

**UFRRJ**  
**DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AMBIENTAIS**  
**INSTITUTO DE FLORESTAS (DCA/IF)**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRÁTICAS**  
**EM DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**

**DISSERTAÇÃO**

**Saneamento com Base na Compostagem: uma  
Abordagem para Confrontar a Crise Sanitária na  
Universidade de Mekelle, Tigray, Etiópia.**

**SAMUEL AUTRAN DOURADO E SOUZA**

**2014**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AMBIENTAIS  
INSTITUTO DE FLORESTAS (DCA/IF)**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRÁTICAS EM  
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**

**SANEAMENTO COM BASE NA COMPOSTAGEM: UMA  
ABORDAGEM PARA CONFRONTAR A CRISE SANITÁRIA NA  
UNIVERSIDADE DE MEKELLE, TIGRAI, ETIÓPIA.**

**SAMUEL AUTRAN DOURADO E SOUZA**

*Sob a orientação do Prof. Dr.*  
**Alisson Flávio Barbieri**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciências, no Programa de Pós-Graduação em Práticas em Desenvolvimento Sustentável, Área de Concentração Práticas em Desenvolvimento Sustentável.

Rio de Janeiro, RJ.  
Agosto de 2014

*Breves e eternos instantes. A doçura da utopia. E esse mundaréu que passa.  
Às lições da integração vão sendo cooperadas, compartilhadas.  
O trabalho é sagrado. O sacro-ofício.*

*E a comunicação a chave. Ao incansável o reino das possibilidades.  
Expressa então alegria. Atrai a experiência e faz sua luz brilhar.  
Você que confiou tanto.*

*(...)*

*Recria com a sabedoria daquilo que já percebeu. Reexista, resistir não.  
Vai em frente. Cresce sem perder na essência  
e quando a vida te convidou: abraça o presente dela.  
O que se fizer ser, já é.*

*Mekelle, Etiópia. 06 de agosto de 2013.*

[www.criandoterra.jimdo.com](http://www.criandoterra.jimdo.com)

## Abstract

Mekelle University in Tigray, Ethiopia, has not only shortage of water as well as poor water and soil quality but also lacks sanitation systems adapted to the users' culture. A one-year pilot project started in July 2013, aiming to explore sustainable and economic solutions for a hygienic, user-friendly toilet situation at the student dormitories while giving the added value of rich soil for campus horticulture. Importance is placed in a low cost solution, making use of existing resources on campus and staff capacity. Toilets are designed around users behavior such as squatting and open defecation. The pilot is ready for scale-up.

Palavras-chave: Saneamento Sustentável, Compostagem termofílica e transferência de tecnologia.

## Resumo

O objetivo do projeto foi implementar um sistema de saneamento sustentável com base na compostagem a partir de um estudo de caso em Mekelle, Tigray, Etiópia. Justifica-se o projeto pelo fato do saneamento com base na compostagem ser uma alternativa importante em países em que a eletricidade, a água e os recursos financeiros são de difícil acesso à população. O projeto desenvolvido consistiu na aplicação de um questionário e incursão aos sete distritos da cidade de Mekelle, buscando investigar a condição e localização dos pontos comunitários de água, latrinas públicas e entrepostos e central de resíduos. O êxito na coleta de dados primários, relacionados à análise de contexto, fundamentou uma intervenção teórico-prática em banheiros do tipo seco-compostável, que além de informar e discutir a lacuna do saneamento na cidade de Mekelle, possibilitou a concepção, planejamento e construção, junto ao staff do Colégio de Ciências da Saúde (CCS) e Hospital de Referência Ayder, de um sistema de saneamento com base na compostagem. O protótipo instalado é destinado ao público masculino: funcionários e estudantes moradores do dormitório estudantil do CCS. A relevância deste trabalho se dá no reconhecimento de uma tecnologia potencial ao enfrentamento da crise sanitária em Mekelle e no estabelecimento de um documento útil a implementação de novas experiências práticas em saneamento com base na compostagem.

# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b><u>INTRODUÇÃO</u></b>	<b>5</b>
1.1	OBJETIVOS	12
1.1.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
1.2	JUSTIFICATIVA	12
<b>2</b>	<b><u>MATERIAIS E MÉTODOS</u></b>	<b>16</b>
2.1	ÁREA DE ESTUDOS	16
2.2	METODOLOGIA	19
2.2.1	LIMITAÇÕES	24
<b>3</b>	<b><u>RESULTADOS E DISCUSSÃO</u></b>	<b>25</b>
3.1	ANÁLISE DE CONTEXTO	25
3.1.1	MANEJO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS EM MEKELLE	25
3.1.2	LATRINAS PÚBLICAS	27
3.1.3	PONTOS COMUNITÁRIOS DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA	29
3.2	OFICINA PARA A INSTALAÇÃO DE UM SISTEMA EM SANEAMENTO SUSTENTÁVEL	30
3.2.1	MODELO IMPLANTADO: COMO FUNCIONA UM BANHEIRO SECO COMPOSTÁVEL?	30
3.2.2	PLANEJAMENTO DA CONSTRUÇÃO	37
3.2.2.1	Quadro lógico para construção e funcionamento dos banheiros	38
3.2.2.2	Lista de atividades e materiais necessários	43
3.2.2.3	Gráfico de Gantt	47
3.3	MODULO PRÁTICO DE CONSTRUÇÃO	50
3.4	LIÇÕES ADQUIRIDAS COM O PROJETO-PILOTO	61
<b>4</b>	<b><u>CONCLUSÃO</u></b>	<b>62</b>
<b>5</b>	<b><u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u></b>	<b>65</b>
<b>6</b>	<b><u>ANEXOS</u></b>	<b>69</b>
6.1	PROPOSTA DE AMPLIAÇÃO DO PROJETO	69
6.2	ORGANOGRAMA DO PROJETO-PILOTO	70
6.3	LISTA FINAL DOS MATERIAIS	71
6.4	EPÍLOGO	72

## 1 INTRODUÇÃO

O acesso amplo a assistência sanitária decorrente da distribuição de água, tratamento de esgoto e o manejo dos resíduos sólidos é essencial para constituir uma sociedade mais saudável. O saneamento é a chave para atingir uma melhora na saúde pública e assim diminuir a mortalidade infantil, promover a dignidade e os direitos humanos, reduzir e reciclar o lixo, salvaguardar os recursos hídricos, etc.

A partir da oferta de saneamento básico há uma interrupção no ciclo da doença, a saúde humana é protegida e o ambiente se torna mais limpo. Um sistema de saneamento deve basicamente reunir usuários, serviços de coleta e transporte e o tratamento e disposição final da excreta humana, águas saponáceas, resíduos sólidos, escoamento da água de chuva e efluentes industriais (SuSanA, 2008).

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2011), aproximadamente 2,9 bilhões de pessoas, ou metade da população dos países em via de desenvolvimento, ainda carece de assistência sanitária. Estima-se que 1,2 bilhões de pessoas ainda praticam defecação a céu-aberto.

Para confrontar este panorama a Organização das Nações Unidas (ONU) estabeleceu, em 2000, os 8 Objetivos do Milênio (ODMs). Trata-se de um conjunto de metas para a erradicação ou diminuição dos problemas mundiais mais urgentes, como a pobreza e a fome, a mortalidade infantil e a falta de acesso ao saneamento básico, entre outros. Os ODMs foram assumidos pelos governos dos 191 países membros da ONU e devem ser cumpridos até o ano de 2015.

O sétimo ODM busca garantir o equilíbrio ambiental. Das metas nele embutidas, a meta 10 almeja reduzir à metade a proporção da população sem acesso sustentável a água e ao saneamento. Embora o acesso tenha aumentado substancialmente com o financiamento da ajuda externa, ainda há muito a ser feito para o alcance deste alvo, particularmente na Etiópia. Os índices do país estão entre os mais baixos da África Subsaariana e do mundo todo, quando considerado o acesso seguro ao abastecimento de água e saneamento (OMS, 2012). A necessidade por água e saneamento básico na Etiópia é urgente.

Localizada no “chifre da África” ou nordeste africano, a Etiópia tem experimentado diversos problemas de falta d'água e ausência de saneamento. As principais causas estão associadas às frequentes secas, falta de políticas públicas

adequadas e recursos monetários, incapacidade técnica e incompatibilidade das tecnologias adotadas.

De acordo com Born (2000), além da escassez física de água, há outros dois tipos de escassez. A primeira está relacionada à escassez econômica, que se refere à impossibilidade em assumir os custos e a expertise necessários para implementação de um sistema de saneamento. A outra diz respeito à escassez política, que corresponde a inadequação ou falta de políticas públicas que acabam por privar o acesso para alguns segmentos da população.

Ademais, o país tem sido alvo de recorrentes secas seguidas de escassez de alimentos e fome. Durante o período de seca, as doenças relacionadas com a água são galopantes pois as fontes superficiais, tais como nascentes e lagoas secam e as demais reservas d'água são fortemente contaminadas, principalmente pela percolação de excrementos humanos e animais. A água parada serve ainda de criadouro para insetos (Lombardi, 2012).

De acordo com Defere (2012), enquanto nas áreas rurais a cobertura por saneamento é praticamente nula, o uso de latrinas comunitárias se espalha entre a população urbana. Tal tecnologia consiste em poços escavados, medindo de 2 a 3 metros de profundidade, uma laje de concreto simples e sem qualquer tipo de impermeabilização (figura 1).

Figura 1. Tipo de sanitário comunitário prevalecente entre a população etíope urbana.



Fonte: O autor, 2013.

Uma série de dificuldades transcorrem da implantação destes poços simples sendo a mais grave, relacionada à contaminação das águas subterrâneas e do solo,

quando no escoamento ou transbordo do efluente acumulado. Somado a isto, a natureza sólida do lodo torna-o difícil de bombear e pouca é a quantidade de veículos adaptados, altos são os custos de transporte, a acessibilidade difícil, etc. Por outro lado, a maioria das latrinas são impróprias do ponto de vista do usuário e principalmente pela falta de higiene, não podendo nem de perto resolver a ampla crise sanitária. Defere (2012) aponta ainda para ausência de sumidouros legais e a falta de tratamento adequado para reutilização da excreta humana recolhida.

O escopo dramático do saneamento e a escassez de água que afetam o continente Africano e, neste recorte especificamente a Etiópia, criam uma barreira intransponível para o desenvolvimento sustentável, erradicação da pobreza e promoção das boas condições de higiene e saúde. A comunidade global precisa urgentemente disponibilizar recursos para a pesquisa e divulgação de soluções mais sustentáveis.

O Saneamento Sustentável - descentralizado, natural e ecológico - é uma abordagem emergente e com o objetivo de fechar um dos ciclos através dos quais a natureza opera: os rejeitos de um organismo serve de alimento para outros. A partir do desenvolvimento e concepção de sistemas naturais de saneamento, porém otimizados, controlados, contidos e monitorados vem sendo possível corresponder a enorme demanda por soluções palpáveis, assim como superar as muitas desvantagens das tecnologias convencionais comumente adotadas. Ao utilizar-se de potenciais poluentes como nutrientes em ecossistemas construídos é possível primariamente evitar a poluição por águas residuais (del Porto & Steinfeld, 1998).

Um sistema de saneamento para ser sustentável não deve apenas proteger o meio ambiente, a saúde humana e os recursos hídricos. Precisa ser economicamente viável, socialmente justo e tecnicamente e institucionalmente adequado (SuSanA, 2008). Deve, ainda, atender requisitos locais de diferentes regiões, legislações diversas, aspectos sociológicos, orçamentos distintos e as necessidades e preferências pessoais.

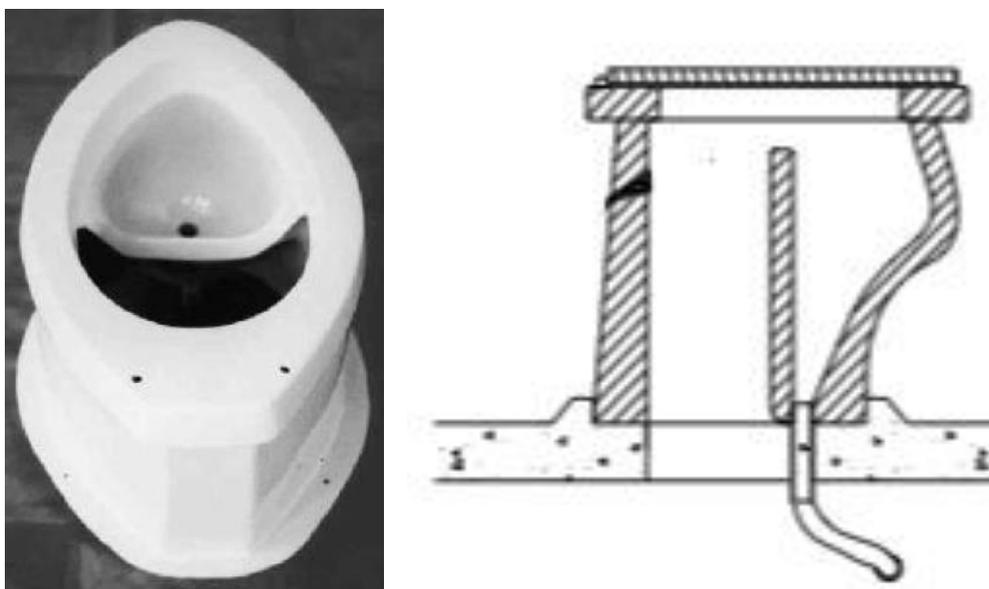
Entre inúmeras tecnologias existentes para oferta de saneamento sustentável, aquela adotada para a intervenção discutida nessa dissertação está centrada em banheiros-seco compostáveis. Banheiros compostáveis constituem um tipo de saneamento a seco, ou seja, operam sem a necessidade de água para descarga dos excrementos.

Os principais aspectos de um banheiro-seco irão normalmente incluir instalações sanitárias sem água, o tratamento local dos excrementos e a produção de um adubo seguro e eficaz para o condicionamento dos solos (Cordova, 2005). São bastante convenientes em áreas sem infraestrutura de saneamento convencional, configurando uma forma alternativa para prover saneamento seguro e higiênico e podendo ser utilizado de forma independente de conexões para o abastecimento de água e esgoto (Berger, 2010).

Existem diferentes tipos de banheiro-seco, no entanto; nem todos fazem compostagem, já que nenhum calor é gerado. Ao contrário, eles dessecam, desidratam e/ou decompõe a excreta humana (Jenkins, 1999).

Um tipo de banheiro-seco bastante difundido é conhecido como “Sanitário Desviador de Urina” (figura 2) e sua característica principal se encontra no fato de separar a urina das fezes. O modelo separador consiste em um assento ou vaso especial que diverge as fezes da urina. A urina, separada pode ser armazenada ou diluída e usada como fertilizante ou destinada para um poço de absorção diretamente no solo (Winblad *et al.*, 1998).

Figura 2. Sanitário desviador de urina.

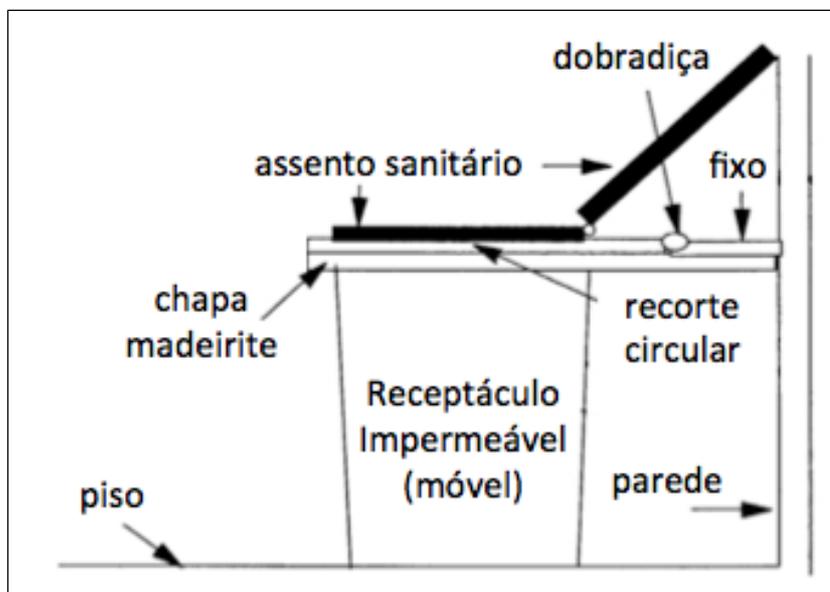


Fonte: Winblad *et al.*, 1998.

Em contrapartida, em um banheiro seco do tipo compostável não se separa a urina das fezes. O teor de nitrogênio da urina é essencial para cumprir os requisitos básicos do processo de compostagem ao ar livre (relação C: N). Além disso, a aceitação é ainda maior já que sua aparência externa não varia daquela

convencional, ou seja, a predisposição do assento é similar ao de um banheiro comum (figura 3).

Figura 3. Componentes de um banheiro-seco compostável.



Fonte: Jenkins, 1999 - adaptado.

De fato, para que se compreenda o funcionamento de um banheiro seco compostável, é essencial trazer a definição de compostagem. Trata-se de uma decomposição controlada e aeróbica da matéria orgânica que produz calor interno. Durante o processo de compostagem bactérias e fungos que ocorrem naturalmente degradam os resíduos orgânicos, transformando-os em um produto oxidado parecendo húmus (Jenkins, 1999).

Basicamente, a compostagem é dividida em dois estágios: degradação ativa e maturação. Vários são os fatores que afetam sua taxa tais como a presença de microrganismos, a temperatura, a humidade, o pH, a proporção entre carbono e nitrogênio, a aeração e o tamanho das partículas (Pereira Neto & Lelis, 1999).

Durante a compostagem, ao se misturar materiais ricos em nitrogênio como a urina, as fezes, os restos alimentares, algum estrume animal, entre outros, junto com materiais carbonáceos, como a serragem, as folhas, capim seco e aparas de grama, em uma condição aeróbica, ou seja, na presença de oxigênio, a temperatura do acumulado tende a elevar-se para a faixa entre 45 e 75 °C. Isto graças à proliferação de bactérias termofílicas (produtoras de calor) e fungos contidos nos resíduos.

Sendo assim, durante a fase de degradação ativa, as altas temperaturas esterilizam os excrementos eliminando organismos patogênicos (tabela 1), larvas e

sementes. Com o decorrer do tempo, cerca de 6 meses mais tarde e devido à falta de alimentos frescos, a degradação está completa e há uma redução do pH e da atividade das bactérias termofílicas e, conseqüentemente, a temperatura diminui.

Tabela 1. Morte térmica para parasitas e patógenos comuns.

<b><u>Patogênico</u></b>	<b><u>Morte térmica</u></b>
Ovos de <i>Ascaris Lumbricoides</i>	Dentro de 1 hora à 55°C
<i>Brucella abortus</i> e <i>B. suis</i> .	Dentro de 1 hora à 55°C
<i>Corynebacterium diphtheriae</i>	Dentro de 45 minutos à 55°C
Cistos de <i>Entamoeba histolytica</i>	Após alguns minutos à 45°C
<i>Escherichia coli</i>	Após 1 hora à 55°C ou 15-20 min à 60°C
<i>Micrococcus pyogenes</i> var. <i>aureus</i>	Dentro de 10 minutos à 50°C
<i>Mycobacterium tuberculosis</i> var. <i>hominis</i>	Dentro de 15-20 minutos à 66°C
<i>Necator americanus</i>	Dentro de 50 minutos à 45°C
<i>Salmonella</i> spp.	Após 1 hora em 55°C ou 15-20 min à 60°C
<i>Salmonella typhosa</i>	Não cresce à 46°C e morre em 30 min à 55°C
<i>Shigella</i> spp.	Dentro de 1 hora à 55°C
<i>Streptococcus pyogenes</i>	Em 10 minutos à 54°C
<i>Taenia saginata</i>	Em poucos minutos à 55°C
<i>Trichinella spiralis</i> larvae	Rapidamente morto à 55°C

Fonte: Gottas (1956) apud Jenkins (1999).

Na etapa da maturação, já com os materiais orgânicos completamente decompostos, a temperatura é similar a do ambiente e o pH tende a ser neutro. Já não é mais possível identificar a natureza dos materiais frescos previamente adicionados. O produto final é estável, de cor marrom escura e com a consistência de solo (del Porto & Steinffeld, 1998).

Em linhas gerais, o funcionamento de um banheiro seco do tipo compostável consiste em coletar num receptáculo impermeável as fezes e a urina misturados. Após cada uso é tomado o cuidado vital de recobrir os excrementos com serragem, o que faz com que o mau cheiro da excreta não se prolifere.

O passo seguinte é dado no ambiente externo ou área de compostagem, devidamente cercada e onde os excrementos (ricos em nitrogênio) são acrescidos de restos alimentares e derivados de planta, como palhas, folhagens e aparas de grama (ricos em carbono). É deixado para o tempo agir decompondo esse material num ciclo que é anual, ou seja, a cada ano têm-se a coleta de um novo solo. Em

outras palavras, o resultado é uma terra de qualidade, com o consumo de muito pouca energia e evitando a poluição.

Trata-se de uma prática essencialmente simples, nem muito glamorosa ou sofisticada, porém funcional. O ponto crucial é o técnico responsável estar ativamente envolvido em todo o processo, certificando assim a qualidade e a segurança do produto final.

E é neste sentido que os sistemas de compostagem têm grande importância econômica e ambiental, principalmente pelo fato de reciclar um tipo de resíduo que normalmente contamina e não é aproveitado, ofertando de quebra oportunidades de trabalho, diminuindo a elevada dependência que a agricultura tem sob fertilizantes químicos e fortalecendo a produção de alimentos orgânicos, inclusive nas cidades (Jenkins, 1999).

A falta d'água e sua baixa qualidade, assim como o hiato da carência de assistência técnica capacitada, implicam danos severos a saúde pública na cidade de Mekelle, em Tigrai, norte da Etiópia. Ademais, as instalações tradicionais presentes, além de não suprirem nem 1/3 da demanda da população, estão sobrecarregadas e/ou deterioradas. Soluções simples baseadas em capacidades e recursos locais parecem ser a maneira mais viável de se enfrentar a problemática do saneamento.

Adquirir tal perspectiva foi possível graças a uma análise prévia do contexto, em que, a partir de um questionário aplicado em 7 bairros da cidade de Mekelle, avaliou-se a distribuição d'água, banheiros comunitários e a coleta e sumidouro dos resíduos sólidos urbanos. A partir daí, notou-se uma grande demanda por estratégias de saneamento e o potencial para demonstração de banheiros-seco do tipo compostável.

A busca por um parceiro disposto a sediar e arcar com os custos para transferência da prática supracitada culmina no Hospital de Referência Ayder, mais precisamente nos dormitórios do Colégio de Ciências da Saúde (CCS), Universidade de Mekelle.

Os dormitórios do CCS são gravemente afetados pela falta de saneamento e água. Além disso, nota-se uma discrepância entre a realidade observada e a educação tomada em higiene. O cenário reflete uma enorme lacuna por um sistema de saneamento mais eficiente e possível.

Deste modo, o presente trabalho concentrou-se principalmente na demonstração de uma estratégia potencial, tecnicamente e ambientalmente eficientes, com baixo custo operacional e de fácil apropriação por estudantes e gestores no CCS, para seu uso, manutenção e replicação.

Esperou-se desta ação piloto adquirir conhecimentos sobre como integrar sistemas de saneamento sustentável com base na compostagem no contexto da Universidade de Mekelle e demais localidades sofrendo pela falta de assistência sanitária.

## **1.1 Objetivos**

O principal objetivo do trabalho foi implementar um sistema de saneamento com base na compostagem no Colégio de Ciências da Saúde (CCS) para contribuir no fomento de soluções práticas em saneamento sustentável e prover uma melhora na higiene e estrutura dos banheiros na Universidade de Mekelle, Tigray, Etiópia.

### **1.1.1 Objetivos Específicos**

- a. Avaliar as necessidades de água, saneamento e gestão de resíduos sólidos numa incursão aos 7 distritos de Mekelle.
- b. Demonstrar banheiros-seco compostáveis: atrativos de usar e higiênicos.
- c. Promover o saneamento com base na compostagem como estratégia para eliminar organismos causadores de doenças contidos na excreta humana.
- d. Reduzir o custo envolvido com a aquisição de solo enquanto melhorar a vegetação no CCS.
- e. Adquirir conhecimentos sobre como integrar sistemas de saneamento sustentável na Universidade de Mekelle.

## **1.2 Justificativa**

As diversas tecnologias para o abastecimento de água e saneamento, que vem sendo adotadas em países industrializados, são impróprias para as cerca de 2,9 bilhões de pessoas sem provisão de água e os cerca de 4,2 bilhões carecendo de saneamento até o final de 2025. São inadequadas porque são demasiado caro para se promover em comunidades pobres nos países pobres, e principalmente porque a água que necessitam para seu funcionamento muitas vezes não está disponível nestes locais, e mesmo se estivesse, as pessoas não poderiam pagar (Mara, 2003).

A difícil tarefa de viabilizar o acesso universal ao saneamento no terceiro mundo se torna ainda mais complicada quando observada a ineficácia das abordagens convencionais amplamente difundidas - estações de tratamento de esgoto e/ou fossas "sépticas". É fundamental sabermos que elas não são a única maneira de se converter dejetos humanos numa substância inofensiva que, ao invés de ser um infortúnio, pode ser uma solução para os problemas de escassez e poluição da água e da dependência de fertilizantes químicos.

A solução convencional para o tratamento de esgoto (abordagem linear), a que transporta as águas residuais (excrementos humanos, a água cinzenta, efluentes industriais, etc.) para os rios, lagos, reservatórios de água subterrânea e mares, causa sérios problemas de poluição e danos a saúde pública. Além disso, são desperdiçados, por pessoa, em torno de 15.000L de água tratada ou potável para a descarga de apenas 35 kg de fezes e 500L de urina por ano (Duque, 2001).

O atual paradigma do saneamento está falhando o mundo, de modo que os pobres são os que mais sofrem, assim como a integridade dos suprimentos de água doce que vão fortemente ameaçados quando na criação de fluxos lineares que podem, finalmente, fazer com que a vida na terra se torne difícil ou até mesmo não mais viável. De fato, os problemas com o saneamento convencional são fundamentais e a ascensão de uma abordagem radicalmente diferente se faz necessária (Panesar, 2006).

Todavia, as principais barreiras para uma mudança na abordagem do saneamento convencional incluem restrições presentes nas leis e regulamentos, a baixa prioridade dada a reutilização de águas e nutrientes nos esquemas municipais, os altos investimentos e compromissos com a infraestrutura convencional, e também a percepção da água e dos nutrientes como recurso comum.

O Saneamento Sustentável, por sua vez, não precisa ser considerado uma opção contrária ou oposta às práticas convencionais, apesar de que, no futuro, poderá tornar-se uma alternativa bastante atraente. Não se pretende que todos os sistemas de esgoto atuais sejam desmontados para substituir por novas tecnologias. Por enquanto, os sistemas de saneamento sustentável devem pelo menos ser considerados como uma opção complementar para os casos em que:

- a. Os governos locais e serviços públicos de água não estão em condições financeiras ou organizacionais para a construção de sistemas de esgotos

- e tratamento de águas residuais ou para manter essa infraestrutura em boas condições de funcionamento;
- b. Falhas recorrentes nas fossas “sépticas” ou outros sistemas de saneamento permitindo a lixiviação dos nutrientes e patógenos para as águas subterrâneas;
  - c. A escassez de água no local é tão intensa que não é mais razoável usa-la como um meio de transporte para os excrementos, em detrimento de outras necessidades importantes;
  - d. No caso de sistemas de esgoto disfuncionais ou obsoletos e que precisam ser completamente substituídos ou quando em novos conjuntos habitacionais sendo planejados, onde é possível alcançar ganhos econômicos e ambientais ao evitar-se o uso de água para o saneamento;
  - e. Potencial de reciclagem de excrementos no contexto da gestão dos recursos naturais, produção agrícola sustentável e na segurança alimentar.

(Cordova, 2005 - adaptado)

O saneamento com base na compostagem pode fornecer uma alternativa segura e agradável nos países em via de desenvolvimento e onde a eletricidade, a água e os recursos financeiros são de difícil acesso à população. Basta, haver a disponibilidade de materiais carbonáceos para cobertura e o sucesso no treinamento do pessoal para operação e manutenção do sistema. Tal alternativa avança para substituir as latrinas convencionais e de quebra melhorar a saúde pública, reduzindo doenças causadas por transmissão fecal-oral de patógenos (Redlinger et al., 2001).

Por outro lado, ao separar-se a parcela dos excrementos humanos (urina e as fezes) das demais águas residuais em banheiros do tipo seco compostável, os nutrientes e a matéria orgânica neles contidos são reciclados e os esgotos domésticos restantes podem ser tratados e reaproveitados com mais facilidade. Neste sentido, a tecnologia atua localmente como um sistema de pré-tratamento, retendo substâncias que poderiam ser prejudiciais ao meio ambiente (Berger, 2010).

O saneamento com base na compostagem é uma das tecnologias listadas nas diretrizes da Organização Mundial de Saúde para o uso seguro de excrementos e águas saponáceas (OMS, 2006) e reconhecido pelo programa de monitoramento

conjunto das metas de desenvolvimento do milênio como um dos cinco possíveis sistemas de saneamento básico (OMS / UNICEF, 2008).

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Área de Estudos

Dentre as mais antigas civilizações existentes, a Etiópia é também um dos países mais pobres do mundo. Sua história única de independência a coloca numa condição bastante peculiar. É o segundo país mais populoso da África Subsaariana com cerca de 92 milhões de habitantes (OMS, 2012).

A Etiópia carrega um dos piores índices de abastecimento de água e cobertura por saneamento no planeta. Somente a metade das famílias no país têm acesso a uma fonte melhorada de água potável, sendo a maior parcela constituída por domicílios urbanos. Aproximadamente 48 milhões de etíopes não possuem acesso ao saneamento básico (OMS / UNICEF, 2013).

O relatório conjunto da OMS / UNICEF (2013) aponta também para a proporção de apenas 21% da população com acesso a instalações sanitárias melhoradas (tabela 2). A prática da defecação à céu aberto é comum para cerca de 45% da população.

Tabela 2. Estimativa de cobertura por saneamento.

Etiópia	Urbano (%)		Rural (%)		Total (%)	
	1990	2011	1990	2011	1990	2011
Instalações melhoradas	19	27	0	19	2	21
Inst. compartilhadas	28	42	0	6	4	12
Outras não-melhoradas	12	23	0	22	1	22
Defecação à céu aberto	41	8	100	53	93	45

Fonte: OMS/UNICEF, 2013.

Por outro lado, a insegurança alimentar na Etiópia vem sendo intensamente agravada por alterações climáticas. Secas persistentes e chuvas imprevisíveis causam perda de alimento e renda. Cerca de 10% da população sofre com a insegurança alimentar crônica e 82% é dependente da agricultura de subsistência. A população encontra-se em rápido crescimento, o que coloca uma pressão ainda maior sobre os recursos naturais e solo, pilares para o crescimento do país (FAO, 2012).

Para reforçar o progresso dos indicadores, o Governo da Etiópia formulou em 2010 um plano de crescimento e transformação para cinco anos, que inclui a melhoria de forma sustentável dos meios de subsistência rurais e urbanos e da segurança alimentar nacional. O principal objetivo é o de ampliar o acesso a fontes melhoradas de água para 98,5% da população em 2015 (98% para o rural e 100%

para a população urbana) e alcançar 100% de cobertura em saneamento (Defere, 2012).

Nesse contexto situa-se o estudo de caso dessa dissertação. Mekelle é a capital do estado do Tigray e a maior cidade do norte da Etiópia, com um território de 28 Km<sup>2</sup> e uma população (em rápido crescimento) estimada em 298 mil habitantes. Encontra-se na latitude 13° 30' N e 39° 29' L, espalhada em uma planície a 2200 metros acima do nível do mar e em parte rodeada por uma cadeia de montanhas (figura 4). É um dos principais centros econômicos, de saúde e educação da Etiópia (Castro & Maoulidi, 2009).

Figura 4. Mapa político da Etiópia com destaque para cidade de Mekelle.



Fonte: Nations Online Project - adaptado, 2014.

A temperatura média anual em Mekelle varia de 14°C a 34°C e o índice pluviométrico é estimado na faixa dos 600mm. O padrão de chuvas é unimodal e cerca de 60-84% da precipitação total é acumulada dentro de quatro meses do ano, de junho a setembro. A distribuição espacial é influenciada pela topografia (Tesfaye & Walker, 2004).

O abastecimento de água em Mekelle não consegue atender a crescente demanda e nem a metade do que a população diariamente necessita lhes é conferido. A cobertura por saneamento é baixa e precisa ser ampliada. Muitas famílias, escolas e instituições de saúde tem seu progresso limitado devido às consequências da falta de água e saneamento, o que direciona implicações drásticas para a saúde (Castro & Maoulidi, 2009).

A Universidade de Mekelle, por sua vez, não foge à regra da cidade e a situação do saneamento e do abastecimento de água é calamitosa. Nela, cerca de 30.000 estudantes (aproximadamente 10% da população de Mekelle) e oriundos de todas as partes do país, já que a universidade é uma das 31 públicas no país, estão divididos em cinco campi e com mais dois em construção. Cada campus sedia um grupo de formações, sendo 90 de graduação e mais 70 de pós-graduação.

O Colégio de Ciências da Saúde (CCS) constitui um dos campi da universidade e encontra-se anexo ao Hospital de Referência Ayder, o segundo maior hospital da Etiópia e o centro médico mais avançado da parte norte do país. O hospital é utilizado para o ensino e a prática dos cerca de 1200 estudantes, divididos em três escolas, ou seja, a Faculdade de Medicina, a Faculdade de Farmácia e a Escola de Enfermagem.

O dormitório estudantil assim como as refeições são custeados pelo governo, o que faz com que a maior parte dos estudantes optem pela moradia e alimentação no próprio campus. Daí resulta a problemática em prover água e saneamento para este contingente, ainda pequeno se comparado à do campus central que tem mais de 20.000 estudantes.

Os alunos estão divididos por gênero e locados em dormitórios com 6 camas cada, em sua maior parte superlotados. O banheiro é externo ao prédio e similar àquele comumente observado em espaços públicos do país: latrinas do tipo queda e depósito. A falta de manutenção e higiene são evidentes, um paradoxo em se tratando de um colégio que prepara profissionais para lidar com a saúde da população.

É neste sentido que a presente intervenção, relacionada à linha do baixo custo e de modo a adaptar o que já existe, se propôs a demonstrar uma alternativa e converter parte das latrinas dos dormitórios estudantis do CCS, ao todo 8, em banheiros do tipo seco compostáveis. O protótipo instalado é destinado ao público masculino: funcionários e estudantes moradores do dormitório estudantil do CCS.

A oportunidade em ter a universidade como palco para demonstração da prática em saneamento com base na compostagem é importante no sentido de ampliar o alcance da tecnologia apresentada. Ao tomar conhecimento e vivenciar a prática em seu cotidiano os novos egressos tornam-se agentes de disseminação e transformação em suas localidades.

## 2.2 Metodologia

A disseminação (transferência) de experiências práticas que atendam a sustentabilidade de áreas urbanas densamente povoadas, não só enriquece o repertório de alternativas de gestão, mas atenua os impactos da falta de infraestrutura básica contribuindo também para uma melhor compreensão das questões relativas ao saneamento e assumidas no âmbito local (Dagnino, 1999).

Para tanto, o roteiro de elaboração deste trabalho toma por norte a Educação Ambiental (EA), aqui assumida como os processos nos quais os indivíduos e as comunidades constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a construção da sustentabilidade ambiental (BRASIL, 1999).

Desta forma, os passos definidos na literatura para que se conceba um Projeto de Educação Ambiental (PEA) foram previamente observados. Segundo Wood & Wood (2008), estes são:

- a) Definição do pré-projeto
  1. Questão / problema socioambiental;
- b) Diagnóstico socioambiental
  2. Definir as estratégias de levantamento de dados e informações relevantes para a elaboração do projeto;
- c) Elaboração do projeto
  3. Abordagem do problema no âmbito educativo (*que enfoque da situação problema queremos trabalhar no projeto de educação ambiental?*);
  4. Objetivo (*o que queremos melhorar / mudar com a implantação do projeto? Qual a maior contribuição deste projeto para a sociedade?*);
  5. Público-alvo (*para qual segmento da sociedade o projeto será direcionado?*);
  6. Modalidade (educação formal, não-formal, informal, pesquisa ambiental);
  7. Conteúdos temáticos (*quais os temas gerais que serão relevantes para a abordagem da questão e para a transformação da problemática correspondente? Eles podem ser trabalhados interdisciplinarmente?*);

8. *Atividades (quais são as atividades que, articuladas entre si, são propostas para a consecução dos objetivos propostos? Elas abrem possibilidades de participação e discussão do público interessado);*
9. *Recursos (devem ser especificadas, para cada atividade, as diferentes necessidades de recursos humanos, técnicos, materiais e financeiros para desenvolver as ações programadas);*
10. *Parcerias (quem são as pessoas / órgãos / instituições que irão viabilizar o projeto? Quais suas atribuições?);*
11. *Cronograma (quanto tempo estima-se para o desenvolvimento do projeto? A previsão deve ser feita para cada fase, desde o planejamento até a implantação, através de uma tabela de cronograma de atividades);*
12. *Avaliação (como as ações serão monitoradas e avaliadas – frente as transformações esperadas – no decorrer do processo?).*

A priori, as características socioeconômicas gerais da região selecionada são avaliadas e assim é possível obter um melhor entendimento dos elementos sociais dinâmicos e nos quais o problema tecnológico encontra-se sempre imerso (Dagnino, 2009).

Conseqüentemente, a etapa precursora do trabalho se dá através de uma incursão com enfoque na situação do abastecimento de água e saneamento (incluindo gestão de resíduos sólidos) na cidade de Mekelle e conduzida pelo autor em junho 2013, sob a supervisão da Iniciativa Cidades do Milênio (ICM).

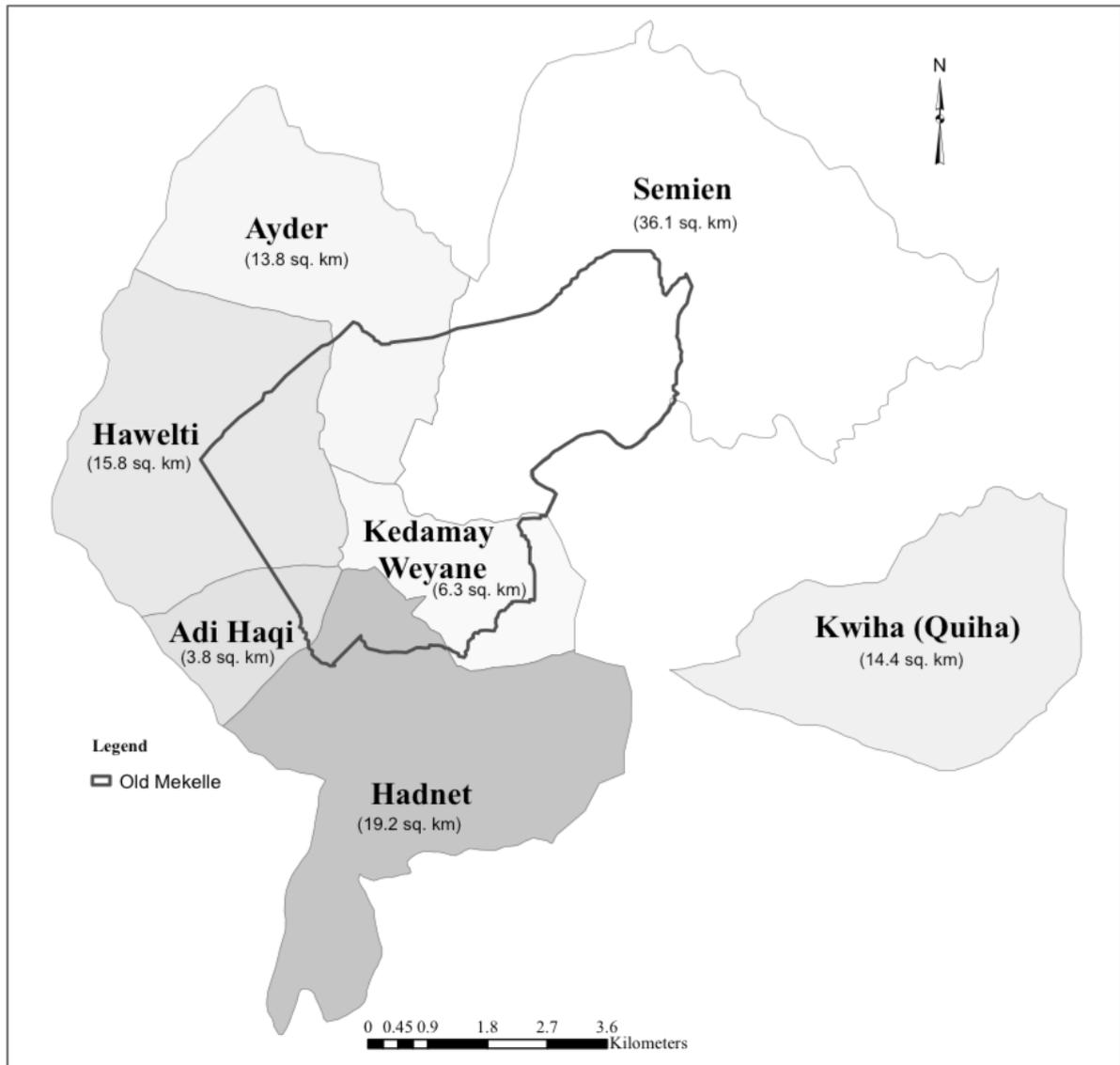
A ICM é um projeto do Instituto Terra da Universidade de Columbia em Nova Iorque – EUA e que estabeleceu auxiliar 11 municipalidades carentes em recursos e situadas ao longo da África subsaariana, para erradicar a pobreza urbana abrasadora e aproximar os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM).

A ICM busca, com auxílio de estudantes de mestrado e o corpo local de staff, auxiliar as "Cidades do Milênio" na identificação das lacunas críticas para o alcance dos ODM, assim como atrair novos investimentos e parceiros capazes de viabilizar as ações pretendidas.

Desta maneira, a coleta de dados preliminares baseou-se no preenchimento de um questionário em campo, reunindo informações quanto aos pontos de água pública, as latrinas comunitárias e o gerenciamento dos resíduos sólidos nos sete bairros de Mekelle (figura 5). Um telefone com sistema *android* continha os formulários digitais elaborados anteriormente pelo escritório da ICM em Nova Iorque.

O software utilizado para reunir as informações coletadas foi o ODK (Open Data KIT) na versão 1.1.7.

Figura 5. Mapa da cidade de Mekelle e seus 7 distritos.



Fonte: Castro & Maoulidi, 2009.

A arguição tinha como principal objetivo ajudar a identificar o status da cidade de Mekelle no cumprimento dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio, particularmente em matéria de água e saneamento (ODM 7). No entanto, foi além e motivou a estruturação de uma experiência prática em transferência de tecnologia para a construção de banheiros-seco do tipo compostável. Isto porque parte dos resultados e percepções apontavam para uma dramática falta de instalações sanitárias apropriadas assim como o mal funcionamento daquelas existentes.

A partir daí, ficou constatada uma enorme necessidade e o solo fértil para inserção de práticas inovadoras em saneamento e com o enfoque comunitário, do baixo custo e da sustentabilidade. Por outro lado, a pesquisa também demonstrava a alta demanda e a baixa oferta de água. Somado a isso, um comportamento predominantemente agrícola, porém com a gritante falta de fertilizantes e a baixa produtividade. A abordagem escolhida deveria, pois, considerar todas estas peculiaridades.

O próximo esforço se concentrou em estabelecer um parceiro local para hospedagem, acompanhamento e financiamento da prática de construção dos banheiros e estruturas complementares. A tecnologia elegida consistiu em banheiros secos à base de compostagem e o local, os dormitórios masculinos do Colégio de Ciências da Saúde (CCS), na Universidade de Mekelle e com apoio logístico e financeiro do Hospital de Referência Ayder.

Todavia é importante salientar que a escolha da tecnologia a ser replicada se deu com base em uma exaustiva revisão da literatura com foco nos diferentes modelos de banheiro-seco e as suas vantagens e desvantagens. Destaque para os trabalhos de Joseph Jenkins, “The Humanure Handbook”; Berger e Lorenz-Ladener, “Komposttoiletten”; de Del Porto e Steinfeld, “The Composting System Book”; Tilley *et al.*, “Compendium of Sanitation Systems and Technologies”; Winblad e Simpson, “Ecological Sanitation”; Inácio e Miller, “Compostagem: ciência e prática para gestão de resíduos orgânicos” e UNESCO, “Capacity Building for Ecological Sanitation”.

Adiciona-se a esse esforço, a trajetória de sete anos adquirida pelo autor quanto ao uso e a propagação de diferentes sistemas de reciclagem e saneamento no Brasil e em países como Cuba, Uruguai, México, Noruega, Suécia e Finlândia.

O passo seguinte consistiu na estruturação do projeto e organização da prática de construção dos banheiros, com duração aproximada de um ano, desde julho de 2013 a setembro de 2014 e dividida em três etapas: 1. Planejamento; 2. Implementação; 3. Monitoramento & avaliação.

Na etapa inicial de planejamento, informações de fundo complementares foram levantadas e o conceito de saneamento com base na compostagem apresentado para equipe de investigação constituída. O grupo, formado exclusivamente por voluntários, conta com a participação da agente de ligação (*liaison*) das relações germânicas no hospital de Referência Ayder, um agente de

saúde ambiental também funcionário do hospital e um estudante de engenharia mecânica da Universidade de Mekelle (anexo 6.2).

O exercício do planejamento se deu através da elaboração de um quadro lógico (*logic framework*), uma ferramenta que busca na construção participativa de uma matriz reunir de forma clara e concisa o objetivo geral do projeto, os objetivos específicos, as atividades, os inputs (recursos) necessários e os indicadores de desempenho do tipo SMART (específicos, mensuráveis, alcançáveis, relevantes e em tempo). O modelo lógico expressa também o passo a passo a ser tomado na execução do projeto, assim como seus custos relativos.

A segunda fase consistiu na reforma dos banheiros em si, no total de oito, e preparo do espaço anexo para a compostagem dos excrementos recolhidos nas cabines – fezes, urina, papel e serragem – além de restos alimentares da cozinha universitária e rejeitos orgânicos de poda e varrição do campus, também destinados à compostagem.

Em complemento, oito garrafas plásticas contendo água e pequena quantidade de cloro foram acopladas ao telhado, logo acima de cada sanitário, de modo a refletir a luz solar durante o dia e produzir claridade, segurança e mais conforto ao usuário.

Mais adiante o estágio de implementação teve como objetivo instrumentalizar a equipe de operação, formada por três funcionários do hospital e com a tarefa de limpeza dos banheiros; esgotamento, transporte e lavagem dos tambores plásticos e manutenção da área e processo de compostagem. Além da elaboração de sinais (pictogramas) e treinamento dos usuários quanto ao uso correto e conservação das instalações sanitárias.

A supervisão da operação é realizada pela equipe de investigação constituída, a qual também faz monitoramento semanal da higiene nas instalações internas e controle regular da temperatura de compostagem, correspondendo a terceira etapa de monitoramento. O calor medido nas pilhas de compostagem é a comprovação da eficácia do processo na eliminação de organismos patogênicos contidos na excreta humana.

Finalmente, a etapa de avaliação ocorre após um ano, quando o composto torna-se maturado, resultante da decomposição completa dos resíduos orgânicos coletados, e será laboratorialmente testado quanto à presença de patógenos, podendo por último, prover uma melhoria da horticultura e incremento da vegetação

no CCS. Isto é, através da oferta de um solo rico em nutrientes e seguro do ponto de vista da saúde, servindo de modelo para o aprimoramento e futuras replicações.

### **2.2.1 Limitações**

Foram inúmeras as limitações que complicaram os esforços da coleta e análise dos dados de questionário (análise de contexto). Inicialmente, houve a falta de treinamento para os estudantes e membros da ICM em Mekelle sobre como operar o levantamento e tratar as informações através do uso de celular *Android*, aplicativo ODK e seu mau-funcionamento. Seguiu-se a inconsistência dos termos de cooperação assinados pela ICM junto aos parceiros locais e recusa ou desinteresse por parte das autoridades públicas quando solicitada referência. Houveram também atrasos e omissão na publicação de reportes anuais de monitoramento dos indicadores básicos de saúde, barreiras na comunicação e a longa distância entre os pontos de coleta e falta de transporte adequado, entre outros.

Com relação à etapa da construção dos banheiros, algumas dificuldades incluíram conseguir apoio financeiro e depois de conquista-lo, burocracias na liberação do recurso; carência de ferramentas apropriadas, bem como o tempo curto e a pouca experiência prática do autor, além de barreiras culturais e a desconfiança inicial na técnica, por parte dos gestores.

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **3.1 Análise de contexto**

##### **3.1.1 Manejo dos resíduos sólidos em Mekelle**

Nas cidades em rápido crescimento do mundo em desenvolvimento, a questão da gestão de resíduos sólidos urbanos é de suma importância e precisa ser trabalhada. A urbanização e o crescimento populacional têm levado a um aumento constante na quantidade de resíduos em áreas urbanas.

Uma vez que os sistemas de coleta e transporte na sua maioria são ineficientes e servindo geralmente apenas uma parcela limitada da população urbana, os resíduos acabam por serem despejados nas ruas e/ou terminados em lixões não controlados (Zurbrügg *et al.*, 2007).

Tal situação não é diferente em Mekelle, onde a coleta de resíduos é realizada regularmente por cooperativas autorizadas pela autoridade municipal. Os resíduos são recolhidos de casa em casa, a cada dois dias e primeiramente armazenados em quatro estações de transbordo: Adishumduhun, Ayder, Hadnet e Hayelom. Assim que cada estação reúne quantidade elevada de resíduos, os mesmos são transportados em contêineres para o lixão municipal – não controlado – e situado em região periférica à cidade (figura 6).

Não existem sistemas de segregação dos resíduos ou reciclagem em Mekelle e na área de despejo final, somente os itens mais volumosos são apanhados e depois incinerados, com a prerrogativa de estender a vida útil do lixão. Os trabalhadores recrutados para esta tarefa são submetidos a condições subumanas de trabalho e competem por espaço com urubus, porcos, cães e moscas em meio a um ambiente com calor insuportável e mal cheiro de putrefação.

Frente ao observado e apontado acima é evidente que a cidade de Mekelle necessita de um plano estruturado e consistente para a gestão integrada dos resíduos sólidos, devendo incorporar prioritariamente diferentes áreas da administração pública e da sociedade civil num esforço de limpar, coletar, processar, reciclar e descartar o que de fato não tenha mais proveito.

Figura 6. Despejo final dos resíduos na cidade de Mekelle.



Fonte: O autor, 2013.

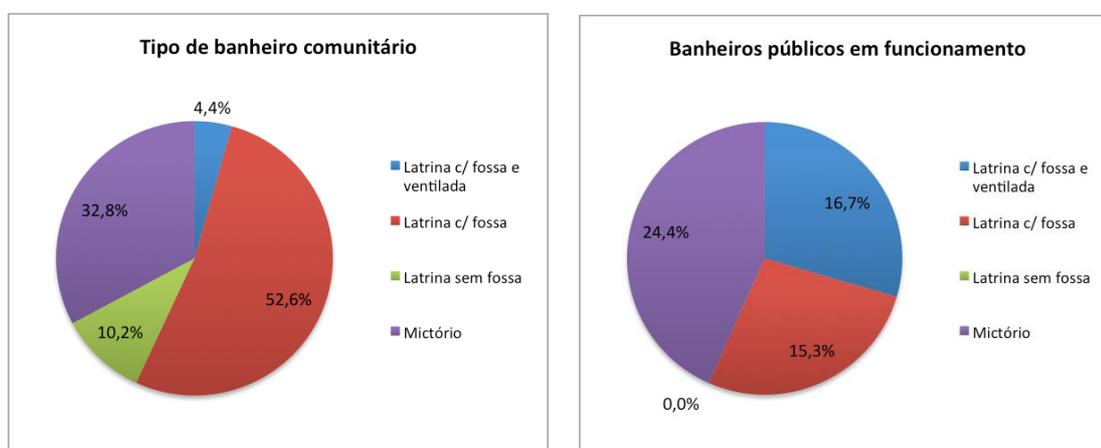
Um plano bem estruturado deve considerar quem são os grandes produtores, o montante total e o tipo de resíduos, características sociais, culturais e econômicas da comunidade, assim como outras peculiaridades locais: demográficas, climáticas e urbanas (Tadesse *et al.*, 2008).

Por outro lado, é essencial identificar quais as tecnologias alternativas potencialmente úteis à redução do impacto que é gerado a partir de práticas ineficientes na gestão dos resíduos sólidos. Também é importante que as soluções técnicas sejam consistentes com as aspirações sociais e econômicas da comunidade, a fim de alcançar maior mobilização e sustentar o apoio dos contribuintes. A reciclagem é um componente fundamental para gestão integrada dos resíduos sólidos.

### 3.1.2 Latrinas públicas

Ao todo, vinte e cinco instalações em banheiros público/comunitários foram visitadas em seis diferentes distritos de Mekelle num esforço amostral de dois dias. Os bairros visitados foram Adhaqi, Hadnet, Hawelti, Kedamaywayane, Lemlemfaero e Sewhinguse. A maioria das instalações consistia de latrinas (queda e depósito) contendo fossa. Na região central, porém, era grande o número de mictórios portáteis, em sua maior parte fechados e/ou sem funcionamento (figura 7). Em número pequeno são encontradas também latrinas melhoradas e com ventilação, e outras nem mesmo contendo fossa (figura 8).

Figuras 7 & 8. Banheiros públicos (à esquerda) e banheiros públicos em funcionamento (à direita).



Fonte: Iniciativa Cidades do Milênio (ICM), 2014.

As condições de higiene são as piores possíveis e, principalmente, resultante da escassez crônica de água (figura 9). Pias com água corrente estavam ausentes em todos os banheiros públicos visitados e somente em uma das instalações havia disponibilidade de água, a qual, no entanto, era coletada em barril direto da chuva no telhado, sem tratamento algum e utilizada inclusive para limpeza anal (figura 10). Alguns dos banheiros públicos cobram uma taxa de entrada de 2 ETB (birr etíope), cerca de 10 centavos de dólar americano. O pagamento dá direito ao uso do banheiro e dois papéis para 'higiene': folhas de xerox descartadas. A folha adicional tem o custo de 0,5 ETB.

A estrutura física das instalações se apresentava severamente danificada quando não mal construída e na maior parte dos locais visitados. Praticamente não havia limpeza e/ou mínima gestão, já que o transbordo de urina e fezes pelas latrinas constando num cenário prevalente. Muitos foram também os casos de

espaços visivelmente utilizados para a prática de defecação a céu aberto e nas proximidades dos banheiros públicos.

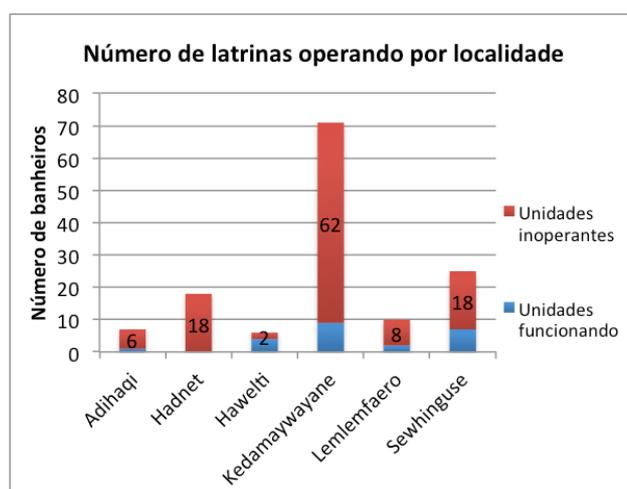
Figuras 9 & 10. Más condições de higiene (à esquerda) e coleta da chuva dos telhados (à direita).



Fonte: O autor, 2013.

Com relação à localização, há um predomínio de banheiros públicos na região central em Kedamaywayane devido ao grande número de mictórios. No entanto conforme mencionado anteriormente, inoperantes quando realizada esta incursão (figura 11).

Figura 11. Número de latrinas públicas operando em cada distrito de Mekelle.



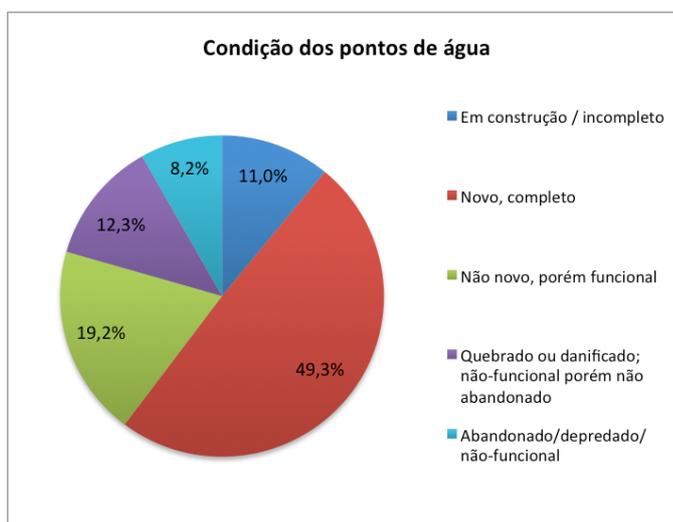
Fonte: Iniciativa Cidades do Milênio (ICM), 2014.

### 3.1.3 Pontos comunitários de distribuição de água

A principal fonte de abastecimento de água em Mekelle é oriunda de fontes subterrâneas, extraída em poços que vão de 32 a 250 metros de profundidade. O sistema de distribuição depende principalmente da gravidade, mas a rede também conta com bombas (Castro & Maoulidi, 2009).

A água é tratada com cloro no percurso e entregue em quiosques, pontos comunitários de distribuição da água. Com exceção à área mais central de Mekelle, a distribuição não alcança o domicílio e, mais grave, há um grande número de quiosques sem provisão d'água ou mesmo danificados (figura 12).

Figura 12. Condição dos pontos comunitário de distribuição da água.



Fonte: Iniciativa Cidades do Milênio (ICM), 2014.

O município é o principal responsável pela construção e reparo dos quiosques (tabela 3). No entanto, devido à falta de recursos financeiros e a insuficiência técnica do gestor público, há um elevado número de torneiras fora de operação. Em muitos casos, a fonte de água estava seca, mas também houve pontos constando peças em falta, quiosques depredados e inacabados e/ou em construção.

Tabela 3. Desenvolvedores da fonte d'água.

Quem construiu/instalou o ponto de água?		
	Número total	Percentual
Autoridade local	70	95,9 %
Internacional	3	4,1 %

Fonte: Iniciativa Cidades do Milênio (ICM), 2014.

A grande maioria dos pontos de água está ligada a um sistema canalizado, embora em alguns casos existam bombas do tipo manual. A água é distribuída em registros (torneiras) e carregada em barris com capacidade para 60 litros. O transporte é realizado pelas mulheres e geralmente as mais jovens (figura 13). Quando a água está disponível, enormes filas são formadas (figura 14). Um preço simbólico é cobrado por cada barril cheio e o bairro designa um membro para controle da arrecadação e manutenção em caso de mal-funcionamento das torneiras.

Figuras 13 & 14. Água carregada por mulheres (à esquerda) e longas filas para provisão (à direita).



Fonte: O autor, 2013.

### **3.2 Oficina para a instalação de um sistema em saneamento sustentável**

#### **3.2.1 Modelo implantado: Como funciona um banheiro seco compostável?**

Com base nos apontamentos e observações da etapa precursora de análise do contexto e com o fim de explorar uma solução de cunho sustentável para a crise do saneamento em Mekelle, um sistema de saneamento com base na compostagem foi instalado no Colégio de Ciências da Saúde na Universidade de Mekelle.

A falta de instalações sanitárias mais adequadas não é uma característica exclusiva das latrinas públicas em Mekelle, de modo que nem mesmo a Universidade escapa à regra. A defecação a céu aberto é uma prática comum entre os estudantes e a falta de higiene é gritante. Por todos os campi da universidade os banheiros são repugnantes.

Sendo assim, a escolha do modelo de sanitário a ser demonstrado se deu com base nas características locais mais marcantes: escassez crônica de água, vocação agrícola, falta de recursos econômicos, baixa higiene (figura 15), insuficiência técnica, desemprego e baixo custo na mão de obra, estruturas físicas

presentes, etc. Além disso, soma-se o fato de todos materiais necessários à adaptação e ao funcionamento dos novos banheiros (figura 16) constarem na proximidade, com um custo acessível a população e portanto, elevado potencial de replicabilidade.

Figuras 15 & 16. Situação prévia encontrada (à esquerda) e após à capacitação (à direita).



Fonte: O autor, 2013.

O saneamento com base na compostagem é um método ambientalmente amigável para o tratamento dos dejetos humanos, que são convertidos em adubo, eliminando o uso excessivo da água. Os elementos básicos que compõe o sistema (que em pouco se diferencia de um sanitário convencional) são um lugar para sentar ou agachar acoplado a um receptáculo para coletar a excreta, que em seguida é transportada ao canteiro externo para compostagem (Berger, 2010).

O processo de funcionamento de um banheiro seco compostável busca imitar o que acontece no solo da floresta, onde as fezes de animais selvagens e tudo mais putrescível são convertidos em nutrientes valiosos para a vegetação.

O usuário do sistema de saneamento com base na compostagem começa depositando sua excreta (fezes e urina) em uma bombona plástica acoplada ao assento sanitário (figura 17) e impermeável, com capacidade máxima para 60 litros.

Recipientes maiores podem ser muito pesados para serem transportados quando estiverem cheios.

Após cada uso, as fezes e a urina são recobertos com um material carbonáceo limpo e picado, preferencialmente serragem (figura 18), com o fim de evitar que os odores se proliferem, propiciar a absorção da urina e reduzir a presença de moscas. Em outras palavras, a serragem faz o papel da descarga d'água num banheiro convencional. A tampa do assento é mantida fechada quando o banheiro não está em uso (Jenkins, 1999).

Figuras 17 & 18. Recipiente para coleta da excreta (à esquerda) e cobertura com serragem (à direita).



Fonte: O autor, 2013.

Quando completadas com excrementos, as bombonas plásticas são manualmente transportadas (figuras 20 e 21) para uma área cercada ao ar-livre, espaço este designado como canteiro de compostagem (figura 19). Geralmente próximo aos banheiros, para facilitar o manejo e reduzir o esforço de transporte, este espaço consiste de quatro caixas alinhadas, cada qual medindo aproximadamente 1,5 m de largura, 2 m de comprimento e 1 m de altura.

Figuras 19, 20 & 21. Caixas de compostagem (acima) e transporte das bombonas plásticas (abaixo).



Fonte: O autor, 2013.

O design e o tamanho das caixas de compostagem são configurados para que cada uma delas leve o período de três meses para ser preenchida. Deste modo,

ao término de um ano, os materiais inseridos na primeira caixa estarão completamente decompostos e com aspecto de solo húmico.

Uma tela mosquiteira reveste cada uma das caixas (figura 22), de modo a impossibilitar o acesso por cães, roedores e outros animais que eventualmente poderiam revirar o material fresco.

Figura 22. Revestimento com tela mosquiteira nas paredes da caixa de compostagem.



Fonte: O autor, 2013.

Sendo assim, a excreta humana (fezes e urina) e o papel higiênico, cobertos com a serragem nos banheiros, são direcionados para as caixas externas de compostagem (figura 23) e acrescidos de todos demais materiais orgânicos disponíveis no local (figura 24), o que inclui, restos de comida, fezes de animais, resíduos da poda, aparas de grama, folhas, etc.

É essencial que todo material fresco contido nas bombonas plásticas e os restos alimentares sejam inseridos no centro da caixa de compostagem. Ali concentram as temperaturas mais altas o que vai propiciar a morte dos organismos patogênicos e evitar a proliferação de maus odores.

Em suma, a etapa nas caixas de compostagem se inicia a partir de uma base servida de palha (materiais ricos em carbono), o que evita a percolação de líquidos contaminantes provenientes do material fresco. É importante que estes materiais carbonáceos sejam lascados em pequenos pedaços para reduzir seu volume e facilitar a decomposição. No centro desta camada, uma depressão é cavada e o conteúdo das bombonas plásticas e restos alimentares são depositados e em seguida cobertos novamente com uma camada generosa de palhada.

O processo é repetido cada vez que as bombonas plásticas são esvaziadas e gradativamente o material vai se decompondo e perdendo volume. Assim, passados três meses o preenchimento da caixa seguinte é iniciado à mesma maneira.

Por último, as bombonas plásticas são lavadas (figura 25) com uso de uma escova com cabo, sabão neutro e pequena quantidade de água. A água de lavagem é vertida para a pilha de compostagem (figura 26), o que auxilia a manter a umidade e conseqüentemente o calor nas pilhas.

Figuras 23, 24, 25 & 26. Detalhes do manejo diário das caixas de compostagem.



Fonte: O autor, 2013.

Quando secas, as bombonas plásticas são polvilhadas com uma cama de serragem na base e estão prontas para serem substituídas nos banheiros.

Para o manejo diário da composteira são utilizadas ferramentas comuns como garfões, enxadas, pás e mangueira. O material é regado sempre que sua umidade estiver baixa, sendo que na prática o ponto ideal é quando ao apertá-lo (com luvas) entre os dedos, ele deve soltar água como uma esponja (PROSAB,1999).

As desvantagens desta tecnologia incluem a inconveniência de carregar os recipientes contendo excrementos humanos em uma base regular, olhar e sentir o cheiro das fezes e urina misturados a serragem, a questão da limpeza das bombonas após seu esvaziamento e ter que manter um suprimento constante de material carbonáceo para mistura, o que é absolutamente essencial para o sucesso deste tipo de sistema. Além disso, é necessário um grau elevado de consciência e comprometimento da equipe técnica responsável pelo acompanhamento das estruturas internas do banheiro e pilhas de compostagem.

As vantagens deste sistema envolvem o baixo custo econômico na implementação e um consumo reduzido de energia para operação. E passado um ano, ao término do processo de compostagem, o que era tido como problema passa a ser solução quando um adubo seguro é produzido e aproveitado para diversos fins, inclusive para produção de alimentos (Jenkins, 1999). O composto, quando bem gerido, vai aquecer o suficiente para garantir a morte de todos os organismos patogênicos (figuras 27 e 28).

Figuras 27 & 28. Temperatura tomada nas caixas de compostagem: 151 °F ≈ 66 °C.



Fonte: O autor, 2013.

Por outro lado, é importante salientar que há um grande número de pessoas que não podem dar-se o luxo de utilizar as formas mais tradicionais de saneamento, uma vez que estes não contam com acesso a água corrente, energia elétrica, coleta e destinação segura para excreta humana. Consequentemente, a experimentação e o aprimoramento de modelos como o apresentado, podem beneficiar muitas pessoas.

### **3.2.2 Planejamento da construção**

Muitos projetos estão, desde o início, condenados ao insucesso por causa de erros de planejamento facilmente previsíveis, como por exemplo ter claro o que busca-se realizar, porque isso precisa ser feito, quais são os riscos imbuídos, entre outros. A ferramenta de quadro lógico (QL), uma abordagem centrada no nível da tarefa busca consistentemente pensar, planejar, agir e avaliar todas etapas do projeto.

Trata-se de um instrumento de planificação que enquadra diversos elementos num processo de mudança (problemas, objetivos, partes interessadas, plano para a implementação, etc.). O resultado final é sintetizado numa matriz, um meio auxiliar para criar participação, responsabilidade e propriedade (NORAD, 1988).

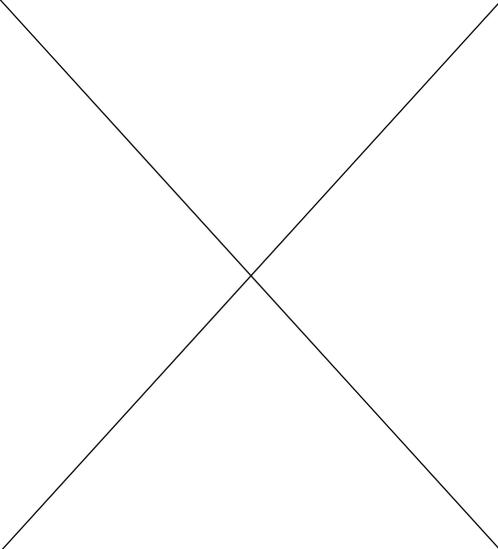
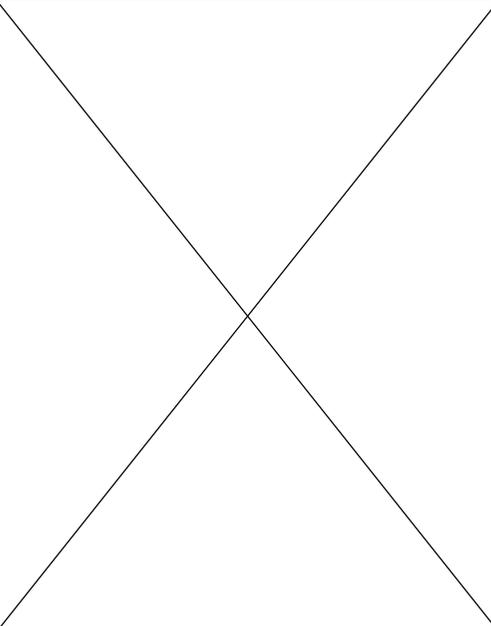
Neste sentido, a etapa da construção dos oito banheiros do tipo seco compostável no CCS e o treinamento dos usuários e operadores do sistema, foi viabilizado graças à elaboração colaborativa prévia de uma matriz de QL.

A estruturação do QL se deu a partir da definição de um objetivo geral seguido por objetivos específicos (OE's). Para cada um dos OE's são considerados riscos e suposições, ou seja, os pressupostos que podem incorrer do sucesso ou insucesso no alcance destas metas. Isto contribui para a previsão de cenários e, conseqüente precaver de possíveis riscos.

O próximo passo constou da formulação de *outputs*, ou saídas, aquilo que na prática se espera atingir ao longo do projeto. As saídas estão diretamente relacionadas a cada um dos OE's e para certificar seu alcance, são denominados indicadores do tipo SMART (específicos, mensuráveis, alcançáveis, relevantes e em tempo). Em outras palavras, os indicadores SMART consistem de evidências objetivas de que o inicialmente esperado de fato aconteceu. Por último, são listadas as atividades necessárias ou o passo a passo para que se alcance as saídas estabelecidas e conseqüentemente os OE's.

### 3.2.2.1 Quadro lógico para construção e funcionamento dos banheiros

	Narrativa	Indicadores do tipo SMART	Riscos e suposições
<b>Objetivo</b>	Implementar um sistema de saneamento com base na compostagem no Colégio de Ciências da Saúde (CCS) para explorar soluções mais sustentáveis e econômicas e prover uma melhora na higiene e estrutura dos banheiros na Universidade de Mekelle, Tigray, Etiópia.		
<b>Objetivos Específicos</b>	1. Demonstrar banheiros-seco: atrativos de usar e higiênicos.		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Usuários não se importam e as estruturas são vandalizadas.</li> <li>• Interrupção na provisão de materiais carbonáceos.</li> <li>• Perda (não-renovação) do recurso financeiro após 1 ano.</li> <li>• Falta de incentivos para o staff interno do CCS.</li> <li>• Campanha de conscientização insuficiente.</li> </ul>
	2. Promover o saneamento com base na compostagem como estratégia para eliminar organismos causadores de doenças contidos na excreta humana.		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Usuários depositam materiais não compostáveis nas bombonas.</li> <li>• Caixas para compostagem foram mal-construídas.</li> <li>• Número das caixas de compostagem foi insuficiente.</li> </ul>
	3. Reduzir o custo envolvido com a aquisição de solo enquanto melhorar a vegetação no CCS.		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Solo não é culturalmente aceito.</li> <li>• Solo é atrativo para o comércio.</li> </ul>

	<p>4. Adquirir conhecimentos sobre como integrar sistemas de saneamento sustentável na Universidade de Mekelle.</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• O sistema é recusado pela legislação nacional.</li> <li>• Competição ou descaso das autoridades pelo sistema.</li> <li>• Grupo de escalonamento não conta com recursos financeiros.</li> <li>• Projeto-piloto foi insuficiente para ações de escalonamento.</li> <li>• Falta de um especialista com dedicação exclusiva.</li> <li>• Recursos limitados para compreender/estudar a aceitabilidade do sistema pelos usuários.</li> </ul>
<p><b>Outputs</b></p>	<p>1.1 8 banheiros-seco coloridos, claros e sem mau-cheiro.</p>	<p>8 lâmpadas solares são instaladas antes da abertura dos banheiros de modo a prover claridade nas cabines durante o dia.</p> <p>Paredes internas são pintadas em branco e os pictogramas para o uso impressos nos corredores e cabines.</p> <p>Supervisor faz <i>check</i> semanal surpresa para avaliar a limpeza e manutenção dos banheiros.</p>	
	<p>1.2 Disponibilidade permanente de materiais carbonáceos (serragem, palhada, aparas de grama, etc.)</p>	<p>Zeladores reportam ao supervisor que eventualmente disponibiliza refil da serragem para as cabines internas.</p> <p><i>Check</i> semanal e reporte ao supervisor quanto a disponibilidade de materiais carbonáceos para as caixas externas de compostagem.</p>	

1.3 Encarregados e a maior parte dos usuários estão cientes da utilização dos banheiros e operacionalidade do sistema de saneamento com base na compostagem.	Supervisor checa o uso e a efetividade dos banheiros que em caso de mau-funcionamento toma as devidas providências.	X
2.1 São construídas 4 caixas de compostagem (2m x 1,5 m x 1m), cercadas e com cascalho na frente para fácil manutenção.	Quando a caixa de compostagem estiver pela metade, um mínimo de 60 °C deve ser verificado.	
2.2 Supervisores e encarregados estão treinados para a gestão do sistema de saneamento com base na compostagem.	Manual para o treinamento e prática, prévio a abertura dos banheiros.	
	Contrato assinado com zeladores e encarregado de limpeza, prévio a abertura dos banheiros.	
3.1 Consta um solo rico resultante da compostagem após 1 ano.	A composição do solo demonstra em teste laboratorial ser rica em nutrientes e sem a presença de organismos patogênicos.	
3.2 Jardineiros do CCS testam o solo para a horticultura e paisagismo no campus.	Depois de 2 meses utilizando o solo compostado supervisor aplica questionário junto aos jardineiros do CCS para avaliar vantagens e desvantagens do seu uso.	
3.3 Diminui-se os custos com a aquisição de solo no CCS.	Comparação entre gastos prévios e atuais após esgotamento e uso do solo das duas primeiras caixas de compostagem.	
4.1 Relatório sobre prós e contras com base no conhecimento e dados obtidos neste projeto-piloto.	Passados 13 meses, supervisor e grupo de pesquisa publicam o reporte final do projeto-piloto para diversos meios de comunicação.	
4.2 Publicado um vídeo de promoção do projeto e notícias periódicas via web no site da Universidade de Mekelle.	Artigos de divulgação na web são publicados passados duas semanas da abertura dos banheiros.	
	Um vídeo de no máximo 5 minutos é divulgado no <i>YouTube</i> e similares .	

<b>Atividades</b>	1.1.1	Instalar 8 lâmpadas solares, uma em cada vaso sanitário.	
	1.1.2	Limpeza de todas as cabines e corredor dos banheiros.	
	1.1.3	Construção de 8 banheiros-seco compostáveis.	
	1.1.4	Pintura interna dos banheiros.	
	1.1.5	Provisão regular de material carbonáceo em cada cabine.	
	1.2.1	Assinatura de termo de entendimento com as serrarias locais para a provisão permanente de serragem.	
	1.2.2	Arranje de transporte regular da serragem pelo CCS.	
	1.2.3	Pagamento regular da serragem pelo CCS.	
	1.2.4	Jardineiros coletam semanalmente os resíduos de poda gerados no CCS.	
	1.3.1	Design e pintura de pictogramas para correto uso dos banheiros nas cabines e corredor.	
	1.3.2	Design, impressão e panfletagem para novos estudantes do CCS, em setembro e outubro de 2013.	
	1.3.3	Preparo de protótipo do banheiro-seco para apresentação.	
	1.3.4	Promoção e cerimônia de abertura após término da construção dos banheiros.	
	2.1.1	Aprovação do orçamento.	
	2.1.2	Aquisição e armazenamento do material para construção.	
	2.1.3	Nivelamento do solo e limpeza da área externa.	
	2.1.4	Construção de 4 caixas de compostagem e cascalhagem do canteiro de compostagem.	
	2.1.5	Arranjar dispensa para os materiais carbonáceos.	

2.1.6	Cercar a área de compostagem.	
2.1.7	Manejo diário das caixas de compostagem incluindo esvaziamento e limpeza das bombonas plásticas assim como reposição da serragem em todas as cabines.	
2.1.8	2x por semana checar a temperatura das caixas de compostagem.	
2.2.1	Recrute de pessoal para limpeza e zeladoria/manutenção.	
2.2.2	Supervisores e equipe de investigação são treinados.	
2.2.3	Supervisor treina o encarregado da limpeza e zeladores.	

3.1.1	O solo produzido na primeira caixa de compostagem é testado em laboratório.	
3.1.2	Após 1 ano e teste de laboratorial, o solo pode ser usado para horticultura no CCS.	
3.2.1	Jardineiros oferecem <i>feedback</i> quanto as vantagens e desvantagens no uso do solo produzido.	
3.3.1	Medição da quantidade de solo produzido x quantidade de solo necessário no CCS.	
4.1.1	Coleta/monitoramento regular dos parâmetros nas caixas de compostagem.	
4.1.2	Comunicação bissemanal da supervisão com todos <i>stakeholders</i> para o progresso e desafios do projeto.	
4.1.3	Estabelecimento do grupo para avaliação e escalonamento do projeto-piloto.	
4.2.1	Produção de vídeo e artigo para divulgação, incluindo legendas em amárico.	

### 3.2.2.2 Lista de atividades e materiais necessários

A seção a seguir retoma às atividades discutidas na matriz do QL, com detalhamento da quantidade e preço das aquisições necessárias, cotadas em moeda local ETB (birr etíope). O caso de alguns materiais não terem seus preços indicados se dá em razão da sua disponibilidade ter sido efetivada via de donativo ou encontrados em meio ao descarte no campus do CCS.

#### Item 1: Instalar 8 lâmpadas solares, uma em cada vaso sanitário.

Materiais		Quantidade	Preço unitário (ETB)	Total (ETB)
	Garrafas plásticas	8	-	-
	Silicone	3	65	195
	Placa de telha metálica	1	130	130
	Parafuso médio com porca	32	2	64
			<b>Total:</b>	<b>389</b>

#### Item 2: Limpeza de todas as cabines e corredor dos banheiros.

Materiais		Quantidade	Preço unitário (ETB)	Total (ETB)
	Espanja	5	20	100
	Sabão em pó – 1kg	2	50	100
	* Força de trabalho (2 pessoas)	1 dia	100	200
				<b>Total:</b>

#### Item 3: Construção de 8 banheiros-seco compostáveis.

Materiais		Quantidade	Preço unitário (ETB)	Total (ETB)
	Bombona plástica (60 litros)	16	160	2560
	Assento sanitário	8	100	800
	Dobradiça	16	5	80
	Parafusos pequenos (dobradiça)	48	-	35
	Parafusos médios	16	-	65
	Porcas	16	-	25
	Chapa madeira (244 x 122 cm)	1	800	800
	Saco de cimento	5	-	-
	Tijolos	100	7,5	750
	Brita (m <sup>3</sup> )	1	520	520
	Areia fina (m <sup>3</sup> )	1	375	375
	* Força de trabalho (1 pessoa)	2 dias	180	360
				<b>Total:</b>

**Item 4: Pintura interna dos banheiros.**

Materiais		Quantidade	Preço unitário (ETB)	Total (ETB)
	Pincéis (tamanho grande)	7	45	315
	Galão de tina (cor branca)	-	-	-
	Thinner – 3 litros	1	160	160
	* Força de trabalho (1 pessoa)	3 dias	100	300
			<b>Total:</b>	<b>775</b>

**Item 5: Provisão regular de material carbonáceo em cada cabine.**

Materiais		Quantidade	Preço Unitário (ETB)	Total (ETB)
	Balde plástico (20L)	8	40	320
	Bombona plástica (200L)	2	900	1800
	Caneca dosadora (garrafa plástica)	8	-	-
				<b>Total:</b>

**Item 6: Assinatura de termo de entendimento com serrarias locais para a provisão de serragem.****Item 7: Arranjo de transporte regular da serragem pelo CCS.****Item 8: Pagamento regular/periódico da serragem pelo CCS.****Item 9: Jardineiros coletam semanalmente os resíduos de poda gerados no CCS.**

Materiais		Quantidade	Preço Unitário (ETB)	Total (ETB)
	Tanque de armazenamento (500 L)	1	-	-
	* Força de trabalho (jardineiros)	2	-	-
				<b>Total:</b>

**Item 10: Design e pintura de pictogramas para correto uso dos banheiros nas cabines e corredor.**

Materiais		Quantidade	Preço Unitário (ETB)	Total (ETB)
	Pincel (tamanho pequeno)	3	3	9
	Tinta preta spray	3	52	156
	Lata de tinta acrílica verde	2	45	90
	Lata de tinta acrílica vermelha	2	45	90
	Rolo de fita crepe	2	30	60
			<b>Total:</b>	<b>405</b>

**Item 11: Design, impressão e panfletagem para novos estudantes do CCS, em setembro e outubro.**

Materiais		Quantidade	Preço Unitário (ETB)	Total (ETB)
	Impressão	-	-	-
* Força de trabalho (supervisores)	2	-	-	
<b>Total:</b>				<b>0</b>

**Item 12: Preparo de protótipo do banheiros-seco para apresentação.**

Materiais		Quantidade	Preço Unitário (ETB)	Total (ETB)
	Bombona plástica (50 L)	1	160	-
Chapa madeirite (122 x 61 cm)	1	300	300	
Dobradiça	2	5	10	
Parafuso pequeno	4	-	-	
Parafuso médio	10	-	-	
<b>Total:</b>				<b>310</b>

**Item 13: Promoção e cerimônia de abertura após término da construção dos banheiros.**

**Item 14: Aprovação do orçamento.**

**Item 15: Aquisição e armazenamento do material para construção.**

**Item 16: Nivelamento do solo e limpeza da área externa.**

Materiais		Quantidade	Preço Unitário (ETB)	Total (ETB)
	* Força de trabalho (2 pessoas)	2 dias	100	200
<b>Total:</b>				<b>200</b>

**Item 17: Construção de 4 caixas de compostagem e cascalhagem do canteiro de compostagem.**

Materiais		Quantidade	Preço Unitário (ETB)	Total (ETB)
	<i>Pallet</i> de madeira	15	-	-
Chapa de telha metálica	4	130	520	
Tela de galinheiro (m)	35	25	875	
Pregos pequenos (kg)	1	80	80	
Pregos médios (kg)	1	130	130	
Brita (m <sup>3</sup> )	1	-	-	
* Força de trabalho (1 pessoa)	2 dias	180	360	
<b>Total:</b>				<b>1965</b>

**Item 18: Arranjar dispensa para os materiais carbonáceos.**

Materiais		Quantidade	Preço Unitário (ETB)	Total (ETB)
	Tanque de armazenamento (500 L)	1	-	-
	Bombona plástica (200 L)	2	-	-
	* Força de trabalho (zeladoria)	2	-	-
			<b>Total:</b>	<b>0</b>

**Item 19: Cercar a área da compostagem.**

Materiais		Quantidade	Preço Unitário (ETB)	Total (ETB)
	Madeira roliça (4 m)	5	60	300
	Tela de alambrado (25 m)	-	-	-
	Pregos pequenos (kg)	1	-	-
	Cadeado	1	80	80
	Corrente (m)	2	23	46
	* Força de trabalho (2 pessoas)	2 dias	100	200
				<b>Total:</b>

**Item 20: Manejo diário das caixas de compostagem incluindo esvaziamento e limpeza das bombonas plásticas assim como reposição da serragem em todas as cabines.**

Materiais		Quantidade	Preço Unitário (ETB)	Total (ETB)
	Escova com cabo	4	30	120
	Detergente (0,5 L)	10	30	300
	Avental de borracha	3	30	90
	Luva de borra	8	40	320
	Bota sete léguas	3	-	-
	* Força de trabalho (zeladoria)	2	-	-
			<b>Total:</b>	<b>740</b>

**Item 21: 2x por semana checar a temperatura das caixas de compostagem.**

Materiais		Quantidade	Preço Unitário (ETB)	Total (ETB)
	Termômetro para compostagem	1	1786	1786
	* Força de trabalho (zeladoria)	2	-	-
				<b>Total:</b>

**Item 22: Recrute de pessoal para limpeza e zeladoria/manutenção.****Item 23: Samuel treina os supervisor e equipe de investigação.****Item 24: Supervisor treina o encarregado da limpeza e zeladores.**

**Item 25: O solo oriundo da primeira caixa de compostagem é testado em laboratório.**

Materiais		Quantidade	Preço Unitário (ETB)	Total (ETB)
	Análise de solo	1	400	400
* Força de trabalho (zeladoria)	2	-	-	
			<b>Total:</b>	<b>400</b>

**Item 26: Após 1 ano e teste de sanidade o solo pode ser usado para horticultura no CCS.**

**Item 27: Jardineiros oferecem feedback para o supervisor quanto às vantagens e desvantagens no uso do solo produzido.**

**Item 28: Medição da quantidade de solo produzido x quantidade de solo necessário no CCS.**

**Item 29: Coleta/monitoramento regular dos parâmetros nas caixas de compostagem.**

**Item 30: Comunicação bissemanal da supervisão com todos *stakeholders* para o progresso e desafios do projeto.**

**Item 31: Estabelecimento do grupo para avaliação e escalonamento do projeto-piloto.**

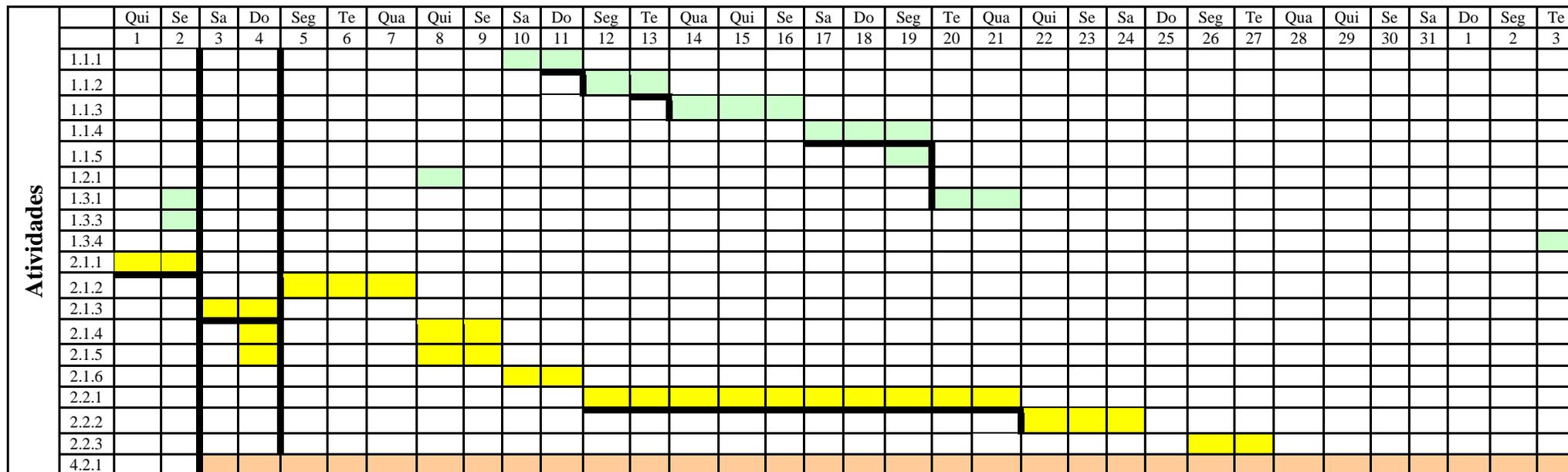
**Item 32: Produção de vídeo e artigo para divulgação, incluindo legendas em amárico.**

### **3.2.2.3 Gráfico de Gantt**

As atividades descritas para o projeto estão plotadas em três matrizes de base temporal ou gráficos de Gantt, sendo a primeira contada na escala dos dias e referente a etapa da construção em 2013 e as duas seguintes, considerando os meses de operação dos banheiros, de 2013 à 2014.

Algumas atividades estão separadas por uma barra em negrito e são interdependentes ou seja, não é possível avançar com ações posteriores sem antes concluir passos prévios, atividade à esquerda da barra.

a) Gráfico de Gantt - Etapa da construção, 2013.





### 3.3 Módulo prático de construção

A espera longa na liberação do recurso financeiro para compra dos materiais de construção ajudou a priorizar aquelas atividades que não dependessem da aquisição de bens.

Assim sendo, reuniu-se o corpo de manutenção do Hospital de Referência Ayder e a primeira tarefa foi a de carpir a área externa, destinada a compostagem, nivela-la, cobri-la com brita e cerca-la (figuras 29 à 33). Através de uma caminhada atenta e na cercania do hospital, foram compiladas telhas de alumínio, madeira, arame farpado, brita e pregos. É comum observar a presença de pilhas de sucata, abandonadas e uma abundância e diversidade enorme de materiais passíveis de reutilização e/ou reciclagem (figuras 34 e 35).

Figuras 29, 30, 31 & 32. Transformação da área externa de compostagem.



Fonte: O autor, 2013.

Figura 33. Vista traseira da área destinada a compostagem e dormitório estudantil ao fundo.



Fonte: O autor, 2013.

Aqui cabe um parênteses para mencionar a existência de uma cultura de dependência em donativos internacionais e desta forma não constando qualquer prática de reciclagem, tampouco de reparos e do reuso dos materiais.

Figuras 34 & 35. Depósitos de sucata: cena recorrente por toda a extensão do campus.



Fonte: O autor, 2013.

As caixas de compostagem são desenhadas no formato de compostas removíveis (figuras 36 à 39), o que facilita o esgotamento do solo ao término do

processo de compostagem. A montagem das caixas é feita a partir do reuso de *pallets* de madeira (decks comumente empregados para o transporte de equipamentos hospitalares) e madeira eucalipto roliça, refugo de construção. Em cada *pallet* de madeira é grampeado uma tela mosquiteira e o intuito é o de evitar o acesso por animais vetores de doenças.

Figuras 36, 37, 38 & 39. Construção das caixas de compostagem.



Fonte: O autor, 2013.

O armazém para serragem, que deve ser mantida sempre seca, foi estabelecido através do reuso de caixas d'água encontradas também abandonadas por conter algum pequeno defeito/orifício.

Por sua vez, as lâmpadas solares com o objetivo de proporcionar claridade durante o dia foram confeccionadas através do uso de garrafas plásticas 1,5 L, (quanto mais transparentes, maior a luminosidade), e presas a uma chapa de telha metálica, que em seguida é parafusada ao telhado recortado e de mesmo material. Do volume total da garrafa  $\frac{1}{4}$  deve ser preenchido com cloro, isto para evitar a criação de limo que ofuscaria a luz (figuras 40 à 43).

Figuras 40, 41, 42 & 43. Confeção das lâmpadas solares e luminosidade após a instalação.



Fonte: O autor, 2013.

Ao término da primeira semana, quando já concluído os trabalhos na área de compostagem e tendo a verba disponível, a construção das privadas no interior dos banheiros foi iniciada. Isto após cuidadosa lavagem dos pisos e retirada da excreta humana que se acumulava inclusive nos corredores.

O passo seguinte, alinhado ao princípio de adaptar o que já existia, foi o de fechar com entulho o furo constando por razão das antigas latrinas e revesti-lo superficialmente com uma massa de cimento fina (figuras 44 e 45).

As muretas laterais (base para o assento sanitário) foram erguidas em tijolo de bloco e cimento, sendo de fato a única tarefa ao longo de todo o processo construtivo que envolveu custo externo em mão-de-obra (figuras 46 e 47). Todas as demais atividades foram realizadas por estudantes voluntários e/ou funcionários do Hospital de Referência Ayder.

Figuras 44 & 45. Fechamento do antigo buraco das latrinas e revestimento com massa fina.



Fonte: O autor, 2013.

Figuras 46 & 47. Construção das paredes laterais



Fonte: O autor, 2013.

O tampo de madeira, flexível por razão das dobradiças, foi serrado na medida circular da tampa e proporciona um encaixe perfeito com as bombonas plásticas (figuras 48 à 51).

Figuras 48, 49, 50 & 51. Tampo de madeira serrado circularmente e encaixe com a bombona.



Fonte: O autor, 2013.

Os assentos sanitários encontrados no mercado local ou eram bastante onerosos ou de baixa qualidade, em função principalmente da haste que permite o movimento de abrir e fechar. Optou-se assim pela aquisição dos assentos de baixa qualidade e o trabalho de um serralheiro adaptou novas hastes metálicas e, portanto, mais resistentes (figuras 52 à 54).

Figuras 52, 53 & 54. Adaptação de hastes metálicas no assento plástico de baixa qualidade.



Fonte: O autor, 2013.

Ao término dessa etapa, a face externa foi caracterizada, as paredes internas pintadas em branco e os pictogramas de instrução aos usuários impressos à parede, com uso de spray de tinta preta sobre um recorte em cartolina de papel, técnica conhecida por estêncil (figuras 55 à 57).

Figuras 55, 56 & 57. Instrução aos usuários nos corredores e caracterização da face externa.



Fonte: O autor, 2013.

### 3.3 Treinamento da equipe técnica e instrução aos usuários.

A equipe de investigação foi o primeiro grupo a se familiarizar com o tema do saneamento sustentável e compostagem, uma vez que eles haviam participado da etapa precursora do planejamento e estruturação do quadro lógico (figura 58). Em seguida, foram responsáveis, principalmente na pessoa da supervisão e com acompanhamento inicial do autor, pelo treinamento da zeladoria e encarregado de faxina.

Figura 58. Etapa precursora e estruturação do quadro lógico.



Fonte: O autor, 2013.

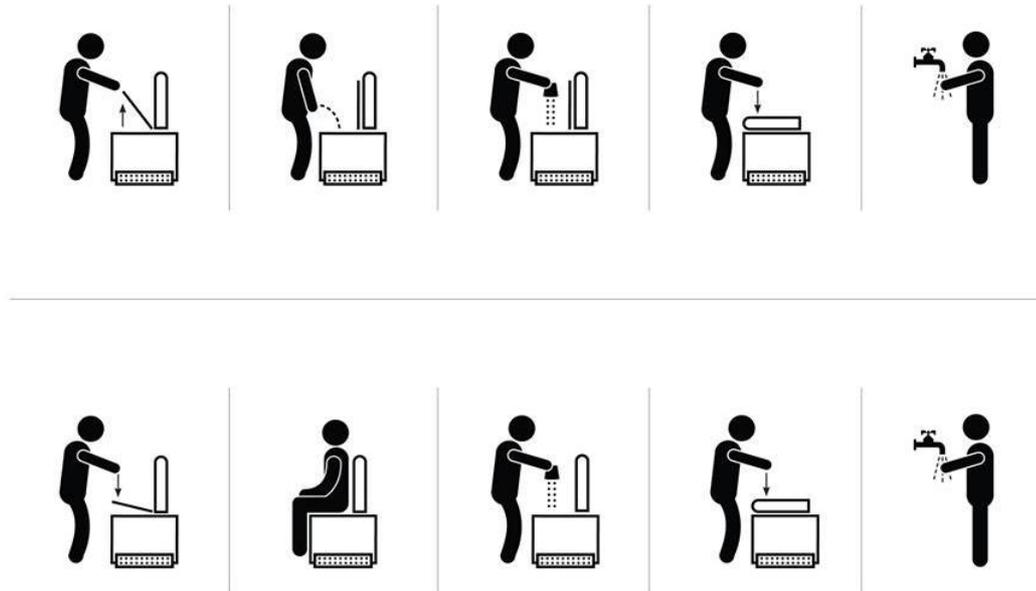
O enfoque dado ao treinamento foi o das atividades práticas para o esgotamento e limpeza das bombonas plásticas, montagem das pilhas de compostagem e monitoramento regular dos parâmetros de umidade e temperatura. Aqui, uma nota e mencionar que passados 6 meses do término da primeira pilha de compostagem e a temperatura ainda situava na casa dos 50 °C, indicativo perfeito de bom funcionamento no sistema.

Uma enorme variedade de literatura de referência ao tema da compostagem e saneamento sustentável foi provido para a equipe, que tratou de estudá-la e discuti-la em fóruns quinzenais. A iniciativa angariou novos parceiros, principalmente pesquisadores na área de agronomia, saúde pública, engenharia sanitária e outros interessados em fortalecer a proposta de escalonamento (anexo 6.1).

O projeto foi ainda indicado ao *Blue Responsibility Award*, um concurso que é parte integrante da 12<sup>nd</sup> conferência sobre produção sustentável a ser realizada em Johor Bahru na Malásia, em setembro do presente ano, e que contempla com o valor de dez mil euros iniciativas de baixo custo para o reuso da excreta humana.

Quanto à instrução de uso correto para os usuários, a mesma é dada a partir de pictogramas, sinais gráficos (figura 59) previamente pintados nos corredores e em cada cabine.

Figura 59. Design de pictogramas incitando o uso correto dos banheiros-seco compostável.



Fonte: O autor, 2013.

Ademais, construiu-se em madeira um protótipo do banheiro (figura 60 e 61) e a equipe de investigação tratou de apresentá-lo a todas as turmas do CCS e corpo de funcionários do Hospital de Referência Ayder. Novos visitantes e curiosos podem obter a explanação de funcionamento no banheiro junto aos zeladores (grandes conhecedores da prática) e/ou mediante agendamento com equipe de investigação (figuras 62 e 63).

Figuras 60 e 61. Protótipo do banheiro-seco em madeira, utilizado para instrução aos usuários.



Fonte: O autor, 2013.

Figura 62 e 63. Equipe de investigação atendendo a um grupo de pesquisadores visitantes.



Fonte: O autor, 2013.

### **3.4 Lições adquiridas com o projeto-piloto**

Próximo ao término do cronograma previsto de um ano e através do acompanhamento contínuo do projeto-piloto algumas lições e adaptações ao sistema já podem ser verificadas:

- a. Dosador de serragem nas cabines necessita ser mecanizado, uma vez que parte dos usuários, manualmente, não o tem feito na medida correta.
- b. Foi instalada cortina nas portas e grampeado telas mosquiteiras ao madeirame do telhado para repelir a presença de pombas;
- c. É necessário estabelecer um lavabo de mãos adaptado ao racionamento de água (econômicos), uma vez que são recorrentes os cortes na rede interna de abastecimento d'água.
- d. As caixas de compostagem necessitam ser cobertas por telhado, pois assim têm-se melhor o controle da umidade nas pilhas, evitando o encharque no período chuvoso e/ou a transpiração excessiva na seca.
- e. Mostrou-se fundamental para atingir o equilíbrio no balanço de carbono e nitrogênio (C:N) e crescer a humidade nas pilhas de compostagem a inserção regular de restos alimentares provenientes da cozinha universitária.
- f. A aquisição de um triturador de galhos pode permitir a utilização de podas em substituição à serragem, nas cabines internas.
- g. Foram desenhados novos sinais gráficos para alertar os usuários (homens) em levantar a tampa ao urinar de pé.
- h. Estabelecimento de um protocolo de visitação para conferir o número de usuários e seu grau de satisfação.

#### **4 CONCLUSÃO**

A análise do contexto feito a partir da observação e coleta de informações quanto a disponibilidade de água, banheiros públicos e a gestão de resíduos sólidos em Mekelle foi fundamental, não só servindo de inspiração, mas para justificar a experiência que seguiu-se em transferência de tecnologia para a construção de oito banheiros do tipo seco compostável no CCS.

O cenário potencial para a instalação dos banheiros compostáveis se configura quando na incursão pelos 7 distritos de Mekelle e a constatação da escassez e o complicado acesso à água, o clima seco e as chuvas esparsas, a vocação agrícola e a demanda por adubo, a estrutura física pré-existente das instalações e a má higiene das latrinas públicas, abundância e falta de reciclagem para os resíduos sólidos, entre outros.

Os dados coletados na pesquisa inicial foram compilados em um relatório publicado pela ICM e disponibilizado impresso ao corpo público local ou qualquer interessado, através do site da ICM. Desta forma, cobre-se a lacuna da retroalimentação que pareceu ser a causa dos administradores públicos dificultarem a provisão de novas informações, bem como de mapas mais fidedignos e algum apoio na logística.

O modelo lógico elaborado para a construção e funcionamento dos banheiros tornou-se o cerne do projeto e se mostrou uma ferramenta valiosa na tarefa de alinhar e ordenar de forma participativa as ideias do grupo, os ganhos esperados, o custo relativo do projeto e superar erros previsíveis. Serve de porto seguro, evitando desvios dos rumos propostos do projeto.

Por outro lado, a crescente em experiências de construção colaborativa como a apresentada nesta dissertação mostrou que se pode contribuir para mudar a tradicional ideia de que a única solução para a crise sanitária e a escassez d'água depende de tecnologia avançada e exclusiva de países ricos. O custo total para o projeto, incluindo a aquisição de mão-de-obra, operação, divulgação e recurso de contingência, equivale a 760 dólares americanos ou 14.995 ETB (anexo 6.3).

O valor supracitado é flexível e pode ser ainda mais baixo mediante o incremento na prática de reutilização de materiais e/ou mesmo adaptando-se estruturas já existentes. Uma vez assimilado os princípios de funcionamento da técnica do saneamento com base na compostagem, inúmeras são as formas de

materializar as estruturas físicas e seguindo a premissa de trabalhar com materiais locais, mão-de-obra disponível e método acessível.

O processo de construção e funcionamento dos banheiros descritos pode ser facilmente replicado e realizado por qualquer indivíduo mediante o uso de poucos recursos e com um impacto positivo no meio ambiente e nos recursos naturais.

O piloto em saneamento com base na compostagem implantando no CCS, passados quase um ano desde sua abertura, provou ser uma alternativa viável e segura para o aumento na provisão de banheiros na Universidade de Mekelle. As altas temperaturas mantidas na compostagem combatem os riscos associados à saúde pública. Em acréscimo, o modelo é pouco afetado pela predominante escassez e má qualidade da água local e adaptado à disponibilidade técnica e econômica e ao comportamento dos usuários.

A equipe que desenvolve as ações do projeto demonstra entusiasmo e conhecimento da proposta, crendo na alternativa como um dos pilares da revolução sanitária que não só a universidade de Mekelle precisa experimentar, mas a Etiópia enquanto nação, uma vez que a pouca disponibilidade de água, cobertura por saneamento, eletricidade e capital monetário é preponderante no país.

O simples fato de que sistemas de saneamento com base na compostagem são livres de resíduos e, em contrapartida produzem um adubo útil ao cultivo de alimentos, torna esta alternativa de saneamento atraente em qualquer lugar do planeta.

Por outro lado, é essencial um acompanhamento contínuo pelo idealizador ao longo do andamento das ações, e talvez seja este o gargalo que determine o fracasso de muitas experiências. O orçamento deve incluir elementos que vão além dos materiais e custos da construção.

Treinamento e assistência técnica devem ser temas prioritários desde a concepção do projeto. Segundo Rebouças & Proust (2011), a instrumentalização dos agentes locais é uma ferramenta de suma importância para concretizar uma participação mais efetiva no planejamento.

A autonomia das comunidades é um ponto importante que se relaciona com as tecnologias sociais apresentadas. Quando as pessoas são capazes de assumir os problemas e de construir as soluções, a autoestima e responsabilidade aumentam, e se tornam importantes fatores para atingir coletivamente melhor qualidade de vida (ALMEIDA et al., 2010).

Os banheiros do tipo seco compostável deixam de ser uma tecnologia do passado e, com advento de novas experiências, vão se aprimorando e sem perder na essência, sem se tornar exclusivo da patente e mantendo a perspectiva do baixo custo e da auto-gestão. O trato é o de uma ferramenta útil pra sanear no presente. Existem várias outras tecnologias já experimentadas mundo afora e que muitas vezes, por não irem de encontro aos interesses do capital, não ganham em escala. Prevalece o faraônico, as mega-soluções e o corporativismo.

Um sistema tão simples é ainda mais avançado que o mais avançado de todos, uma vez que consome pouca energia, não produz poluição e de quebra resulta num recurso vital, o solo: essência da produção de alimentos.

No entanto, o estudo pressupõe que as maiores barreiras para a instituição de práticas de saneamento mais eficientes podem incluir leis e portarias, a falta de prioridade dada pelo poder público e investidores aos esquemas de saneamento e água, assim como a necessidade de uma mudança de percepção em relação ao valor energético atribuído a excreta humana.

Por fim, espera-se que o presente documento não seja concebido como uma mera representação gráfica dos problemas, potencialidades e possibilidades, e se torne um guia útil para a implementação de novas experiências práticas em saneamento com base na compostagem, idealizados pelos próprios atores locais agora empoderados. E que num passo seguinte estas ações sejam validadas pelo órgão sanitário responsável e assim se estabeleçam novas políticas públicas voltadas a uma melhor gestão da água e saneamento sustentável na cidade de Mekelle e em outras localidades sofrendo com as mazelas da crise sanitária.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almeida, F., Leite, H., Silva, J. (2010). **Banheiro Seco: Uma alternativa ao saneamento em comunidades rurais e tradicionais**. Viçosa: Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Viçosa. 100p.

Autran Dourado, S. (2014). **MCI Research Practicum in Mekelle, Ethiopia: Water and Sanitation Facility-based Survey**. Nova Iorque, EUA: Iniciativa Cidades do Milênio, Instituto Terra, Universidade de Columbia. 48 p.

Berger, W. (2010). **Basic overview of composting toilets (with or without urine diversion)**. Technology Review “Composting toilets”. Eschborn, Alemanha: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH. 21p.

Born, H. R. (2000). **Seguridade Hídrica, Comitês de Bacia Hidrográfica e Cidadania**. Brasília: J. CEJ., n.12. p.63-70.

BRASIL, Presidência da República (1999). **LEI Nº 9.795**, de 27 de abril de 1999.

Castro, A.; Maoulidi, M. (2009). **Water and Sanitation Needs Assessment for Mekelle City, Ethiopia**. Nova Iorque, Estados Unidos: MCI Social Sector Working Paper Series, Nº 7. 36p.

Cordova, A.; Knuth, B. (2005). **Barriers and strategies for dry sanitation in large-scale and urban settings**. Urban Water Journal, Vol. 2, Nº4, p. 245-262.

Dagnino, R. (2009). **Tecnologia social: ferramenta para construir outra sociedade**. Campinas: Komedi, Vol. 1, 2 ed., 306p.

Defere, E. (2012). **Latrine facilities in urban centers of Ethiopia and how to improve the sanitation situation for the low income households**. In: 4th International Dry Toilet Conference 22-24 August 2012. Tampere, Finlândia: Global Dry Toilet Association of Finland.

Del Porto, D. & Steinfeld, C. (1999). **The composting System Book - A Practical Guide to Choosing, Planning and Maintaining Composting Toilet systems, an Alternative to Sewer and Septic System.** Concord, Estados Unidos: The Center For Ecological Pollution Prevention.

Duque, F. A. G. (2001). **Saneamento ecológico e agricultura urbana.** Revista de Agricultura urbana, nº8. Disponível em:  
<<http://www.ruaf.org/sites/default/files/AU8saneamento.pdf>>. Acessado em Janeiro de 2014.

FAO - Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (2012). **The State of Food Insecurity in the World 2012. Economic growth is necessary but not sufficient to accelerate reduction of hunger and malnutrition.** Roma, Itália: FAO.

Jenkins, J. (1999). **The Humanure Handbook: A Guide to Composting Human Manure, 2<sup>nd</sup> edition.** Pensilvânia, Estados Unidos: Chelsea Green Publishing Company. 255p.

Lombardi, A. (2012). **Ethiopia: Managing water and adapting farming practices to provide food security.** The world food prize. Disponível em:  
<[https://worldfoodprize.com/documents/filelibrary/images/youth\\_programs/research\\_papers/2012\\_papers/PowellCountyHS\\_AnnieLombardi\\_9E019DF714B00.pdf](https://worldfoodprize.com/documents/filelibrary/images/youth_programs/research_papers/2012_papers/PowellCountyHS_AnnieLombardi_9E019DF714B00.pdf)>. Acessado em Novembro de 2013.

Mara, D. (2003). **Water, sanitation and hygiene for the health of developing nations.** The Royal Institute of Public Health, 117, 452-456.

NORAD (1988). **The logical framework approach (LFA): handbook for objectives-oriented project planning.** Oslo, Noruega: NORAD.

Organização Mundial da Saúde - OMS (2006). **Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater.** Volume IV. World Health Organisation, Geneva, Switzerland.

Organização Mundial de Saúde - OMS (2011). **10 facts on sanitation**. Disponível em: <<http://www.who.int/features/factfiles/sanitation/facts/en/index.html>>. Acessado em dezembro de 2013.

Organização Mundial de Saúde - OMS (2012). **African region: Ethiopia**. Disponível em: <<http://www.who.int/countries/eth/en/>>. Acessado em janeiro de 2014.

Panesar, A. (2006). **Capacity building for ecological sanitation. Concepts for ecologically sustainable sanitation in formal and continuing education**. Escgborn, Alemanha: GTZ. 166 pp.

Pereira Neto, J.T. & LELIS, M. P. N. (1999). **Importância da umidade na compostagem: uma contribuição ao estado da arte**. In: 20º CONGRESSO da ABES, Rio de Janeiro. 8p.

Programa de Pesquisa em Saneamento Básico – PROSAB (1999). **Manual para a compostagem de biosólidos**. Rio de Janeiro: ABES. 84 p

Rebouças, F. & Prost, C. (2011). **A cartografia social do bairro de Pirajá: contribuição metodológica da geografia para a efetivação do planejamento urbano participativo na cidade de Salvador-BA**. In: Seminário Urbanismo na Bahia - urbBA, 11, 2011. Anais. Universidade Federal da Bahia, 2011.

Redlinger, T.; Graham, J.; Corella-Barud, V.; Avitia, R. (2001). **Survival of fecal coliforms in dry composting toilets**. Applied Environmental Microbiology, 67(9): 4036-4040.

Schertenleib, R.; Christine, W. (2008). **Towards more sustainable sanitation solutions**. SuSana, 2008. Disponível em: <[www.susana.org](http://www.susana.org)>. Acessado em dezembro de 2013.

Tadesse, T.; Arjan, R. & Fitsum, H. (2008). **Household waste disposal in Mekelle city, Northern Ethiopia**. Waste Management 28.10 (2008): 2003-2012.

Tesfaye, K.; Walker, S. (2004). **Matching of crop and environment for optimal water use: Case of Ethiopia.** Physics and Chemistry of the Earth, vol. 29. pp. 1061-1067.

UNICEF & OMS (2008). **Progress on drinking water and sanitation: special focus on sanitation.** UNICEF, Nova Iorque e OMS, Geneva.

UNICEF & OMS (2013). **Joint Monitoring Program – JMP. A progress on Drinking Water and Sanitation: 2013.** UNICEF, World Health Organization.

Winblad, U.; Simpson-Hébert, M. (2004). **Ecological Sanitation - revised and enlarged edition.** Estocolmo, Suécia: Stockholm Environment Institute – SEI.

Wood, D.S. & Wood, D.W. (2008). **Como planejar um programa de educação ambiental.** Centro para o Desenvolvimento Internacional e Meio Ambiente; Instituto de recursos mundiais; Serviço de pesca e vida silvestre dos EUA, Virginia, EUA, 2008.

Zurbrugg, S. A., Da Zhu, P. U.; Asnani, C. & Shyamala, K. M. (2007). **Improving Municipal Solid Waste Management in India.** World Bank Institute Resources.

## 6 ANEXOS

### 6.1 Proposta de ampliação do projeto



## COMPOST-BASED SANITATION: a low-cost strategy for turning the toilet problem at Mekelle University into a solution.

Environment in Movement Institute. Curitiba, Paraná – Brazil.

SAMUEL AUTRAN DOURADO E SOUZA

Agent on social technologies for the Institute Environment in Movement ([www.iam.net.br](http://www.iam.net.br))  
[samueloceanp@gmail.com](mailto:samueloceanp@gmail.com)

#### Background Information

- ⊙ Public health hazards due to shortage and bad quality of water as well as lack of technical capacity in sanitation adapted to situation in Mekelle.
- ⊙ Traditional sewage system is overwhelmed in Mekelle.
- ⊙ Mekelle University (MU) lacks functional sanitation system.
- ⊙ Discrepancy between reality and hygiene education of MU students.
- ⊙ Low-cost sustainable solution based on local capacity of personnel and resources available.
- ⊙ Dry sanitation based on thermophilic composting requires no behavioral change and adds value to MU horticulture.

#### Lessons Learnt from Pilot Project

- ⊙ Amount of sawdust needs to be automatized as users are not doing it manually in sufficient amount.
- ⊙ Need of mosquito nets attached to ceiling against birds.
- ⊙ Requirement for hand wash station using minimal water.
- ⊙ Compost bins need to be roofed and kitchen waste regularly added for minimal water evaporation.
- ⊙ Plant derived material from campus can be used as alternative to sawdust covering after being grinded.
- ⊙ Pictograms need to be tailored to male users.
- ⊙ Remote control through check-lists for maintenance staff is possible.



#### Scaling-up Phases

##### 1. Preparation

- Construction team hired, materials acquired and storage arranged.
- Operational preparation, i.e. setting up grinder, signing MOUs and/or framework agreements for sawdust provision and arranging for logistics.
- Starting the process of acquiring operational staff.

##### 2. Construction

- Conversion of 18 outdoor toilet houses at Ayder and Arid Campus, to be turned into compost-based toilet systems.
- Central compost sites are set up and operational staff hired.

##### 3. Training

- Staff is introduced to main compost concepts and trained in operating the system, cleaning of toilets and hygiene.
- Toilets are publicly inaugurated.

##### 4. Operation

- Compost thermometers monitor compost bin maintenance.
- Plan for control of effective use is set up.

#### Budget Estimation

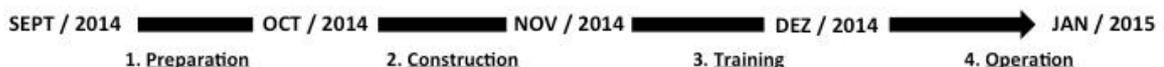
##### Construction costs (incl. salaries and material)

- Total (approx.): 300,000 USD
- Per toilet (approx.): 1,650 USD

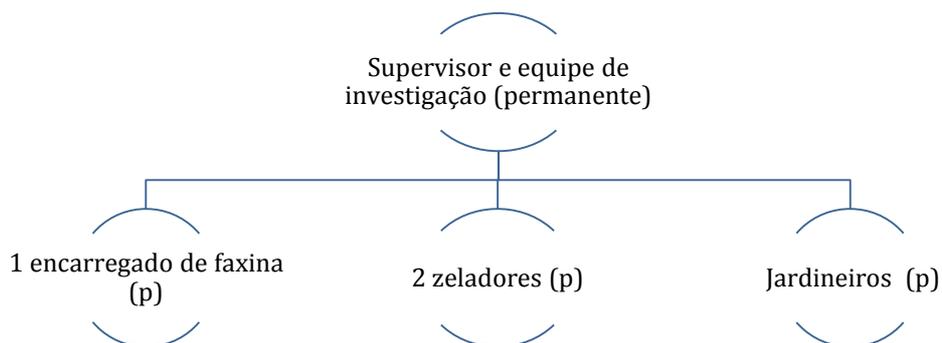
##### Monthly operational costs

- Total (approx.): 3,000 USD / 50,000 ETB
- Per toilet (approx.): 15 USD / 270 ETB

\*Operational costs are supposed to be born by Mekelle University. They include costs for logistics, grinder, material, staff and maintenance.



## 6.2 Organograma do projeto-piloto



### 1. Supervisor:

- **Selamawit Alamnie.**

Garante o treinamento da zeladoria e acompanhamento permanente do projeto-piloto.

### 2. Equipe de investigação:

- **Egnuma Bayata;**
- **Azeb Gebresilassie.**

Monitora os parâmetros da pilha de compostagem e aceitabilidade do sistema pelos usuários.

### 3. Zeladores – permanente, 7 dias/semana

- Garantir que os estudantes utilizem o banheiro corretamente.
- Certificar que a excreta é coberta com serragem após cada uso.
- Esgotar e transportar as bombonas até a área de compostagem sempre que necessário.

### 4. Encarregado de faxina: Permanente, 7 dias/semana

- Limpeza das instalações internas.
- Lavagem das bombonas após esgotamento na área de compostagem.

### 5. Jardineiros

- Provisão de resíduos da poda gerados no campus do CCS.
- Aplicação do solo produzido em paisagismo e horticultura no campus do CCS.

### 6.3 Lista final dos materiais

	Quantidade	Preço Unitário (ETB)	Total (ETB)
Pincéis (tamanho grande)	7	45	315
Lata de tinta (branca)	-	-	-
Thinner – 3 litros	1	160	160
Esponja	5	20	100
Sabão em pó – 1kg	2	50	100
Bombona plástica (50 litros)	16	160	2560
Assento sanitário	8	100	800
Dobradiça	16	5	80
Parafuso pequeno (dobradiça)	48	-	35
Parafuso médio	16	-	65
Porcas	16	-	25
Chapa madeirite (244 cm x 122 cm)	1	800	800
Saco de cimento	5	-	-
Tijolo	100	7,5	750
Brita (m <sup>3</sup> )	1	520	520
Areia fina (m <sup>3</sup> )	1	375	375
Balde plástico (20L)	8	40	320
Bombona plástica (200L)	2	900	1800
Caneca dosadora	8	-	-
Garrafas plásticas transparentes	8	-	-
Tube silicone	3	65	195
Telha metálica	1	130	130
Parafuso médio com porca	32	2	64
Pincel (tamanho pequeno)	3	3	9
Tinta tipo spray preta	3	52	156
Lata de tinta (verde)	2	45	90
Lata de tinta (vermelha)	2	45	90
Rolo de fita crepe	2	30	60
Bombona plástica (50 L)	1	160	-
Chapa madeirite (122 cm x 61 cm)	1	300	300
Dobradiça	2	5	10
Parafuso pequeno	4	-	-
Parafuso médio	10	-	-
Pallet de madeira	15	-	-
Chapa metálica	4	130	520
Tela de galinheiro (m)	35	25	875
Pregos pequenos (kg)	1	80	80
Pregos médios (kg)	1	120	120
Brita (m <sup>3</sup> )	1	-	-
Madeira roliça (4 m)	5	60	300
Tela de alambrado (25 m - rolo)	-	-	-
Cadeado	1	80	80
Corrente	1	45	45
Escova com cabo	4	50	200
Detergente (0,5 L)	10	30	300
Avental de borracha	3	-	-
Luvas de borracha	8	40	320
Bota sete léguas	3	-	-
Termômetro para compostagem	1	-	-
Análise de solo	1	400	400
* Força de trabalho	-	-	1220
		Contingência	626
		<b>Total:</b>	<b>14995</b>

## 6.4 Epílogo

Em abril de 2013, recebi de uma colega do mestrado a chamada de um edital da Iniciativa Cidades do Milênio (ICM), uma organização vinculada ao *Earth Institute* da Universidade de Columbia, nos Estados Unidos. A chamada mencionava a demanda por desenvolver conhecimentos em saneamento descentralizado, aproveitamento da água de chuva e gerenciamento de resíduos sólidos no contexto da África Subsaariana. Não hesitei. Tramitei a papelada e fui contemplado em participar desta prática de campo com duração prevista de três meses.

O projeto da ICM, iniciado em 2008, toma por base o panorama de um município em relação as metas dos milênio, para projetar ações em pelo menos quatro eixos temáticos: educação e igualdade de gênero, saúde, ecossistemas urbanos e desenvolvimento do setor privado. Onze são as cidades-milênio.

A proposta inicial de trabalho consistia em reunir informações referentes a fontes d'água, depósitos de lixo e latrinas comunitárias na cidade de Mekelle, estado do Tigrá, norte da Etiópia. Concluída a coleta, as informações obtidas foram inseridas em uma base de dados georeferenciada e compiladas num reporte técnico incluindo potenciais tecnologias sociais, técnica e ambientalmente efetivas, adequadas ao enfrentamento do problema local de escassez d'água e falta de saneamento.

Ao término do primeiro mês já havia concluído a pesquisa da ICM e restavam-me ainda dois meses em Mekelle. Fui tomado por um choque de realidade quando na incursão aos 7 distritos da cidade, e ao reconhecer a precariedade com que a assistência sanitária é encarada, a falta d'água, o desemprego em alta, a vocação agrícola porém tremenda a escassez por adubo, entre outros.

Pus-me então a refletir e sabia desde minha trajetória que aquilo tido muitas vezes como problema - e aqui me refiro aos subprodutos: urina e fezes humanas, os restos alimentares e a água da chuva que cai do céu – podem ser convertidos em solução através de estratégias bastante simples, técnica e ambientalmente efetivas, com baixo custo operacional e de fácil assimilação.

Foi assim que, de forma inusitada, conheci Egnuma Bayeta (Ema), um estudante de Engenharia Mecânica da Universidade de Mekelle, 21 anos, de uma família de 9 irmãos, nascido e criado em Adis Abeba (a capital etíope). Chamo ele pra tomar uma cerveja, duas. Conversa boa. Contava como vim parar em Mekelle e de como a vida nos leva em cada lugar e usa cada desculpa maravilhosa pra gente

evoluir, do meu envolvimento com a ICM e de um anseio meu em apresentar, concretizar melhor, uma experiência-piloto em saneamento descentralizado. Algo palpável, indo além daquele mero reporte que houvera concluído.

Compreendendo minhas intenções, Ema me convida a conhecer seu local de estudo, o campus central da Universidade de Mekelle, para que juntos pudéssemos observar a demanda e buscarmos empreender o auxílio para a crise sanitária que também os assolava.

Ao cruzarmos o portão e caminhando por suas vielas, terrível era o cheiro de urina e fezes humanas. Por todos os lados observo sinais de que a prática de defecar a céu aberto é a regra geral entre os estudantes. Em complemento, a severa escassez d'água outrora observada e relatada na incursão por Mekelle também se fazia presente.

Enquanto meu novo amigo desenrola com os seus, aprecio o silêncio e por uns instantes vislumbro um horizonte de possibilidades. Ema quer me impressionar e logo me leva para o mais crítico: os dormitórios estudantis e seus sanitários. De fato, o termo sanitário não é o mais adequado frente ao que víamos ali, verdadeiras pocilgas onde as fezes e a urina se acumulavam em pilhas ao redor dos aparatos e pelos corredores.

Daquela conversa despreziosa seguida da visita, arquitetamos um plano que consistia em converter pelo menos 20 latrinas em banheiros do tipo seco-compostável, 10 para os homens e 10 para as mulheres. Nosso grande objetivo era demonstrar uma possível saída e devolver a parte dos moradores do campus central da Universidade de Mekelle sua dignidade e autoestima perdidas, promovendo ainda a arborização do campus, incentivando a prática da horticultura, melhorando os aspectos da saúde local e contribuindo com a conservação da água.

Partimos numa intensa busca por parceiros. Visitamos órgãos públicos e inúmeras ONG's de renome: UNICEF, Visão de Futuro, Caritas, Cruz Vermelha, etc. As portas sempre fechadas, quer seja pelo desinteresse na técnica, outros temas prioritários e/ou a carência de recursos monetários para subsidiar os custos operacionais da nossa proposta.

Ainda assim, seguimos em frente, acreditando podermos atrair a experiência e de fato conseguimos. Novamente o inesperado acontece e conheço Katja Kaessner: uma alemã asilada por terras etíopes a pouco mais de um ano. Trabalhou como voluntária em diversos projetos mundo afora, até que recentemente conseguiu

firmar-se em sua primeira experiência profissional, coordenadora na Universidade de Mekelle para as relações exteriores com o governo alemão. Uma espécie de embaixatriz, engajada em levantar fundos para a execução dos mais diversos projetos na área da saúde e meio ambiente.

Entre um caso e outro, como de praxe, a conversa direcionou-se para a crise sanitária em Mekelle e a nossa proposta dos banheiros-seco. Katja nos convida para no próximo dia útil, visitarmos seu escritório situado no hospital e campus-saúde da Universidade de Mekelle.

Chego munido de uma proposta mais detalhada e surpreendentemente me deparo com uma comitiva. Katja nos havia arranjado um encontro com as lideranças do hospital universitário. Gente vindo de todos os lados: Índia, Sudão, Filipinas, Alemanha e Etiópia também. De início meio acanhado, fomos logo nos soltando à medida que constatado se tratar de gente séria e engajada. A ideia simples é comprada e nos é dado o aval para instalar um projeto-piloto no campus-saúde.

Um tanto menos ambicioso o plano agora era de converter algumas das latrinas do dormitório estudantil no campus saúde, ao todo 8, em banheiros do tipo seco compostável. Sem muita cerimônia, no dia seguinte, já íamos tramitando o planejamento.

Liderados por Katja, além de mim e Ema, une-se a nós duas colaboradoras da Universidade de Mekelle: Selamawit Alamnie e Azeb Gebresilassie. Temos aí uma equipe constituída e embarcamos numa verdadeira escola de projetos, onde desmiuçou-se até o inimaginável visando, sobretudo, escapar durante a execução de erros previsíveis.

Além da montagem das estruturas propriamente ditas, o projeto previa o treinamento da equipe de limpeza e manutenção do campus, assim como instrução dos usuários quanto às regras de manejo, bom uso e conservação das instalações.

O exercício do planejamento foi exaustivo e exigiu muita dedicação de toda equipe para que culminássemos num documento primoroso: um modelo lógico, verdadeiro passo-a-passo para a instalação dos banheiros.

Com o modelo lógico em mãos pudemos iniciar a construção, no princípio sem o recurso previsto, emperrado por certa burocracia em sua liberação, e portanto reinventando o uso de materiais descartados, fazendo uso de mão de obra voluntária. O que de fato pude perceber foi uma crescente na sensibilidade e grande envolvimento de todo o grupo ao longo do processo construtivo, o que me leva a

crer fortemente se tratar de uma potencial tecnologia, simples e viável ao contexto etíope.

Finalmente, com o recurso em mãos pudemos concluir as obras da construção dos banheiros que acabaram por se tornar o carro-chefe da minha empreita etíope e maior legado que eu pudera deixar para aquele povo.

Tomamos por fundamento a integração de diferentes técnicas de baixo-custo que vão desde a reciclagem dos restos alimentares, da urina e das fezes humanas através da compostagem até as lâmpadas solares que criam um ambiente com mais conforto e iluminação durante o dia. E mais um toque todo especial de cor, de criatividade e da arte.

Passados nove meses desde a instalação dos banheiros, treinamento da equipe técnica e instrução aos usuários, retornei a Mekelle e o que observei é o sistema operando à pleno vapor, pessoas fortemente engajadas e o sonho vivo de escalonar a proposta.

Temia pelo vandalismo das instalações internas, abandono, mau funcionamento e a falta de higiene preponderando. Mas deparei-me com uma cena oposta e o cuidado, o bom uso, a organização e a limpeza impecáveis.

Outro receio era as pilhas de compostagem não estarem aquecendo suficientemente. Sem a produção de calor o material não é esterilizado e ao produto final haverá a persistência dos organismos patogênicos (aqueles causadores de doenças). A temperatura tomada provou-me o contrário, assim como a eficiência no processo. Por outro lado, observo o estoque da serragem e a abundância em palhada, fatores essenciais para o bom funcionamento deste sistema.

E assim se fez a experiência etíope: no peito, na raça e de pura pirraça. A prática da compostagem figurando como um instrumento transformador da realidade social, ambiental e pessoal. Enquanto idealizador desta proposta e compreendendo sua importância, carrego a meta de disseminá-la para o máximo de pessoas e lugares. Seguimos.