOSSA SÉPTICA	33
5.1.2	ENCANAMENTO E CAIXA D'GUA	35
5.1.3	BANHEIRO COMUM	41
5.2	SUSTENTABILIDADE	41
5.3	TAREFAS E EVENTOS	42
5.4	ANÁLISE DA ÁGUA	43
6.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	44
6.1	ANÁLISE DO CONSUMO DA ÁGUA	44
6.2	ANÁLISE DA ÁGUA	47
6.2.1	ÁGUAS CINZA	47
6.2.2	ÁGUAS NEGRAS	48
6.3	CUSTO DE IMPLANTAÇÃO	50
7.	CONCLUSÃO	53
8.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54

LISTAS DE FIGURAS –

FIGURA 1. Mapa de distribuição rural por Estado	19
FIGURA 2. Abastecimento de água	20
FIGURA 3. Tabela de Abastecimento de água por região	20
FIGURA 4. Ciclo hidrovitário	21
FIGURA 5. Distribuição dos recursos hídricos e superfície e população por região	22
FIGURA 6. Fossa seca	26
FIGURA 7. Fossa séptica	28
FIGURA 8. Fossa comum	29
FIGURA 9. Vista detalhada de um sistema de distribuição de água	31
FIGURA 10. Planta baixa de um banheiro seco popular	32
FIGURA 11. Aterramento com pneus (respiradouro)	34
FIGURA 12. Tubo exaustor de gás	34
FIGURA 13. Trabalhador montado a fossa	34
FIGURA 14. Acabamento com concreto e argamassa	34
FIGURA15. Pneus Alinhados	34
FIGURA 16. Ângulo do exaustor e tubo de entrada	34
FIGURA 17. Fossa atualmente coberta com bananeiras	35
FIGURA18. Caixa d'água da fossa	36
FIGURA19. Desenho esquemático do sistema de retorno d'gua	40
FIGURA20. Pia	41
FIGURA21. Vaso	41
FIGURA22. Chuveiro	41
FIGURA23. Desenho do tanque de armazenamento de águas cinzas e sua utilização	43

LISTAS DE TABELAS

	Página
TABELA 1. Temperatura em Aldeia/março/2015	44
TABELA 2. Consumo médio de água do chuveiro	45
TABELA 3. Consumo médio diário na higiene bucal	45
TABELA 4. Utilização do Lavatório para higiene das mãos	46
TABELA 5. Utilização Geral	46
TABELA 6. Resultados das características biológicas e físicas – águas cinza	47
TABELA 7. Resultados das características biológicas e físicas – águas negras	49
TABELA 8. Temperatura da água em Aldeia/Março/2015	49
TABELA 9. Planilha Orçamentaria da Construção de um Banheiro Convencional Rural	51
TABELA 10. Planilha Orçamentaria da Construção de um Banheiro Convencional Rural Sustentável	52

RESUMO

Os impactos ambientais não eram considerados fatores importantes na evolução tecnológica até algumas décadas, serem imperceptíveis. A partir da revolução industrial e tecnológica, tornou-se necessária a intervenção no processo evolutivo a fim de minimizar os impactos e preservar o meio ambiente com sustentabilidade. Atualmente, a preocupação ambiental é um dos assuntos mais abordados em todas as áreas da ciência. Uma das medidas eficazes para reduzir os efeitos danosos ao ecossistema é o saneamento ambiental. Frente a esta necessidade pretende-se, com a pesquisa, indicar uma solução de baixo custo para as comunidades rurais e tradicionais. Através do projeto de uma estrutura sanitária sustentável como maneira eficiente de economizar água, não contaminando o ambiente, aproveitando os dejetos gerados e que, ao mesmo tempo, promova o conforto e a funcionalidade das instalações sanitárias tradicionais. Para a realização da pesquisa foi desenvolvido e elaborado o projeto arquitetônico e de engenharia, dentro dos padrões recomendados, contendo: planta baixa, fachadas, cortes e instalações elétricas e hidráulicas. Foram implantada um sistema sanitário (vaso sanitário, descarga, pia e fossa séptica) e uma estrutura de retorno das águas-cinza para armazenamento e sua reutilização. Verificou-se uma produção média diária: 216,90 litros com um consumo de 120,00 litros e sobra de 96,90 litros, o que finaliza redução de consumo, nas instalações, de 2.907,00 litros por mês. Para isto foi observada durante 30 dias a média por 24 horas de utilização e do consumo de água nas dependências. Observou-se a produção de águas cinza e o consumo na utilização do vaso sanitário. Da análise dos dados resulta a seguinte conclusão: o grande desafio do projeto foi adequação do conforto tradicional na utilização do banheiro com significativa economia de água. As instalações adaptadas para seu uso de forma sustentável apresentaram resultados positivos, de vez que esta adaptação não interferiu no conforto.

ABSTRAC

The environmental impacts were not considered important factors in technological evolution until a few decades because they were imperceptible. From the industrial and technological revolution, it became necessary to intervene in the evolutionary process, in order to minimize the impacts and preserve the environment and sustainability. It is currently the environmental concern one of the most discussed topics in all areas of science. One of the effective measures to reduce the harmful effects to the ecosystem is the environmental sanitation. In view of this need it is intended, with this research, indicate a low cost solution for rural and traditional communities. Through a design of a sustainable health structure as an efficient way to save water, not contaminating the environment, taking advantage of the generated waste and at the same time, promote the comfort and functionality of traditional toilets. To conduct the study was developed and prepared the architectural and engineering design within the recommended standards, including: floor plan, facades, cuts and electrical and hydraulic installations. A health system was implemented (toilet, discharge, sink and septic tank) and a return structure of gray water for storage and re-use. There was a daily average production: 216.90 liters with a consumption of 120.00 liters and plenty of 96.90 liters, which finish a reduction in consumption on the premises, to 2907.00 liters per month. For this was observed during 30 days average for 24 hours of use and water consumption on the premises. It was observed the production of ash and water consumption in use of the toilet. Data analysis results the following conclusion: the big design challenge was adequacy of traditional comfort in the use of the bathroom with significant savings of water. Facilities adapted for use in a sustainable manner had positive results, as this adaptation did not interfere in comfort..

1 INTRODUÇÃO

A evolução intelectual da humanidade proporcionou inúmeros benefícios tecnológicos para a vida do homem no planeta. O século atual indica uma série de mudanças nas esferas social, econômica, política e cultural; outra das causas dessas mudanças é o desenvolvimento tecnológico, que foi acelerado após a segunda guerra mundial. Em conjunto com a evolução surgiram o aumento da população e a aglomeração em centros urbanos cada vez maiores. Com o surgimento da industrialização e do capitalismo se iniciou, no mundo não só um estilo de vida consumista mas também a exploração dos recursos naturais do planeta para se abastecer. No começo, os impactos ambientais não eram considerados fatores significativos, pois eram imperceptíveis. Ao decorrer do tempo tornou-se necessária a intervenção a fim de preservar o meio ambiente; hoje, porém a preocupação ambiental é um dos assuntos considerados em todas as áreas da ciência.

Na agricultura, um dos fatores da degradação ambiental se dá através da diminuição da agricultura familiar devido aos grandes produtores ocorrendo, assim, o êxodo rural (MARRA, 2011). Os grandes latifúndios geram o cultivo de monoculturas além da utilização em grande quantidade de adubos químicos e agrotóxicos, degradando imensas áreas, diferente dos pequenos produtores que, para sobreviver, plantam de acordo com a época, com variedade de cultura e com pouca utilização de adubos químicos. Além disto, o êxodo rural colabora com a migração para grandes centros urbanos e os resíduos gerados neles estão sendo escoados, em sua maioria para o meio ambiente (solos, rios e mar sem qualquer tipo de tratamento ou reciclagem dos mesmos).

Uma das medidas através das quais se tenta minimizar e controlar alguns dos impactos ambientais, é o saneamento ambiental. Segundo a Fundação Nacional de Saúde (2007) o conjunto de ações socioeconômicas para alcançar salubridade ambiental por meio de abastecimento de água potável, coleta e disposição sanitária de resíduos sólidos, líquidos e gasosos, drenagem urbana, controle de doenças transmissíveis e demais serviços, com a finalidade de proteger e melhorar as condições de vida urbana e rural, se chama: saneamento.

Uma tecnologia bastante atual é a Permacultura que consiste em planejar, implantar e manter, com consciência, o uso de produtos que tenham a diversidade, resistência e estabilidade como nos ecossistemas naturais, resultando na junção

harmônica da natureza com os seres humanos visando gerar energia e alimentação, habitação, entre outros, de forma sustentável (ORTIZ, 2003).

Frente a esta tecnologia, em diversos países do mundo o banheiro sustentável é considerado uma tecnologia nova e eficaz; basicamente, usa de processos para tratar e sanitizar os dejetos humanos que reduzem, de forma considerável e/ou total o uso de água (ALVES, 2009). O tipo de projeto utiliza dois princípios básicos de tratamento de resíduos: armazenamento e ambiente do banheiro em sua forma de utilização para evitar efluentes diluídos, mantendo o material nitrogenado em uma forma sólida ou concentrada para, futuramente, ser utilizada em alguma atividade humana apropriada, como a agricultura.

Além deste tipo de tecnologia existe o tratamento de águas cinza são aquelas provenientes dos lavatórios, chuveiros, e tanques, porém neste conceito não há um consenso internacional (FIORI, 2006) visto que as águas cinza contêm componentes como sabão e outros produtos utilizados pelos seres humanos. Estudos realizados no Brasil e no exterior indicam que neles são encontrados elevados teores de matéria orgânica, de sulfato, além de alta turbidez e moderada contaminação fecal (GONÇALVES, 2006). Assim, para se trabalhar com esta tecnologia necessita-se de um tratamento específico para a águas cinza serem utilizadas sem prejuízo do meio ambiente e da saúde.

A população de baixa renda e que reside em locais difusos e periféricos é excluída, em sua maioria, da tecnologia de saneamento convencional; contudo, as sociedades indígenas, grupos rurais e assentamentos, tal como comunidades pertencentes às metrópoles, cidades médias e pequenas, possuem suas lógicas internas diferenciadas, vinculadas à visão de mundo, aos mitos, às tradições e à estrutura familiar; podem parecer estranhas essas realidades culturais próprias para quem não participa desses grupos sociais mas são muito importantes na proporção da saúde e do saneamento, por sustentar conceitos importantes com vista a esses campos.

Comunidades tradicionais são grupos considerados culturalmente diferenciados, possuindo formas de organização social própria. Ocupando e usando locais e recursos naturais para reproduzir seus costumes culturais, sociais, religiosos, ancestrais e econômicos, utilizando inovações e práticas da tradição (REBESA, 2009).

As secas no semiárido brasileiro são históricas, datando do ano de 1587 o primeiro relato sobre o fenômeno, havendo sido presenciado a primeira vez, pelo jesuíta Fernão Cardim, nos estados da Bahia e Pernambuco (CIRILO, 2008).

Portanto, as secas nesta região se configuram como fenômeno natural, recorrente, com o qual é necessário aprender a conviver da mesma maneira que os países de clima temperado convivem com o frio e as nevascas. O governo brasileiro trabalha, hoje, com esta mentalidade, mudando o enfoque antigo de “combate às secas” para “convivência com o semiárido”. Este enfoque é facilitado pela atual capacidade de previsão do fenômeno, por meio de informações meteorológicas advindas de conhecimentos técnicos e estudos climáticos, podendo-se programar estudos e projetos viáveis, tomando medidas capazes de aliviar seus efeitos. Frente a esta necessidade ambiental pretendeu-se, com esta pesquisa, indicar uma solução de baixo custo para as comunidades rurais e tradicionais, através de um projeto de uma estrutura sanitária sustentável como maneira eficiente de economizar água, não contaminando o ambiente e aproveitando os dejetos gerados e, ao mesmo tempo, possua o conforto dos banheiros tradicionais.

2 OBJETIVO GERAL

Projetar um sistema sanitário econômico que utilize, como tecnologia, o banheiro séptico e reúso de água.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar tipos de materiais apropriados para a instalação do produto, visando: sustentabilidade, baixo custo e conforto.

- Utilizar a tecnologia do banheiro como economia de água no processo;

- Observar a usabilidade do ambiente do banheiro econômico;

- Analisar o sistema de reúso de água, em sua funcionalidade e manutenção;

3 HIPÓTESES

- a) Contribuir para a diminuição de consumo de água como solução de um problema ambiental reduzindo os custos de construção desta alternativa ecológica, para as comunidades rurais;

- b) Quanto aos aspectos físicos e funcionais da fossa séptica será ecológica devido ao uso da planta bananeiras.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 SITUAÇÃO ATUAL DAS COMUNIDADES RURAIS

De acordo com o Censo Demográfico realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE/2010, cerca de 29,9 milhões de pessoas residem em localidades rurais no Brasil, totalizando aproximadamente 8,1 milhões de domicílios. A figura 1, a baixo, ilustra a distribuição rural por estado.

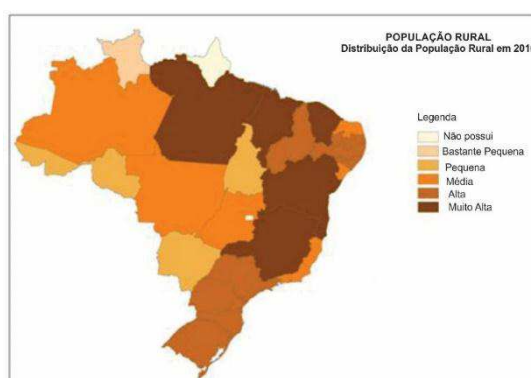


Figura 1: Mapa de Distribuição Rural por Estado (Fonte: IBGE – Senso 2010)

Apenas 33,2% dos domicílios nas áreas rurais estão ligados a redes de abastecimento de água com ou sem canalização interna e 66,8% restantes captam água de chafarizes e poços protegidos ou não (Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios – PNAD/2012). A situação fica mais crítica quando são analisados dados de esgotamento sanitário: apenas 5,2% das moradias rurais possuem a rede de coleta de esgoto, 28,3% utilizam a fossa séptica como solução para o tratamento de dejetos e 66,5% depositam os dejetos em “fossas rudimentares” lançando os dejetos em cursos d’água ou diretamente no solo a céu aberto (PNAD/2012).

De acordo com as Figuras 2 e 3 esta situação contribui para o surgimento de doenças de transmissão hídrica, parasitose intestinal e diarreias, responsável pela elevação da taxa de mortalidade infantil. Os projetos e ações de saneamento em áreas rurais visam à diminuição deste quadro promovendo, assim, a inclusão social de grupos sociais, mediante as ações integradas como: saúde, habitação, igualdade e preservação do meio ambiente.

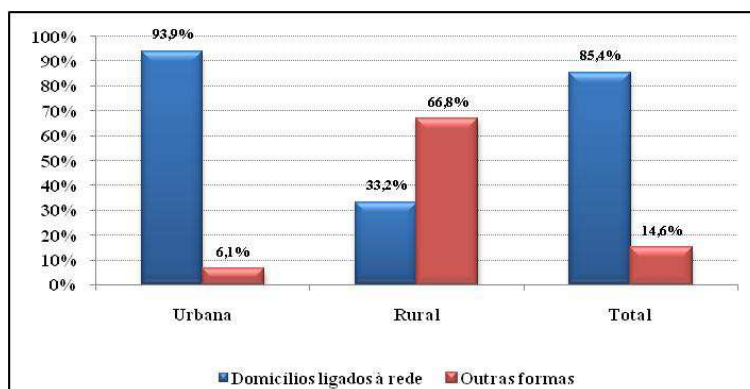


Figura 2 - Abastecimento de Água (fonte: IBGE/PNAD – 2012)

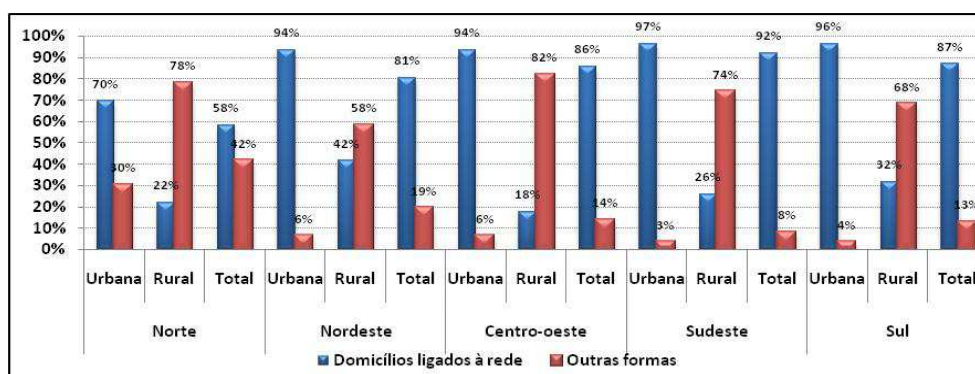


Figura 3 - Tabela de Abastecimento de Água por Região

4.2 ECOLOGIA E ÉTICA

Segundo Papanek (2007) é fato que o meio ambiente e o equilíbrio ecológico do planeta se tornaram insustentáveis. Razão por que é fundamental aprendermos a preservar e conservar recursos da terra mudando os nossos padrões básicos de consumo, fabrico e reciclagem; o autor ainda afirma que existe uma dimensão ecológica e ambiental em todas as atividades humanas, isto é um operário de construção rural necessita analisar como seu trabalho interfere no meio ambiente.

4.3 CICLO HIDROLÓGICO

Visto que o projeto de Permacultura se inspira nas atividades dos ciclos naturais e pensando na economia de água, é imprescindível se ter um conhecimento do ciclo hidrológico no planeta. Observando a Figura 4 nota-se que o ciclo hidrológico é o movimento contínuo da água nos oceanos, continentes e na atmosfera. Este movimento

acontece pela energia do Sol e a força da gravidade, através da evaporação das águas dos oceanos e continentes. Na atmosfera o fenômeno é a formação de nuvens que, quando carregadas, provocam precipitações, na forma de orvalho, chuva, granizo ou neve, já nos continentes, a água precipitada pode surgir em diferentes caminhos: Evaporação retornando a atmosfera, fluir lentamente entre as partículas e espaços vazios das rochas e solos (podendo ficar armazenada, formando aquíferos) e congelada (ANA, 2005).

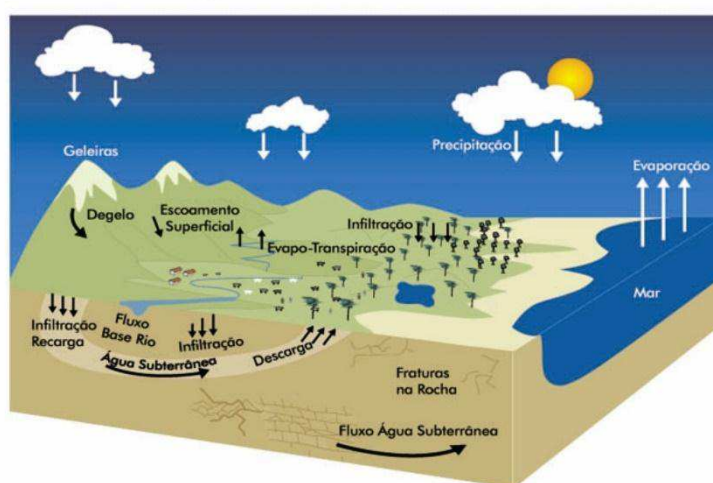


Figura 4: Ciclo Hidrológico (Fonte: SANTOS, Devanir Garcia. Reuso da Água, 2010)

4.4 ASPECTOS DA DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA NO BRASIL

O único recurso natural responsável por todos os aspectos de sobrevivência da humanidade é a água doce. Desde o desenvolvimento industrial e agrícola, a valores religiosos, culturais enraizados na sociedade são considerados um recurso essencial à vida, pois faz parte do componente bioquímico dos seres vivos do planeta (BICUDO, 2010).

O Brasil possui uma quantidade de água bastante privilegiada, com a maior reserva de água doce da terra, 12% do total mundial, tendo como a maior, as Bacias Amazônicas. A Região Amazônica é a maior bacia fluvial do mundo e mais de 90% de seu território recebem chuvas em abundância durante o ano propiciando, desta forma condições geográficas e climáticas à formação de redes de rios. A maior exceção do Brasil é o semiárido, onde ocorrem baixas precipitações pluviométricas e, em sua maioria dos rios são temporários ou intermitentes (RICARDO e CAMPANILI, 2007).

A distribuição de água não é, uniforme, internamente, como se pode observar na Figura 5. A Amazônia possui, com baixa concentração populacional 78% da água superficial do Brasil. Já no Sudeste a relação é inversa cuja a concentração populacional tem disponíveis, 6% do total de água, principalmente no semiárido brasileiro (equivalente a 10% do território nacional em quase metade dos Estados do Nordeste) não existe uma relação adequada (RICARDO e CAMPANILI, 2007).

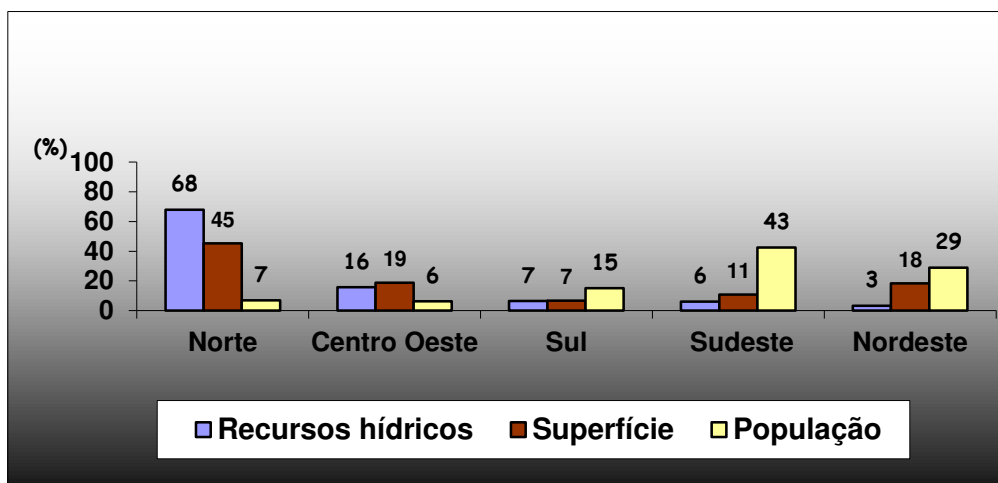


Figura 5 - Distribuição dos Recursos Hídricos, Superfície e População por Região (Fonte: SANTOS, Devanir Garcia. Reuso da Água, 2010)

4.5 FALTA D'ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

O semiárido brasileiro possui atualmente, possui área de 892.309,4 km² (cerca de 11% do seu território brasileiro) conforme Relatório Final elaborado pelo Grupo de Trabalho Interministerial para Redelimitação do Semiárido Nordestino e do Polígono das Secas, criado no dia 29 de março de 2004 pela Portaria Interministerial nº 6, além de 12,3% da população do País (20.858.264 habitantes) em 1.133 municípios, o que representa, respectivamente, 21 habitantes/km² e 22% dos municípios brasileiros (ARAÚJO, 2013).

As características fisiográficas naturais, marcantes do Semiárido e que favorecem a escassez hídrica, são (ARAÚJO, 2013):

- Pouca chuva: a precipitação média anual varia de 250 a 600 mm/ano;

- Solos geralmente férteis, porém rasos e, normalmente, com espessura inferior a 1 m;
- Bioma da caatinga: vegetação rala, constituída de árvores de baixo porte, vegetação arbóreo-arbustiva, possuindo folhas hastes espinhentas e miúdas adaptadas para conter os efeitos de uma evapotranspiração muito intensa;
- Área de rochas com minerais bem cristalizados possuindo vastas áreas de imensos maciços de rochas subaflorantes ou aflorantes;
- Rede hidrográfica densa constituída, em sua maior parte, de rios intermitentes, o que gera necessidade de captação e armazenamento de água por meio de obras hidráulicas artificiais (açudes, cacimbas, poços amazonas, poços tubulares, cisternas e barragens subterrâneas);
- Baixa vocação hidrogeológica, ou seja, com pouca capacidade de armazenamento de água subterrânea;
- Em média, são mais de 3.000 horas de sol durante o ano, favorecendo o elevado potencial de perda de água por evapotranspiração, que atinge 2.500 mm ao ano.

4.6 CONSUMO CONSCIENTE DE ÁGUA

Detoni (2005) explica que a água é um recurso natural finito e de fundamental importância para sobrevivência dos seres vivos, além de indispensável como recurso para a produção, desenvolvimento econômico e qualidade de vida humana, esta em escassez no planeta.

Segundo Amazonas (2002) e apesar do planeta ter 70% de água em sua superfície, apenas 1% de todo o recurso natural existente está disponível para o

consumo humano ocorrendo desigualdade em sua distribuição espacial. De acordo com as Nações Unidas, a estimativa é que até 2015 pelo menos 11% da população mundial, o equivalente a 783 milhões de pessoas permanecerão carentes de água potável.

Diante desses fatos é de fundamental importância a concepção de projetos que reduzam o consumo de água através da sua reutilização

4.7 SOLUÇÕES PARA REDUÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA NO BANHEIRO

Analisando o lado humano da usabilidade do banheiro, foram pesquisadas algumas soluções sugeridas para o uso dos banheiros comuns, são elas (TOMAS, 1998):

- Torneiras únicas – a utilização de torneiras com saída individual para água quente e fria aumenta o consumo, visto que, para se chegar à temperatura ideal, o consumidor desperdiça um volume considerável; daí a melhor solução é uma torneira com saída única de água pois a regulagem da temperatura se dá automaticamente, conforme o volume que está fluindo.
- Urinar no banho – Ajuda a economizar uma descarga, o que representa 12 litros de água potável que deixam de ser usados; de acordo com os dados da fundação SOS Mata Atlântica, este hábito contribui para reduzir o desperdício de água.
- Garrafa PET dentro da descarga – Em pesquisas feitas pela equipe do grupo Envolverde, em São Paulo, Capital, para reduzir o volume de água sem prejudicar a eficiência da descarga, uma alternativa simples é encher uma garrafa PET de dois litros e colocar dentro da descarga, desde que ela ocupa o espaço que seria da água diminuindo o consumo sem impactar a eficiência da descarga.
- Duchas de alta potência - evitar esse tipo de chuveiro, pois consomem mais água, em apenas um minuto sua vazão pode atingir 15 litros de água aquecida.

- Arejador – é um instrumento que pode ser colocado dentro de chuveiros e pias para reduzir o consumo; diminui a tensão superficial da água durante a vazão diminuindo também os respingos, a economia pode chegar até 50% (NINA, 1996).

4.8 REUSO DA ÁGUA

Estima-se que 99% das águas existentes no nosso planeta não estão disponíveis para uso, pois 2% estão nas geleiras e 97% estão nos oceanos (salgadas), restando apenas 1% para os recursos hídricos. O Brasil possui 8% de toda a água doce da superfície do planeta e 80% deste volume estão na região amazônica (LIBÂNIO, 2005).

Neste contexto a solução promissora para sanear o abastecimento dos agricultores é o reúso de águas de qualidade inferior; o reaproveitamento da água é um processo na qual a água é tratada ou não.

Uma vez que ainda não existe uma legislação que regulamente os parâmetros para tratamento da água visando ao reúso, o mercado tem adotado os critérios estabelecidos pela norma ABNT NBR 13.969 de setembro de 1997; as aplicações e os padrões de qualidade descritos pela norma são apresentados no quadro a seguir.

Os tipos de tratamento são:

- a) Tratamento preliminar: processo físico; ocorre a remoção dos sólidos grosseiros sendo feita a remoção dos materiais em suspensão, através da utilização de grelhas e de crivos grossos.
- b) Tratamento Primário: processo físico-químico; ocorre a separação de partículas líquidas ou sólidas, através de processos de floculação e sedimentação utilizando-se floculadores e decantadores.
- c) Tratamento Secundário: ocorre a remoção de matéria orgânica, por meio de reações bioquímicas; Porem ser aeróbicos ou anaeróbicos.
- d) Tratamento Terciário: nesta operação, também chamada “polimento”, ele se faz a filtração, cloração ou ozonização para remoção das bactérias.

4.9 TIPOS DE FOSSA

Foram pesquisadas, para melhor entender o projeto de uma fossa, os tipos de fossas que existem no mercado.

4.9.1 ECOFOSSA

A Ecofossa é uma tecnologia também conhecida como bacia de evapotranspiração, fossa de bananeiras ou tanque séptico (sistema de tratamento da água proveniente da descarga de sanitário convencional com águas negras). É considerada uma tecnologia da Permacultura; esta tecnologia evita a poluição dos solos, das águas superficiais e do lençol freático (NINA, 1996).



Figura 6 - Fossa seca – Cartilha eco fossa e tonel de decantação – Universidade Federal de Lavras da Mangabeira – Núcleo de Estudos em Agroecologia e Permacultura, 2011.

Seu funcionamento se dá através da separação das águas negras (dejetos do sanitário) e cinza (torneira comum) para o reaproveitamento (Figura 6). A água negra será jogada direto na fossa e a água cinza, aquela que sai da máquina de lavar, pias e chuveiros, deve ir para outros sistemas de tratamento como um círculo de bananeiras ou filtro biológico com britas sem a necessidade de impermeabilização do solo.

Nina (1996) apresenta os materiais necessários para a construção deste projeto:

- a) Materiais: Material poroso tipo tijolo ou telha quebrada ou entulhos da obra; pedra brita; areias: fina e média; pneus velhos de automóveis; cimento e/ou tela plástica, terra.
- b) Ferramentas: pá, cavadeira; carrinho de mão; picareta, trena colher de pedreiro;
- c) Trincheira com solo impermeabilizado, área de 3,0m² e 1,0m de profundidade;
- d) Câmara de recepção construída com uma série de pneus alinhados em sequência;
- e) Camada de entulho de obras até o recobrimento dos pneus;
- f) Camada delgada de brita grossa (peneira B25) e brita fina (peneira B19);
- g) Camada de Areia;
- h) Camada de terra;
- i) Plantas: após a decomposição anaeróbia da matéria orgânica e mineralização, há a absorção dos nutrientes e da água pelas raízes.

4.9.2 FOSSA SÉPTICA

São fossas com unidade de tratamento primário de esgoto doméstico em que são feitas separação e transformação de material sólido contido no esgoto. Por isto se torna uma benfeitoria complementar e necessária às moradias. Elas evitam o lançamento de dejetos humanos diretamente nos rios, lagos, nascentes ou superfície do solo trazendo grande benefício evitando, então, doenças, verminoses e endemias (NINA, 1996).

Sua estrutura é formada por um tanque enterrado que recebe o esgoto e retém a parte sólida e mais dois tanques de separação. Deve-se construir observando-se uma distância das moradias para evitar mau cheiro de modo a se evitar aumento do custo de tubulação. Recomenda-se a distância de 4 metros em relação à residência, bem como observar a direção do vento predominante. Indica-se que a tubulação e canalização não devem ter curvas; o tamanho da fossa séptica depende do número de pessoas que irá utilizar o banheiro; geralmente é dimensionada em função de um consumo médio de 200 litros de água por pessoa ao dia; as fossas sépticas podem ser de dois tipos:

- Pré-moldadas – em formato cilíndrico, são encontradas no mercado; o menor tamanho encontrado é para capacidade de 1000 litros, medindo 1,1 x 1,1 metros (altura x diâmetro) (figura 7).

- Feitas no local – são construídas no local, geralmente em alvenaria de tijolo ou blocos de argamassa ou concreto.

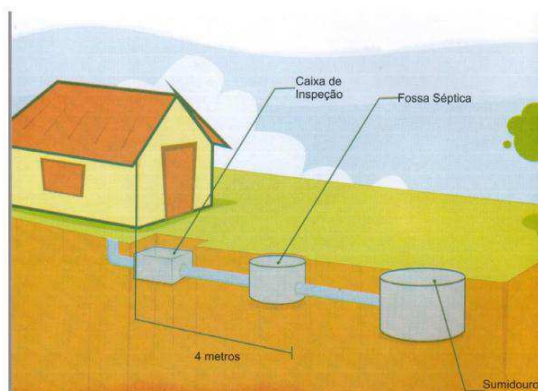


Figura 7- Fossa Séptica - CAESB – Instruções para instalação de fossa séptica e sumidouros em casa

4.9.3 FOSSA COMUM

A fossa mais comum nas casas no Brasil é a fossa construída através de uma escavação no local do terreno onde deverá ser instalada. O fundo deve ser compactado, nivelado e coberto com uma camada de cinco centímetros de concreto magro; as paredes são feitas com tijolo cerâmico, blocos de concreto ou maciço e devem ser tampadas com uma laje em concreto armado. Todos os dejetos do(s) banheiro(s) da casa são derivados para esta estrutura (Figura 8) que funciona como receptor e depósito. Quando completamente cheia é aconselhável a realização de uma limpeza em geral, feita com equipamento especializado de alto custo operacional (NINA, 1996).



Figura 8 - Fossa Comum

4.10 TIPOS DE BANHEIROS

4.10.1 BANHEIRO SECO:

O modelo sanitário de degradação biológica hemofílica de dejetos humano em uma câmara especial, se chama banheiro seco (ZAVALA, 2006). Este tipo de banheiro não carece de água para transporte, armazenamento ou tratamento dos resíduos e possui duas unidades básicas: o acento, igual ao banheiro tradicional, e o armazenador de excretas. Segundo a Agência Alemã de Cooperação Técnica (GTZ) a compostagem é degradada matéria orgânica através de bactérias aeróbias termofílicas, fungos e actinomicetes e, se submetida a condições ótimas de temperatura, é possível a remoção efetiva de patógenos. Para alcançar tais temperaturas é conveniente uma boa aeração do material, através de certo nível de umidade e uma relação Carbono: Nitrogênio(C:N) específica. Berger et al. (2010) afirmam que os dejetos humanos, por si só, não se transformam em adubo em vista das altas concentrações de nitrogênio; para melhorar a aeração é necessário adicionar um material rico em carbono de modo a diminuir os níveis de água; para isto se sugere que após o uso do banheiro seco cada usuário deposite uma quantidade de material determinada para recobrir os dejetos podendo ser uma serragem ou uma palha (arroz, café, etc); para favorecer a aeração no interior do banheiro sugere-se um tubo de ventilação favorecendo, assim, o processo de degradação e ajuda a impedir o surgimento de odores.

Desta forma, nota-se que este sistema aplica ciclos biológicos do meio ambiente para tratar as excretas humanas, o que faz do banheiro seco uma tecnologia sustentável cujas construção e operação são de baixos custos (HERNÁNDEZ, 2006).

4.10.2 LATRINA OU PRIVADA COM FOSSA SECA

É o modelo mais simples, utilizado, em geral, em áreas rurais. Consiste em um poço escavado, nos quais os resíduos caem e lá mesmo se decompõem. A altura dos resíduos em relação ao nível da entrada do poço não pode ser inferior a 2,0 m, como forma de se evitar o surgimento de insetos. É importante assegurar a boa ventilação no interior do banheiro acompanhada de uma insolação eficiente (KERPE, 1980).

4.10.3 INSTALAÇÃO E MANUTENÇÃO

Segundo a FUNASA (2006) a instalação deve se dar em lugares livres de enchentes e acessíveis aos usuários, distante de poços e nascentes e em cota inferior a esses mananciais a fim de evitar a contaminação.

A manutenção nesta unidade sanitária é simples e de baixo custo, devendo ser observados aspectos como: entrada de água na fossa (o que não deve ocorrer) e problemas com mau cheiro (que podem ser evitados com a aplicação regular de cinza à fossa e medidas de higiene, como manter a porta do banheiro sempre fechada e o buraco sempre tampado quando não em uso). Assim que o nível de resíduos atinge dois terços do poço este precisa ser esvaziado ou um novo poço escavado (KARPE, 1980).

4.10.4 BANHEIRO MOLHADO:

O banheiro comum, ou Molhado, tem a seguinte composição: o vaso sanitário, descarga, encanamento até a fossa e o lixeiro para o papel higiênico (BARROS, 2000). A parte hidráulica corresponde ao conjunto de tubulações, conexões e acessórios que levam a água da rede pública até os pontos de consumo ou utilização dentro da habitação (Figura 9). Enfim, o sistema hidráulico se divide em:

- a) Sistema direto - todos os aparelhos e torneiras são alimentados diretamente pela rede pública.
- b) Sistema indireto - todos os aparelhos e torneiras são alimentados por um reservatório superior do prédio o qual é alimentado diretamente pela rede pública (caso haja pressão suficiente na rede) ou por meio de recalque, a partir de um reservatório inferior.

Misto – parte pela rede pública e parte pelo reservatório superior, o que é mais comum em residências, por exemplo, a água para a torneira do jardim vem direto da rua.

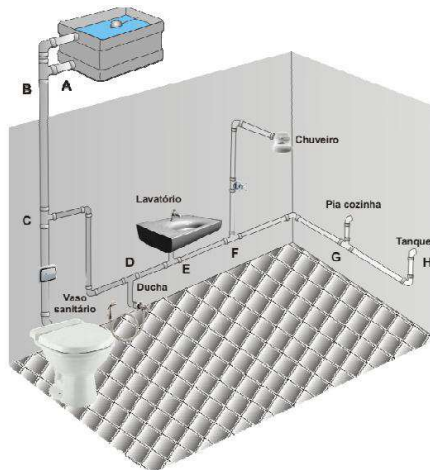


Figura 9 - Vista detalhada de um sistema de distribuição de água

4.10.4.1 TAMANHOS DE BANHEIROS

Segundo VALLE (2009) uma das grandes dificuldades em que se projeta uma casa, é definir os tamanhos dos cômodos, pois se deve observar o espaço disponível do terreno. O banheiro deve ter tamanho definido pelas necessidades dos moradores; é notável que um banheiro pequeno demais possa trazer desconforto e um banheiro muito grande se torna complicado para a limpeza; justamente por isso a definição do tamanho deve estar associada à necessidade como, por exemplo, à quantidade de pessoas que irão utilizá-lo.

Atualmente, os projetos de apartamentos populares e até em áreas nobres, estão cada vez com a área dos cômodos menores (Figura 10); considerando isto foi feita uma pesquisa de campo sobre tamanho de banheiros em casas populares rurais. São elas:

- 1.20 x 2.14
- 1.57 x 1.57
- 2.25 x 1.20
- 1.45 x 1.93
- 2.29 x 1.35
- 2.21 x 1.25

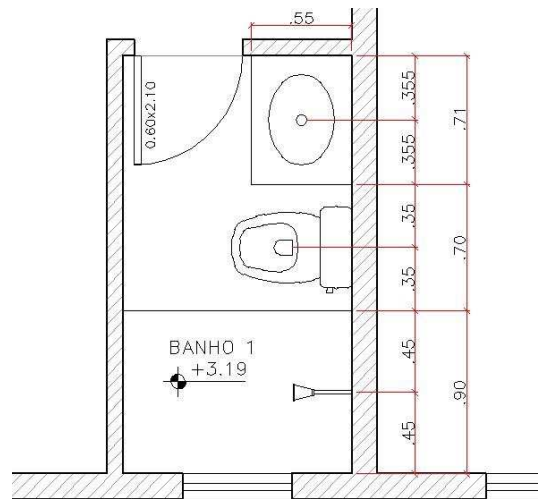


Figura 10 – planta baixa de um banheiro caseiro popular

4.10.4.2 VASSO SANITÁRIO

É o objeto utilizado para o ser humano satisfazer as necessidades fisiológicas (urinar e evacuar). Também conhecido como privada, bacia sanitária, trono, bojo ou patente, na linguagem mais popular. Normalmente, ele é confeccionado em cerâmica cuja boca ovalada é desenhada para garantir conforto; seu funcionamento é bastante simples: o vaso mantém uma quantidade de água no sifão de retenção do mau cheiro e uma caixa de descarga de 8 a 12 litros que após utiliza-lo, se ativa um botão para a água descer e levar os dejetos humanos (BARROS, 2000).

5 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na zona rural da PE 027, km 7, do Município de Camaragibe - PE, pertencente à região metropolitana de Recife, localizado na província da Borborema. Localiza-se na latitude 08° 01' 18" sul e na longitude 34° 58' 52" oeste, estando na altitude de 55 metros acima do nível do mar. Com a característica de Tabuleiros Costeiros, que é o relevo predominante no município, tendo altitudes acima do nível do mar. Sua vegetação nativa é a Mata Atlântica e os solos são Latossolos e Podzólicos (AZEVEDO, 2010).

5.1 PROJETO

Para a realização da pesquisa foi elaborado o projeto a partir de uma instalação sanitária pré-existente complementado com dimensionamento das estruturas destinadas ao sistema de reúso. A partir da instalação existente foi implantada uma estrutura de recebimento, filtração e retorno da água cinza para armazenamento e reutilização. O período de construção do projeto foi de julho de 2014 a fevereiro de 2015, para o desenvolvimento deste projeto foram utilizadas três etapas:

5.1.1 CONSTRUÇÃO DA FOSSA SÉPTICA

Para a execução desse tipo de fossa séptica foi realizada a escavação do terreno com 3,00m de comprimento, por 1,50m de largura e 1,20m de profundidade onde a mesma será instalada (Figura 11, 12, 13 e 14). O fundo da escavação foi compactado, nivelado e revestido com uma camada de 5,0 cm de espessura utilizando concreto simples no traço 1:3:5 (cimento, areia e brita) e as paredes de contenção lateral foram feitas em alvenaria de elevação com bloco cerâmico de 8 furos argamassado, sendo instalados 12 pneus de automóvel com aro de 13 a 15 polegadas de diâmetro usados, para servir como câmara de recepção e decomposição de dejetos através de bactérias aeróbicas. Durante a execução da alvenaria já foram instalados os tubos de PVC de esgoto de 100,0mm na entrada de materiais da fossa, de forma a propiciar a acumulação

das águas negras (Figura 15 e 16). As paredes internas da fossa foram revestidas com chapisco de argamassa à base de cimento e areia, no traço 1:3.



Figura 11: Aterramento dos pneus



Figura 12: Tubo exaustor de gás (respiradouro)



Figura 13 – Trabalhador montando a fossa.



Figura 14 – Acabamento com concreto e argamassa.



Figura 15 - Pneus alinhados



Figura 16 – Ângulo do exaustor e tubo de entrada

Na sequência foi realizado o enchimento dos vazios da fossa com metralha (material de demolição de construção) até atingir nível de cobertura dos pneus e completado com uma camada de 0,30 m de solo orgânico com adubação adequada para plantio de cultivares definidas para o local (Figura 17)



Figura 17: Fossa atualmente coberta por bananeiras

5.1.2 ENCANAMENTOS E CAIXA D'ÁGUA

Para a montagem do sistema hidráulico de recebimento das águas cinza foram utilizados 10,0m de tubos de PVC de esgoto de 50 mm de diâmetro acoplado em uma caixa d'água com capacidade para armazenamento de 500 litros, após passar pelo filtro confeccionado com uma bobona de 100 litros de capacidade preenchida com camadas de areia fina, areia média e cascalho com espessura de 0,20 m cada e câmara de armazenagem de água e saída de resíduos para limpeza e retro lavagem. Para o reúso foi instalada uma rede hidráulica utilizando-se 30,0 m de tubos de PVC classe 12 de 25 mm de diâmetro acoplados a uma bomba de 0,35 cv, pressurizando a água cinza até o reservatório elevado com capacidade de 200 litros confeccionado em bombona plástica reciclada .

A eletrobomba centrífuga de 0,35cv tem capacidade para atender à vazão requerida e à elevação da água cinza já utilizada no chuveiro e lavatório, conduzida por gravidade e depositada na caixa d'água de 500 litros para reúso na descarga.



Figura 18: caixa d'água da casa

A caixa d'água de 500 litros foi instalada no terreno, ao lado do banheiro, abaixo do nível das instalações, de modo a possibilitar o uso da força de gravidade; por bombeamento a água captada é elevada para a caixa d'água superior com auxílio de uma boia automática, para manter o nível máximo e mínimo da caixa que abastece a descarga.

O memorial descritivo a seguir detalha as especificações técnicas dos materiais utilizados no experimento:

- Escavação da fossa:

Após a locação da obra foi realizada a limpeza do terreno no local da escavação de 3,0m de comprimento por 1,5m de largura por 1,5m de profundidade resultando no volume total de 6,75m³, dos quais 1,35m³ correspondem ao volume das camadas orgânicas; no início dos trabalhos de escavação foi retirada a camada orgânica cujo material resultante foi estocado em local adequado para ser utilizado no reaterro final da camada superior onde será feito o plantio das cultivares na área sobre a estrutura implantada.

No processo foram utilizadas ferramentas convencionais, como: picareta, enxada, pás, carro de mão e outros, improvisados para facilitar o acabamento dos taludes e facilitar a construção das paredes de contenção lateral.

O material inorgânico resultante da escavação foi utilizado para regularização da área adjacente à construção de forma a facilitar a drenagem pluvial e impedir a entrada de água das chuvas na fossa.

- Impermeabilização do fundo:

Depois da regularização do fundo na profundidade desejada foi realizada a proteção impermeabilizada com concreto simples (magro) com argamassa de concreto de cimento, areia média e brita (B19) na espessura de 5,0 cm, o que resultou em um volume de 0,36 m³; os materiais foram adquiridos no mercado local, sem nenhum problema de disponibilidade.

O traço de 1:3:5 (cimento, areia e brita) foi feito manualmente pelo método tradicional.

O tempo de espera para a cura do concreto necessário à construção das paredes laterais, se deu 24 horas depois da sua aplicação; as cotas de comprimento e largura foram dimensionadas com a revanche de 0,25m para deixar o espaço necessário para a construção das paredes laterais sem prejuízo ao dimensionamento final da obra.

A declividade do fundo foi de 1,0% afortunada para o escoamento de água em prováveis futuras operações de limpeza.

- Paredes laterais:

Foram feitas em alvenaria, uma vez, de bloco cerâmico de 0,20X0,20 metros, rejuntados com argamassa de cimento e areia média no traço 1:3 (cimento e areia) obedecendo às técnicas tradicionais usadas para este tipo de operação.

O acabamento interno foi feito em argamassa aditivada com impermeabilizante tanto no chapisco como no reboco.

O período de cura foi de 48 horas até a instalação da Câmara de recepção de dejetos.

- Câmara receptora de dejetos:

Esta estrutura é confeccionada com diversos materiais que, neste caso, foram utilizados pneus usados descartados para uso em automóveis, com diâmetros variados adquiridos gratuitamente em borracharias (oficinas de conserto de pneus) no comércio próximo ao projeto.

Os pneus foram dispostos um ao lado do outro, até o preenchimento total do espaço longitudinal, com o cuidado de se mantê-los bem ajustados; isto se consegue aproveitando-se a flexibilidade da borracha e da estrutura do pneu. Este material, além de impermeável, baixo custo e alta durabilidade, contribui para a limpeza do meio ambiente, devido à sua utilização como forma de reciclagem.

- Encanamento de esgoto:

A tubulação de transporte de dejetos do banheiro até a fossa é confeccionada com tubo de PVC para esgoto branco de 100mm de diâmetro e canecções do mesmo diâmetro e material.

Antes da instalação da adutora é imprescindível a confecção de uma abertura no pneu, que vai servir para introduzir a tubulação de entrada de dejetos; neste local será instalado o tubo exaustor de gases, indispensável ao funcionamento da estrutura, que é de tubo de PVC para esgoto de 60 mm e com 3,0 m de comprimento.

O comprimento total da tubulação é de 18,0m suficientes para atender à necessidade de ligação entre a instalação sanitária e a fossa.

Os quantitativos de conexões foram definidos em função das ligações e da topografia do terreno.

- Reaterro:

Após a instalação dos equipamentos já descritos foi realizado o reaterro do espaço deixados entre as paredes e a câmara de recepção de dejetos utilizando-se material descartado da construção (metralha). Este material é escolhido e selecionado com pedaços de tamanho médio de modo a possibilitar a permeabilidade do substrato e ao armazenamento da água negra de descarga que será aproveitada pelas culturas que serão cultivadas sobre a fossa.

O volume total utilizado foi de 1,65 m³, suficiente para cobrir os pneus até a altura do diâmetro total; em seguida, o aterro é completado com o material orgânico resultante da escavação e completado com solo preparado para receber o plantio das cultivares que serão usadas na área.

- Instalações hidrossanitárias:

As instalações hidráulicas foram compostas pela seguinte estrutura:

- Adutora de coleta de água cinza: foram usados 10,0m de tubo de PVC leve branco de 60mm para interligação entre as instalações sanitárias e a caixa receptora inferior;

- Filtro: com a finalidade de reter detritos e materiais degradáveis originados nos pontos de coleta de água (banheiro e lavatório) foi instalado um filtro confeccionado com uma bombona de 100 litros de capacidade total. Como material filtrante foram utilizadas três camadas de materiais com granulometria diferente e espessura de 0,20m sendo a primeira de areia fina, a segunda de areia grossa e a terceira de cascalho. Neste equipamento existem um espaço para repouso da água acima do material filtrante e uma estrutura de tubulação para retrolavagem;

- Caixa receptora: foi utilizada uma caixa de material plástico com capacidade para 500 litros de armazenamento da água cinza, instalada em local que permitisse a captação por gravidade; a base foi regularizada e nivelada antes da colocação da caixa, de modo a facilitar a operação do sistema de coleta e a instalação dos equipamentos necessários ao funcionamento do sistema.

- Extravasor: Visando evitar a possibilidade de transbordamento de água da caixa foi instalado um extravasor com tubo de PVC com as mesmas especificações da tubulação de captação e ligado diretamente à fossa, de forma a impossibilitar desperdício de água, que deverá ser usada para irrigação de culturas e jardins.

- Caixa d'água superior: A fim de possibilitar o reúso da água cinza, foi instalado um recipiente com capacidade de 200 litros confeccionado com um tambor plástico usado como embalagem de gêneros alimentícios e

adquirido em pontos de venda de material reciclado; a altura da base dessa caixa e a de descarga do sanitário é de 3,5m, podendo ser reduzida em casos específicos.

- Instalações:

- a) Tubulação de recalque: a água cinza estocada na caixa inferior é recalçada via bombeamento utilizando-se uma eletrobomba de 0,35 cv e tubulação de PVC - água tipo ponta e bolsa, classe 12 de 20 mm de diâmetro e canecções do mesmo material. Esta encanação está acoplada a bomba e na parte superior do recipiente elevado, de modo a possibilitar o enchimento sem retorno e equipado com boia automática de nível superior .
- b) Tubulação de retorno: Confeccionada com tubo de PCV – água, ponta e bolsa, classe 12 com diâmetro interno de 25 mm de maneira a permitir o abastecimento da caixa de descarga do aparelho sanitário por gravidade. A tubulação é acoplada na parte inferior do recipiente de 200 litros na altura de 20,0 cm do fundo do mesmo, de modo a permitir a sedimentação de possíveis sólidos em suspensão. Recomenda-se a instalação de uma descarga de fundo neste reservatório para a retirada do material sedimentado.

Observe o desenho (Figura 19) esquemático abaixo, explicando visualmente o funcionamento do sistema.

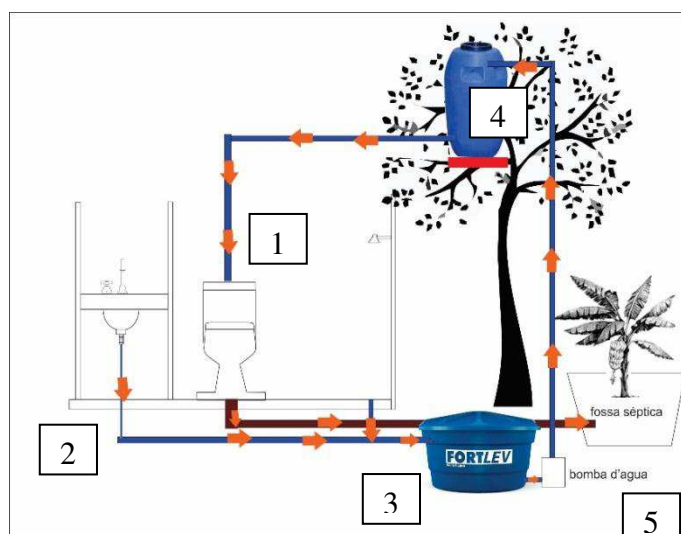


Figura 19: Desenho esquemático do sistema de retorno d'água.

. 5.1.3 BANHEIRO COMUM

O banheiro foi construído na forma tradicional em alvenaria e nele foram instalados o vaso com descarga acoplada e lavatório comum no mercado; as instalações hidráulicas e elétricas obedeceram às normas adequadas a esse tipo de instalação (Figura 20, 21 e 22).



Figura 20 – Pia



Figura 21 – Vaso sanitário

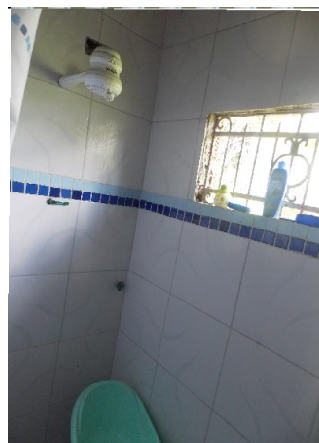


Figura 22 – Chuveiro

5.2 SUSTENTABILIDADE

O principal enfoque é demonstrar a viabilidade do sistema de reúso de água sustentável para regiões que necessitam da economia de água, como o Semiárido Nordeste e outras regiões do país e do mundo, preconizando a substituição dos banheiros tradicionais pelo sistema de fossa séptica e reutilização de água cinza para descarga, que conjuga as soluções confortáveis adequadas em termos funcionais, como o resultado estético, higiênico e funcional; além dos requisitos anteriores, contém soluções de qualidade, preservação ambiental e baixo custo.

Este banheiro possui os mesmos recursos de um banheiro comum popular (tamanho 1m x 2m, possuindo lavabo, vaso sanitário e chuveiro) para o uso doméstico; acrescentando apenas a limpeza do filtro receptor devido ao acúmulo de resíduos das águas cinza e utilização do excesso acumulado que será destinado à rega de cultivares; de uma maneira geral, ele trás vantagens sociais aplicadas, como:

- **Sustentabilidade Social:** A partir da oferta de espaços higiênicos na unidade unifamiliar, de ambientes dignos e salubres, estímulo este capaz de gerar cidadania, permanência longa e responsabilidade social.
- **Sustentabilidade Ambiental:** Da inovação na reutilização da água cinza para descarga sanitária; o projeto possui condições excelentes de aplicação em todo o território brasileiro.
- **Sustentabilidade Econômica:** Utilizando-se de sistema construtivo de baixo custo de construção e fácil manutenção além do reúso de água para economia da comunidade rural.

5.3 TAREFAS E EVENTOS

Nesta parte do projeto serão descritos as etapas no processo da utilização do banheiro fazendo, assim, um comparativo ao banheiro comum. São elas:

- Lavatório: possui plataforma em madeira rústica com uma cuba côncava em cerâmica branca, com torneira e ralo.
- Usabilidade básica: lavar as mãos e escovar os dentes.
 - Comparativo do banheiro comum com o banheiro sustentável: ambas aplicam as mesmas funções.
- Vaso sanitário: de cerâmica, cuja boca é ovalada e desenhada para garantir o conforto ao utilizador.
 - Usabilidade básica: satisfazer às necessidades fisiológicas do ser humano (urinar e evacuar).
 - Comparativo do banheiro comum com o banheiro sustentável: ambas aplicam as mesmas funções.
- Chuveiro: é a terminação da rede de água com orifícios pequenos que possibilitam a saída de água, molhando uniformemente o usuário para a higiene pessoal e banhos.
 - Comparativo do banheiro comum com o banheiro sustentável: ambas aplicam as mesmas funções.

- Filtro de retenção de resíduos: um recipiente com material filtrante, acoplado ao tanque de armazenamento de água cinza para filtrar os resíduos.
 - Comparativo do banheiro comum com o banheiro sustentável: só utilizado no banheiro sustentável.
- Eletrobomba: equipamento de 0,35CV utilizado para elevar água da caixa receptora até o reservatório elevado de 200 litros (Figura 23).

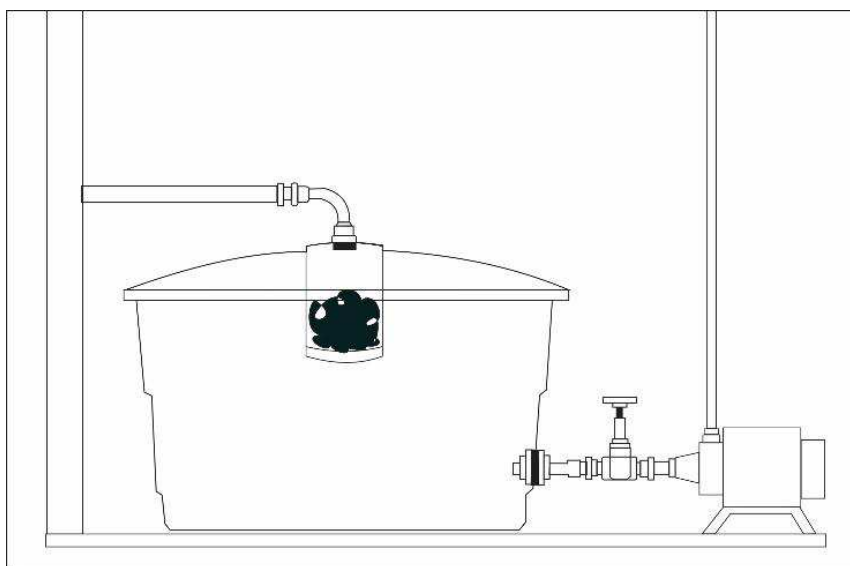


Figura 23 - desenho do tanque de armazenamento de águas cinza e sua utilização.

5.4 ANÁLISE DE ÁGUA

A análise de água foi realizada em maio de 2015; foram retiradas amostras de águas cinza e águas negras no laboratório do ITEP - Instituto de Tecnologia de Pernambuco, para verificar a condição microbiológica das águas cinza e negra utilizando-se o método de Tubos Múltiplos/SMEWW921 – UFC/100ml .

Para comparar os padrões de qualidade foram colhidas amostras das águas cinza e negras, conforme as recomendações determinadas pelo Laboratório de análise e se utilizando recipiente específico fornecido por ele. As amostras de águas cinza foram coletadas na caixa receptora após a passagem pelo filtro e as negras através de um poço de visita aberto na parte posterior da fossa em relação à entrada de água; as amostras foram conservadas sob gelo até serem entregues para análise.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O período de coleta de informações na estrutura instalada para o projeto se iniciou no começo março de 2015; a verificação foi feita em duas fases: na primeira fase no período de 01 a 30 de março, para a observação da usabilidade do banheiro pelos moradores da casa, sendo: o Adulto 1 do sexo feminino, Adulto 2 do sexo masculino e 1 criança de dois anos, e o dimensionamento do consumo de água no período; a segunda etapa foi realizada em maio do mesmo ano, obtendo-se a análise das águas cinza e águas negras no laboratório do ITEP - Instituto de Tecnologia de Pernambuco.

Na residência em que o banheiro para o reúso de água cinza na descarga foi aplicado, vive uma família composta de: mãe (adulto 1), pai (adulto 2) e filha (criança de 2 anos) . Ressaltando-se que este casal adota um modo de vida sustentável, ou seja, eles tentam causar o mínimo de impacto sobre o meio ambiente objetivando, assim, economizar água.

6.1 ANÁLISE DO CONSUMO DE ÁGUA

A análise decorreu através da observação das etapas de consumo de água: o uso do lavatório para higienização bucal e mãos e o chuveiro para banho, além da temperatura diária da água e do ambiente.

De acordo com a Tabela 1, a temperatura média mensal do ar oscilou entre a mínima de 21°C e a máxima de 28°C no período da análise; a temperatura média para o período compreendido foi de 25,7°C, o que propicia alto consumo de água, principalmente no período de baixas pluviosidades.

Tabela 1: Temperaturas médias no município de Aldeia -PE/março/2015

Temperatura em Aldeia - Março/2015							
SEX	SAB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	
13/03	14/03	15/03	16/03	17/03	18/03	19/03	
MÉDIA MÁXIMA							
29°	30°	29°	30°	30°	28°	28°	
MÉDIA MÍNIMA							
22°	22°	21°	22°	21°	24°	24°	
MÉDIA DIÁRIA							
25,5°	26°	25°	26°	25,5°	26°	26°	
MÉDIA DA SEMANA							
25,7°							

* Média Aritmética

Para obter a média diária de consumo de cada morador os hábitos uso das instalações foi analisada durante o período da pesquisa, considerando-se para efeito de cálculos, espaços temporais médios de trinta dias; para observar o consumo de água utilizou-se o medidor de consumo - hidrômetro de ¾” conectado à rede de água do lavabo e banho – Inmetro e para medir o consumo de água de cada morador foi observada a sua rotina diária e catalogado o resultado do consumo médio.

A Tabela 2 se refere ao volume de água gerado no uso do chuveiro demonstrando um acumulo diário de água cinza de 114 litros. Nela se observar que a rotina dos moradores é semelhante, pois todos possuem o hábito de tomar banho duas vezes ao dia, mas o adulto 1 consome um pouco mais de água devido o tempo de utilização do chuveiro ser de 8 min.

Tabela 2 - Consumo médio diário de água do Chuveiro

Morador	Tempo médio (min)	Quantidade de banhos	Consumo/ banho (1)	Consumo diário (1)	Subtotal (1)
Adulto 1	8	2	24	48	48
Adulto 2	5	2	15	30	30
Criança	6	2	18	36	36
Total de consumo diário (1)					114

Na Tabela 3 está exposto o uso de água na higienização bucal; nela, os moradores possuem hábitos diferentes, enquanto o adulto 2 higieniza a boca apenas uma vez ao dia o adulto 1 tem o hábito diário de realizar esta operação 3 vezes ao dia e a criança duas vezes ao dia mostrando assim, nesta análise, o consumo maior de água entre a criança e o adulto 2.

Tabela 3 - Consumo médio diário na higiene bucal

Morador	Tempo médio (min)	Quantidade/ escovação	Consumo/ bucal (1)	Consumo diário (1)	Subtotal (1)
Adulto 1	5	3	12	36,0	36,0
Adulto 2	3	1	7,2	7,2	14,4
Criança	5	2	12	24,0	24,0
Total de consumo diário (1)					74,4

A Tabela 4 demonstra que o menor consumo de água é na tarefa de lavar as mãos pois o acumulo de águas cinza diário é de apenas 28,5 litros, um volume inferior ao do ato de higienização bucal, que é de 74,4 litros.

Tabela 4 - Utilização do lavatório para higiene das mãos

Morador	Quantidade diária (min)	Quantidade/ Lavagem	Consumo/ unit. (1)	Consumo diário (1)	Subtotal (1)
Adulto 1	6	3	3,0	18	18
Adulto 2	5	5	2,5	12,5	12,5
Criança	4	4	2,0	8,0	8,0
Total de consumo diário (1)					28,5

Os resultados dessas coletas dimensionaram a quantidade de água cinza produzida para ser reutilizada na descarga sanitária com a produção diária de 216,90 litros; esta coleta é relacionada ao uso apenas do banheiro sustentável.

Para isto foi observada, durante o mesmo período, a média diária de utilização do vaso sanitário dos moradores da casa; cada descarga utiliza 8 litros da água cinza e, diariamente a média de consumo na descarga foi de 120 litros, como mostra a Tabela 5, sendo inferior à produção de águas cinza que obteve uma média diária de 216,90 litros obtendo uma sobra de água cinza de 96,90 litros diário; esta sobra foi direcionada à irrigação das plantas do jardim da casa

Tabela 5 –Volume de água cinza no geral diário do vaso sanitário

Morador	Descarga/ dia	Volume/ descarga (1)	Consumo/ diário (1)
Adulto 1	6	8	48
Adulto 2	5	8	40
Criança	4	8	32
Total	15	8	120

Considerando esta economia de água diária e dimensionando seu volume para 30 dias, tem-se uma economia mensal de 2.907,00 litros, conseguindo atingir o objetivo do experimento e sua função.

- Cálculo do uso e sobra de água cinza :

- Produção diária: 216,90 litros;
- Consumo diário: 120,00 litros;
- Sobra diária: $216,90 - 120,00 = 96,90$ litros;
- Sobra mensal: 2.907,00 litros.

6.2 ANÁLISE DA ÁGUA

De acordo com a Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (2005) por definição “A água de reúso doméstico é a água residuária que se encontra dentro dos padrões exigidos para sua reutilização”. Para melhor análise dos dados, fez-se um comparativo a diferentes autores que também trabalharam com análises desse tipo, são eles: Borges (2003), Ramos (2008), Friedler (2005) e Fiori (2006). Entre os autores consultados apenas Fiori et al (2006) utilizou as águas cinzas vindas do chuveiro, pia de cozinha e lavatório; os demais autores conceituaram as águas cinza iguais ao referente trabalho, sem ser proveniente da cozinha.

6.2.1 ÁGUAS CINZA

Os resultados quantitativos obtidos através das análises do laboratório das águas cinza estão expostos na Tabela 6.

Tabela 6 - Resultados das Características Biológicas e Físicas – águas cinza

ÁGUA CINZAS - CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS					
Parâmetro	Mínimo	Média*	Máximo	D.P.*	N**
Coliformes Totais (UFC x 10 ⁵ /100 mL)	5	27,2	62	23,1	15
Coliformes Termotolerantes (UFC x 10 ⁵ /100 mL)	1	10,2	50	19,1	15
ÁGUA CINZAS - CARACTERÍSTICAS FÍSICAS					
Parâmetro	Mínimo	Média*	Máximo	D.P.*	N**
Cor Aparente (UC)	70,1	103,1	170,6	25,0	17
Turbidez (UNT)	35,7	107,2	362,0	92,8	17

* Desvio padrão
** Número de amostragens

Observando a Tabela 6 e se utilizando como base de valores mínimos e máximos, nota-se uma instabilidade moderada no nível de termotolerantes detectados. Pesquisando, foi constatada uma variação na literatura sobre esses parâmetros. Encontram-se valores para coliformes termotolerantes de 1×10^5 até 15×10^5 UFC/100mL (FRIEDLER, 2005), 2×10^5 até 13×10^5 UFC/100mL (BORGES, 2003) e 5×10^5 até 20×10^5 UFC/100mL (FIORI, 2006). Quanto aos valores encontrados apenas Friedler (2005) se assemelha com os dados desta pesquisa; tais valores dependem muito da forma de utilização da água na habitação; os coliformes totais se assemelham aos presentes autores; sendo assim, as águas cinza para o abastecimento doméstico necessitam de um tratamento convencional, mas estão totalmente compatíveis ao reúso da descarga.

A turbidez e a cor apresentaram pequena oscilação durante o período de amostragem tendo uma variação de 35,7 a 362 UNT devido à presença de partículas suspensas e o índice incitado pela aparência do material fino (partícula) que podem servir de abrigo para micro-organismos.

Os resultados obtidos na análise para a cor 103,1 uC e a turbidez 107,2 UNT se assemelhando aos resultados encontrados em outros autores observando-se grande faixa de variação. Borges (2003) obteve grandes variações na cor de 9,0 até 300,00 uC, enquanto a média para turbidez ficou em torno de 193 UNT e Fiori et al (2006) foram encontrados como média para a turbidez, 337,3 UNT, apresentando uma variação de 98,2 a 383,3 uC para a cor.

Neste processo de análises é importante o comparativo entre os autores para se observar as variações passíveis de ocorrer, pois as condições culturais e sociais de cada região dão características diferenciais das águas cinza. A água cinza analisada no presente trabalho pode ser usada na irrigação de jardins sem antes passar por um processo de desinfecção para a remoção de patógenos a níveis aceitáveis, visto que se apresentou com qualidade bacteriológica baixa devido a análise de coliformes totais.

6.2.2 ÁGUAS NEGRAS

Observando os resultados das análises biológicas e físico-químicas das águas negras com os resultados de Fiori et al (2006), notou-se que houve confronto para amostras de água negra bruta, cada uma composta de papel higiênico, água, fezes e urina.

Observou-se na Tabela 7 os resultados médios para termotolerantes (15×10^5 UFC) e coliformes totais (29×10^5 UFC), obtendo-se valores elevados e esperados; no entanto, deve-se levar em consideração que as águas negras dessas pesquisas têm procedência de vaso sanitário, chuveiro e pia do banheiro.

Tabela 7: Resultados das características Biológicas e Físicas – águas Negras

ÁGUAS NEGRAS - CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS					
Parâmetro	Mínimo	Média*	Máximo	D.P.*	N**
Coliformes Totais (UFC x 10^5 /100 mL)	3	29	63	23,2	10
Coliformes Termotolerantes (UFC x 10^5 /100 mL)	6	15	22	5,17	10
ÁGUA CINZAS - CARACTERÍSTICAS FÍSICAS					
Parâmetro	Mínimo	Média*	Máximo	D.P.*	N**
Cor Aparente (UC)	227,7	411,9	826,3	197,4	17
Turbidez (UNT)	131,1	247,0	446,0	82,8	17
Sólidos sedimentáveis (mL/L)	1,0	1,8	5,1	1,6	11

* Desvio padrão
** Número de amostragens

Na tabela analisada (Tabela 7) são encontrados os resultados para cor, sólidos sedimentáveis e turbidez. Comparada a cor (411,98 uC) a turbidez (247,0 UNT) apresentou pequena oscilação durante as análises; a cor na água é determinada pela presença de substância dissolvida ou materiais em estado coloidal.

A temperatura da água afeta, de diversas maneiras o processo biológico, principalmente propiciando o crescimento dos micro-organismos.

A temperatura encontrada no experimento, de acordo com a Tabela 8 se manteve oscilando entre 21°C e 25°C, apresentando uma média indicada com a temperatura encontrada no interior da célula dos micro-organismos e que é determinada de acordo com a temperatura do ambiente. Segundo Ramos (2008), alguns micro-organismos se adaptam a determinada temperatura enquanto outros não conseguem desenvolver.

Tabela 8: Temperatura da Água em Aldeia/março/2015

Dia	13/03	14/03	15/03	16/03	17/03	18/03	10/03
Manha	24°C	25°C	24°C	25°C	25°C	21°C	21°C
Noite	22°C	23°C	22°C	23°C	23°C	22°C	22°C

Já entre os parâmetros físicos relevantes, observou-se que a temperatura do ar se manteve oscilando próxima a 25°C em todas as épocas da amostragem. Este dado é bastante importante, visto que esta temperatura é primordial ao desenvolvimento de micro-organismo, indicando a necessidade ou não de tratamento.

Concluindo-se que a análise das águas negras foi feita para avaliar as condições da fossa séptica atual; a análise do solo no entorno se faz necessária após um longo período de uso, o que não foi possível durante o experimento devido a fossa séptica ainda se encontrar em período de maturação, as partículas sólidas não se encontravam totalmente dissolvidas formando, assim, uma coluna líquida com menor concentração de matéria orgânica entre as camadas dos sólidos decantados e flutuados. As coletas feitas foram realizadas na massa líquida de menor concentração sendo justificáveis os baixos valores encontrados nas análises, constatando que as águas negras analisadas provêm de águas residuais.

6.3 CUSTO DE IMPLANTAÇÃO

O primeiro passo para a construção da moradia numa propriedade rural foi dispor de um projeto bem elaborado, o que garantiu o atendimento de todas as necessidades futuras dos usuários da benfeitoria e a qualidade e durabilidade da obra, evitando, assim, desperdícios durante a construção.

O projeto incluiu a especificação e a quantidade de todos os materiais a serem usados, inclusive as instalações hidráulicas e elétricas. Esses dados foram importantes porque, sem eles, dificultaria o orçamento de custo total da obra; o projeto foi elaborado por um grupo, ou seja: engenheiro, chefe de obra e designer, assumindo assim toda a responsabilidade técnica de execução.

Observando as planilhas orçamentárias (Tabela 9 e 10), a habitação rural em estudo possui um sistema convencional de instalação sanitária e força séptica com custo de R\$ 3.652,42; na adequação ao novo sistema de banheiro sustentável, com adição do novo sistema de reúso de águas-cinza foram gastos R\$ 810,10, o que totaliza R\$ 4.462,52.

A diferença de custo do banheiro convencional para o sustentável advém, principalmente da construção do sistema de adução e armazenamento de águas-cinza.

Este valor não se torna relevante como opção para áreas rurais em grande escala, em função da redução de custos com a economia de água.

Como manutenção do sistema serão necessárias limpezas periódicas da caixa d'água que armazena as águas-cinza, pois a mesma acumula resíduos.

Tabela 9- Planilha Orçamentária da Construção de um Banheiro Convencional Rural

Planilha Orçamentária da Construção de um Banheiro Convencional Rural						
Item	Especificação	Descrição	UND	QUAT	VALOR UNIT (R\$)	VALOR TOTAL R\$
1.0	SERVIÇOS PRELIMINARES					
1.2	PREPARAÇÃO DO LOCAL	Limpeza do terreno.	M²	4	1,48	5,92
2.0	FUNDAÇÕES					
2.1	Escavação	Escavação manual carga e transporte em material de 2.ª cat. Com valas de até 0,50 m de profundidade e com uma distância de: 5,00 m	M³	1,6	16,39	26,22
2.2	Concretagem	Concreto simples para fundação (cimento, areia e brita, traço 1:3:6) sem betoneira	M³	1,6	193,63	309,81
3.0	ESTRUTURA	CINTAS/PLARES/VIGAS				
3.1	Cinta de Concreto 10x15 cm, coroando a fundação	Concreto armado fck=25mpa, sem impermeabilização. Incl. Formas c/ compensados in.10mm.	M²	0,08	652,00	52,16
4.0	Verga de concreto	Fornecimento e instalação de verga de concreto de 0,80m de comprimento por 10cm de altura	Und	1	38,50	38,50
5.0	INSTALAÇÃO	Elétricas, Hidro – Sanitário e sumidouro	VB			385,00
6.0	ALVENARIA	Alvenaria de 1/2 vez com tijolos cerâmicos de 6 furos assentados com argamassa no traço 1:8 (cimento:areia)	M²	19,2	24,30	88,80
7.0	COBERTA	ESTRUTURA E TELHAS				
7.1	Madeiramento	Madeiramento para cobertura com declividade para escoamento de água pluvial de 5%	M²	5	16,00	80,00
7.2	Telhas de fibrocimento	Fornecimento e assentamento de telhas de fibro cimento com xxxmm de espesura	M²	5	22,95	114,75
8.0	ESQUADRIAS	PORTAS, JANELAS E PORTÕES				
8.1	Esquadria	Fornecimento e assentamento de esquadria de madeira de 0,60x2,10 m.	Und	1	76,50	76,50
8.2	Porta	Fornecimento e assentamento de porta em madeira pré-fabricada, lisa, externa (0,60x2,10m) incluindo dobradiça, fora e fechadura.	Und	1	86,70	86,70
8.3	Janela	Fornecimento e assentamento Janela basculante metálica de 0,50 x0,80	Und	1	75,60	75,60
9.0	REVESTIMENTO	CHAPISCO, REBOCO.				
9.1	Reboco	Reboco no traço 1:2:8 (cimento:cal:areia) com espessura de 20 mm	M²	38,4	8,59	329,86
9.2	Chapisco	Chapisco no traço 1:3 (cimento: areia) aplicado com peneira de espessura 9 mm	M²	38,4	3,07	117,89
10.0	Revestimento	Revestimento cerâmico das paredes internas	M²	11,2	17,55	196,56
11.0	PAVIMENTAÇÕES	REGULARIZAÇÃO, PISOS CIMENTADOS				
11.1	Regularização	Regularização do piso	M²	4	3,37	13,48
11.2	Contra piso em concreto	Contra piso em concreto simples com FCK 15MPA	M²	0,4	193,63	77,45
11.3	Piso	Piso em revestimento cerâmico e argamassa ACO2	M²	4	17,55	70,20
12.0	PINTURA	PINTURA INTERNA, EXTERNAS ESQUADRIAS (ESTRUTURA)				
12.1	Esquadrias	Pintura das portas e janelas em esmalte sobre a madeira com fundo nivelador?	m²	3,56	10,12	36,03
12.2	Paredes	Pintura da parede externa, com tinta base cal. Duas demão sobre o reboco.	m²	19,2	8,62	165,50
12.3	Paredes	Pintura de 1,0 de paredes internas com tinta PVA interiores	M²	8	18,10	144,80
13.0	LOUÇAS E METAIS	FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO DE LOUÇAS E METAIS, BANCA DA				
13.1	Sanitário	Bacia de louça branca com acessórios com caixa e descarga externa	Und	1	117,76	117,76
13.2	Lavatório	Lavatório de parede completo com válvula e sifão plástico	Und	1	70,33	70,33
13.3						
13.4	Torneira	Torneira Plástica para pia 1/2"	Und	1	56,70	56,70
13.5	Ducha	Ducha sanitária para banheiro	Und	1	78,50	78,50

Tabela 10 - Planilha Orçamentaria da Construção de um Banheiro Convencional Rural Sustentável

Planilha Orçamentaria da Construção de um Banheiro Sustentável Rural						
Item	Especificação	Descrição	UND	QUAT	VALOR	VALOR
					UNIT	TOTAL
					(R\$)	R\$
1.0	SERVIÇOS PRELIMINARES					
1.2	PREPARAÇÃO DO LOCAL	Limpeza do terreno.	M²	4	1,48	5,92
2.0	FUNDAÇÕES					
2.1	Escavação	Escavação manual carga e transporte em material de 2.ª cat. Com valas de até 0,50 m de profundidade e com uma distância de: 5,00 m	M³	1,6	16,39	26,22
2.2	Concretagem	Concreto simples para fundação (cimento, areia e brita, traço 1:3:6) sem betoneira	M³	1,6	193,63	309,81
3.0	ESTRUTURA	CINTAS/PILARES/VIGAS				
3.1	Cinta de Concreto 10x15 cm, coroando a fundação	Concreto armado fck=25mpa, sem impermeabilização. Incl. Formas c/ compensados in.10mm.	M³	0,08	652,00	52,16
4.0	Verga de concreto	Fornecimento e instalação de verga de concreto de 0,80m de comprimento por 10cm de altura	Und	1	38,50	38,50
5.0	INSTALAÇÃO	Elétricas, Hidro – Sanitário e sumidouro	VB			385,00
6.0	ALVENARIA	Alvenaria de 1/2 vez com tijolos cerâmicos de 6 furos assentados com argamassa no traço 1:8 (cimento:areia)	M²	19,2	24,30	88,80
7.0	COBERTA	ESTRUTURA E TELHAS				
7.1	Madeiramento	Madeiramento para cobertura com declividade para escoamento de água pluvial de 5%	M²	5	16,00	80,00
7.2	Telhas de fibrocimento	Fornecimento e assentamento de telhas de fibro cimento com xxxmm de espesura	M²	5	22,95	114,75
8.0	ESQUADRIAS	PORTAS, JANELAS E PORTÕES				
8.1	Esquadria	Fornecimento e assentamento de esquadria de madeira de 0,60x2,10 m	Und	1	76,50	76,50
8.2	Porta	Fornecimento e assentamento de porta em madeira pré-fabricada, lisa, externa (0,60x2,10m) incluindo dobradiça, fora e fechadura.	Und	1	86,70	86,70
8.3						
8.4	Janela	Fornecimento e assentamento Janela basculante metálica de 0,50 x0,80	Und	1	75,60	75,60
9.0	REVESTIMENTO	CHAPISCO, REBOCO.				
9.1	Reboco	Reboco no traço 1:2:8 (cimento:cal:areia) com espessura de 20 mm	M²	38,4	8,59	329,86
9.2	Chapisco	Chapisco no traço 1:3 (cimento: areia) aplicado com peneira de espessura 9 mm	M²	38,4	3,07	117,89
10.0	Revestimento	Revestimento cerâmico das paredes internas	M²	11,2	17,55	196,56
11.0	PAVIMENTAÇÕES	REGULARIZAÇÃO, PISOS CIMENTADOS				
11.1	Regularização	Regularização do piso	M²	4	3,37	13,48
11.2	Contra piso em concreto	Contra piso em concreto simples com FCK 15MPA	M³	0,4	193,63	77,45
11.3	Piso	Piso em revestimento cerâmico e argamassa AC02	M²	4	17,55	70,20
12.0	PINTURA	PINTURA INTERNA, EXTERNAS ESQUADRIAS (ESTRUTURA)				
12.1	Esquadrias	Pintura das portas e janelas em esmalte sobre a madeira com fundo nivelador?	m²	3,56	10,12	36,03
12.2	Paredes	Pintura da parede externa, com tinta base cal . Duas demão sobre o reboco.	m²	19,2	8,62	165,50
12.3	Paredes	Pintura de 1,0 de paredes internas com tinta PVA interiores	M²	8	18,10	144,80
13.0	LOUÇAS E METAIS	FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO DE LOUÇAS E METAIS, BANCADA				
13.1	Sanitário	Bacia de louça branca com acessórios com caixa e descarga externa	Und	1	117,76	117,76
13.2	Lavatório	Lavatório de parede completo com válvula e sifão plástico	Und	1	70,33	70,33
13.3	Bomba	Bomba centrífuga de 0,25cv - 220v - 50 mca com estrutura de captação e recalque	und	1	256,50	256,50
13.4	Torneira	Torneira Plástica para pia 1/2"	Und	1	56,70	56,70

7 CONCLUSÕES

O grande desafio do projeto foi manter o conforto e a funcionalidade de um banheiro comum, e economizar água buscando, assim, uma solução racional capaz de demonstrar que o conforto de uma habitação rural pode manter-se, mesmo com uma intervenção ecológica, além de oferecer soluções viáveis e de baixo custo.

No contexto da produção este trabalho apresenta concepções arquitetônicas de uma tipologia de habitação de interesse social sustentável, as quais são r passíveis das formas de construção e adaptação em áreas rurais.

Era uma forma limpa e sustentável de uso das águas cinza já determinada em análise positiva, somam-se as possibilidades de destino, pós-uso, para a irrigação doméstica e o plantio direto sobre a fossa séptica de bananeiras, que serve como filtro biológico e produção de alimento para animais e/ou humanos.

A análise referente à orientação e implantação do sistema de reúso de água mostrou que houve uma economia considerável de água; no projeto observou-se a sobra mensal de 2.907,00 litros d'água reaproveitáveis que seriam desperdiçados ou lançados em redes de esgoto.

O banheiro sustentável possibilita higiene e conforto às famílias que vivem em áreas com problemas de fornecimento de água para consumo doméstico acarretando economia e condições para que o produtor rural possa transferir parte das sobras para animais de criação e produção de alimentos com qualidade para consumo doméstico.

8 REFERÊNCIAS

AMAZONAS, Maurício C.; NOBRE, Marcos (orgs.). Desenvolvimento Sustentável: a institucionalização de um conceito. Brasília: Edições IBAMA, 2002.

ANA, Agência Nacional de Águas. Atlas Nordeste: abastecimento urbano de água. Brasília-DF. 2005.

ALVES, B. S. Q. Banheiro Seco: Análise da eficiência de protótipos em funcionamento. trabalho de conclusão de curso – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

ARAÚJO, Odilon Juvino de. Soluções o abastecimento de água no semiárido Nordeste. Trabalho científico – EMBRAPA, 2013.

AZEVEDO, Aroldo de. Geografia do Brasil – bases físicas, vida humana e vida econômica. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2010.

BARROS, C. F. M. Casa segura, uma arquitetura para a maturidade. Rio de Janeiro; Papel Virtual, 2000.

BERGER, Wolfgang. Basic overview of composting toilets (with or without urine diversion). Technology Review “Composting toilets”. Eschborn, Alemanha: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, 2010.

BICUDO, C.E.de M.; Tundisi, J.G.; Scheuenstuhl, M.C.B. , orgs. Águas do Brasil: análises estratégicas / Carlos E. de M. Bicudo; José G.

BORGES, L. Z. Caracterização da água cinza para promoção da sustentabilidade dos recursos hídricos. 2003. Dissertação (mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. Diretrizes de educação em saúde visando à promoção da saúde: documento base - documento I/Fundação Nacional de Saúde - Brasília: Funasa, 2007.

CIRILO, J.A. Políticas públicas de recursos hídricos para o semi-árido brasileiro. Universidade de São Paulo, São Paulo. v. 63, 2008.

DETONI, T.; DONDONI, P. C. Sustentabilidade: O comércio planetário da água. XII SIMPEP - Bauru, SP, Brasil, 07 a 09 de novembro de 2005.

FEDERAÇÃO DAS INDUSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Conservação e reuso de água em edificações. São Paulo, Prol, 2005.

FIORI, S.; FERNANDES, V. M. C.; PIZZO, H. Avaliação qualitativa e quantitativa do reúso de águas cinzas em edificações. Ambiente Construído, v. 6, n. 1, p. 19-30, 2006.

FRIEDLER, E.; KOVALIO, R.; GALIL, N.I. On-site greywater treatment and reuse in multi-storey buildings. Water Science & Technology, Áustria, v. 51, n. 10, p. 187194. 2005.

FUNASA. Manual de saneamento. 3. ed. rev. - Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006.

GONÇALVES, R. F.(Coorde.) Uso Racional da Água em Edificações. PROSAB . Rio de Janeiro: ABES, 2006.

HERNÁNDEZ, M. T. G., TAMISET, J. F., ZÚÑIGA, R. M., MOLINAR, Y. H. Diseño y construcción de sanitarios ecológicos secos en áreas rurales. Revista Cubana de Salud Pública, v.32, n.3, 2006.

LIBÂNIO, Marcos, Fundamentos de qualidade e tratamento da água. Editora Átomo, São Paulo, 2005.

MARRA, Renner <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/80653/1/Exodo-e-sua-contribuicao.pdf> acessado em 21 de agosto de 2014.

NINA, E. D. – Construção de Redes Urbanas de Esgotos – Ao livro Técnico S. A. – 1996.

OLIVEIRA, Gerson Romero de Oliveira. http://web2.cesjf.br/sites/cesjf/revistas/cesrevista/edicoes/2011/05_GEOGRAFIA_OSistemaTerra.pdf acessado em 20 de agosto de 2013.

ORTIZ, Pedro Marcos; TIMMERMANN Jorge R. Banheiro seco (comportável). Permacultura Austro Brasileiro- IPAB, 2003

PAPANEEK, Victor. Arquitetura e Design. Ecologia e Ética. Editora LDA. 2007, p.17.

Portal IBGE, Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios - 2012. Disponível em: <http://ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/trabalhoerendimento/pnad2012/default.shtm> Acesso em 9 de setembro de 2014.

RECESA, Rede de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental. Transversal: Saneamento Básico Integrado às Comunidades Rurais e Populações Tradicionais. Guia do Profissional em Treinamento. Nível 2. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Brasília: Ministério das cidades, 2009.

RICARDO, Beto; CAMPANILI Maura. Almanaque Brasil Socioambiental 2008. São Paulo: Instituto Socioambiental, 2007.

RANOS, R. A. Avaliação da influência da operação de descarte de lodo no desempenho dos reatores uasb em estações de tratamento de esgoto no distrito federal. 2008. 133 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos) – Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

SANTOS, Devanir Garcia. Reuso da Água. Superintendência de Implementação de Programas e Projetos. Gerência do Uso Sustentável da Água. Agência Nacional de Águas. São Paulo, 2010.

TOMAZ, P. (1998). Conservação da água. PARMA, São Paulo – SP

TUNDISI, Marcos C. Barnsley Scheuenstuhl – São Paulo, Instituto de Botânica, 2010.

VALLE, A.B et all Fundamento do Gerenciamento de Projeto – Serie Gerenciamento de Projetos – Rio de Janeiro: EDITORA FGV – 2009.

ZAVALLA, M. A. L., Funamizu N. Design and operation of the bio-toilet system. Water Sci Technology, v.53, n.9, p. 55-61, 2006.

KARPE, H. J. Wastewater treatment and excreta disposal in developing countries. Institute of environmental protection (INFU). Eschborn, Alemanha: GTZ, 1980.z