

SOLUÇÕES TECNOLÓGICAS DE BAIXO CUSTO: INTERAÇÃO LOCAL E LEVANTAMENTO DE NECESSIDADES

Mark Cristhian Matern

Instituto Tecnológico de Aeronáutica
Praça Marechal Eduardo Gomes, 50, Vila das Acácias, São José dos Campos, SP
Bolsista PIBIC-CNPq
mrkmat@gmail.com

Silvia Matravolgyi Damião

Instituto Tecnológico de Aeronáutica
Praça Marechal Eduardo Gomes, 50, Vila das Acácias, São José dos Campos, SP
Orientadora
sildamiao@gmail.com

Resumo. *O presente trabalho teve como meta o desenvolvimento de soluções tecnológicas de engenharia, fundamentadas em princípios de engenharia humanitária, com potencial de melhorar a qualidade de vida de uma comunidade de baixa renda de São José dos Campos. As ações desenvolvidas utilizaram práticas da metodologia participativa da pesquisa-ação e da metodologia D-Lab. O engajamento dos moradores na busca de problemas se mostrou uma tarefa complexa e distinta para cada comunidade visitada, mas com a escolha de uma comunidade e a implementação de um projeto de engenharia social, foi possível estabelecer a comunicação entre o grupo de trabalho e a comunidade. Com base no problema-alvo escolhido foi realizado o design de um novo sistema de captura e tratamento passivo de esgoto, que substituiu um sistema obsoleto. Para a escolha da fossa a ser instalada, foi avaliada a viabilidade técnica e financeira da construção. O protótipo foi estudado e instalado em conjunto com a comunidade. Ao longo do projeto, foi possível entrar em contato com problemas reais de engenharia que foram além da criação de um protótipo em si, envolvendo o aspecto social e humano que dialogam diretamente com a engenharia.*

Palavras chave: engenharia social, metodologia D-Lab, pesquisa-ação, soluções de baixo custo, tecnologia social.

1. Introdução

O projeto possuiu duas linhas principais de embasamento teórico: a metodologia D-lab (Smith, sd; Nelson, 2011) e a pesquisa-ação (Thiollent, 2002). A metodologia D-lab, proposta por Smith (s.d.), estrutura-se em três fases: (i) coleta de informações e contato com a comunidade; estruturação do problema e requerimentos do projeto; (ii) geração de ideias (Smith, s.d. p.28-29); seleção de conceito; análise e experimentação e (iii) experimentação; design detalhado e fabricação; teste e avaliação com percepção dos usuários.

O processo de design objetiva a busca por solução para um problema através de um ciclo ou espiral onde os requerimentos do projeto devem ser reaplicados em diversos estágios, de forma a otimizar fatores. Os requerimentos de projeto incluem eficácia, viabilidade, segurança, custo, aceitação do público-alvo e tempo de implementação (Smith, sd, p.21-24). A comunidade alvo é escolhida a partir de critérios como grau de carência social, viabilidade do projeto (distância, etc) e contatos positivos no local (aceitação de moradores e seus representantes).

Na primeira fase, define-se o stakeholder, a pessoa ou grupo mais relevante para o problema, os quais legitimam o processo de design e exercem um papel direto ou indireto na obtenção de resultados. É importante que os stakeholders sejam aliados do grupo de pesquisa, uma vez que o bom entendimento do problema influencia diretamente na eficácia da solução e no impacto dos protótipos construídos.

Na fase de criação de soluções e geração de ideias, a qual será o principal foco desse projeto, há três enfoques de design: escala; evolucionários e revolucionários (Smith, sd, p.27). Um design de escala trata de adaptar uma solução já existente ao contexto específico de pesquisa. Um design evolucionário adiciona otimizações fundamentais a um modelo já existente. Já um design revolucionário cria algo totalmente novo.

A fase final trata da experimentação e do design detalhado. Dependendo das informações a serem adquiridas e dos recursos disponíveis, pode-se optar por experimentos de laboratório ou por protótipos. Desde o primeiro layout é preciso procurar um contínuo refinamento do projeto. Uma consideração importante é tratar de falhas no funcionamento do dispositivo, devendo buscar segurança e facilidade de reparo. Finalmente, fabrica-se o protótipo a partir da avaliação dos requerimentos. Esta fase final inclui a avaliação de usuários (Smith, sd, p.86) e pode requerer um refinamento ou correção. Quanto mais acurados forem os passos iniciais do processo, maiores as chances de o protótipo final ser uma solução que atenda a todos os requisitos do processo de design.

A metodologia participativa de pesquisa-ação é discutida por Thiollent (2002) como uma metodologia de pesquisa que pode ser associada a diferentes formas de ação coletiva orientadas em função da resolução de problemas ou com vistas à transformação. A pesquisa-ação é tida como um tipo de pesquisa social com base empírica, concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo, na qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo (Thiollent, 2002, p.14).

Kemmis e Mc Taggart (1986, pp 11-14) propuseram um modelo da pesquisa-ação como uma espiral auto-reflexiva. Esse modelo é composto por quatro momentos: (i) planejamento, que antecede a ação e é embasado criticamente, pois reconhece as verdadeiras limitações da pesquisa e os potenciais para ações mais efetivas; (ii) ação planejada e controlada, também criticamente embasada, pois reconhece a prática como ideias em ação mediadas pelo “esforço” por melhorias materiais, sociais e políticas; (iii) observação, que traz um posicionamento do pesquisador, pois documenta a ação, seus efeitos e seu contexto de situação de forma crítica e (iv) reflexão, com caráter avaliativo e descritivo, pois procura entender os processos e os problemas da ação.

A escolha dessas abordagens teóricas trazem um caráter inovador para projetos de engenharia, isso porque possibilitam efetivar ações que promovem a mudança social, por meio do seu caráter participativo e democrático. As ações do grupo realizadas à luz dessa abordagem, permitiram investigar a nossa prática de forma crítica e reflexiva, por exigir um diálogo constante e a consequente busca por estratégias para resolução dos problemas ao longo do projeto.

O presente projeto teve como meta o desenvolvimento de soluções tecnológicas de engenharia com potencial de melhorar a qualidade de vida de uma comunidade local de baixa renda de São José dos Campos. Além disso, era fundamental que esse processo fosse fruto de um trabalho realizado em conjunto com a comunidade, utilizando práticas da metodologia participativa da pesquisa-ação (planejamento, ação, observação e reflexão) e da metodologia do programa “Desenvolvimento através do Diálogo, Design e Disseminação” (D-Lab) do Massachusetts Institute of Technology (MIT).

2. Métodos

No planejamento inicial da proposta de trabalho procurou incluir tanto os aspectos teóricos que pudessem ser discutidos regularmente entre os envolvidos com o projeto no ITA, quanto os práticos, que contemplam não apenas as ações realizadas junto à comunidade, mas sobretudo as ações de caráter burocrático necessárias para efetivação do projeto. As principais etapas de trabalho previstas foram:

- Reuniões de estudo e discussão para compreensão da metodologia D-lab, a fim de promover o conhecimento e a confiança da equipe na abordagem utilizada.
- Amostragem das possíveis comunidades para implementação do projeto de engenharia.
- Visitas de campo às possíveis comunidades, a fim de levantar e analisar as necessidades dos moradores com relação às soluções de engenharia. Tais necessidades foram levantadas com base em observações locais, visitas a líderes e representantes da comunidade, moradores e consultas a grupos locais de apoio social e órgãos públicos.
- Definição de critérios para escolha da comunidade (e de um problema central de bem estar social relacionado à ela) para implementação da solução de engenharia.
- Desenvolvimento de um protótipo que solucionasse o problema levantado na comunidade escolhida, utilizando para isso os princípios de design colaborativo previsto pela metodologia D-lab.
- Efetivação do projeto por meio da implantação participativa, possibilitando aos membros da comunidade um conhecimento mais amplo da tecnologia empregada.
- Verificação da eficiência do projeto implementado, contemplando possíveis revisões e ajustes, em etapas cíclicas que visam o alcance da eficiência desejada, não apenas para o grupo, mas sobretudo para a comunidade.
- Avaliação da adaptação do projeto à comunidade, visando sua implementação definitiva sem a intervenção do grupo de trabalho na comunidade.

A execução do projeto seguiu grande parte do planejamento inicial, havendo ligeiros atrasos em algumas etapas devido ao agendamento de reuniões com parceiros, com a comunidade e alguns pequenos entraves logísticos. Entretanto, as reuniões entre o grupo de trabalho foram frequentes, visando o preparo teórico e a efetivação das etapas pragmáticas do projeto como um todo, o que possibilitou que a implementação da solução de engenharia pudesse ser efetivada com sucesso no tempo geral previsto. As principais ações realizadas durante um ano de projeto foram:

- Estabelecimento da base teórica demandada pelo projeto, por meio da leitura de artigos sobre a metodologia participativa de pesquisa-ação (Thiollent, 2002; Tripp, 2005) e da reflexão em grupo sobre a metodologia D-Lab, com discussões sobre a relação (semelhanças e diferenças) entre as duas metodologias empregadas.
- Visitas de campo às comunidades Beira-Rio e Bairroinho, à Prefeitura de São José dos Campos (Secretarias de Regularização Fundiária, do Meio Ambiente e de Habitação), à Polícia Ambiental, à CETESB e à Promotoria de Justiça de Jacareí.
- Levantamento dos possíveis problemas a serem trabalhados, traçando estratégias para explorar os potenciais problemas-alvo.
- Promoção de atitudes que pudessem estabelecer um canal de comunicação aberto entre a comunidade e o grupo de trabalho.
- Definido o problema a ser trabalhado, os conceitos de design colaborativo foram utilizados para o levantamento de ideias de forma conjunta com os parceiros e autoridades envolvidas.
- Busca por tecnologias já existentes e que pudessem ser adaptadas para a comunidade do Beira-Rio especificamente, além de analisar a viabilidade técnica e jurídica das soluções consideradas.
- Retorno do grupo à comunidade para compartilhar o conhecimento agregado sobre o problema e sobre as possíveis soluções consideradas.
- Detalhamento do modelo que seria implementado, com posterior troca de informações com os integrantes da comunidade, mantendo portanto os princípios da metodologia D-Lab, durante toda a etapa de construção
- Breve etapa de acompanhamento dos resultados, com registro por vídeos.
- Finalizado o design, a avaliação e a execução do modelo desenvolvido, a participação do grupo foi no sentido de acompanhar e registrar a divulgação e efetividade da tecnologia, de modo a manter uma base de dados para pesquisas futuras sobre o projeto e sobre a comunidade, visando a perpetuação da informação.

3. Resultados e Discussão

Objetivando a familiarização com o tema e com os conceitos relacionados aos métodos a serem utilizados, as atividades do grupo de pesquisa iniciaram com o estudo das metodologias. Após a leitura dos artigos de Tripp (2005) e de Richardson (s.d.) e de discussões abordando os métodos que eles descrevem, sentimo-nos familiarizados com os temas e curiosos para entender como essas metodologias são aplicadas na prática.

Iniciou-se então o processo de escolha das comunidades alvo, as quais deveriam se enquadrar em alguns critérios estabelecidos pelo grupo de professores-pesquisadores e alunos durante as reuniões: (a) baixa renda e marginalizada; (b) baixo índice de criminalidade; (c) existência de lideranças locais e (d) receptividade para projetos externos. Entramos em contato com a Prefeitura de São José dos Campos que nos indicou três comunidades (Fig. 1): Beira Rio (Urbanova), Rodhia (Zona Norte) e Ilha Escura (Eugenio de Melo).

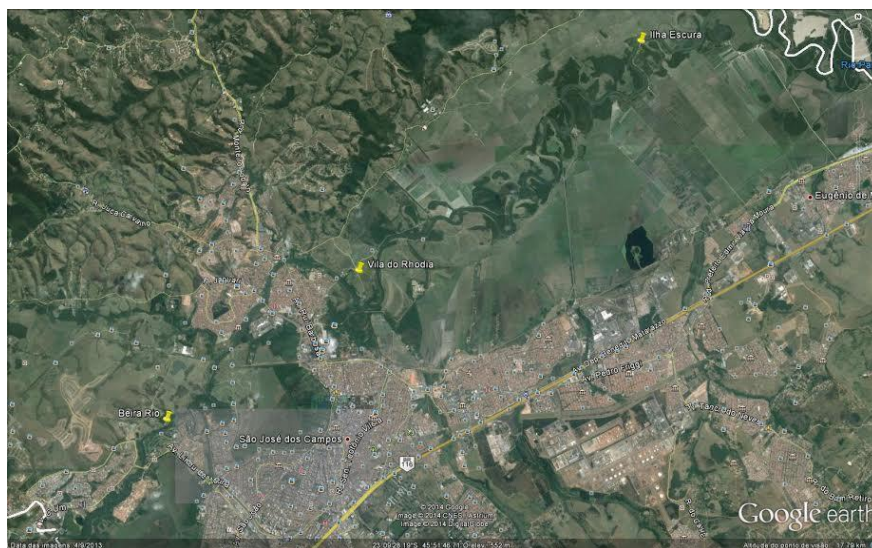


Figura 1. Mapa de São José dos Campos indicando a localização das três comunidades recomendadas pela Prefeitura para realização do projeto.

Optamos, a priori, pela comunidade do Beira-Rio devido à sua proximidade com o ITA, que facilitaria a logística das visitas de campo. Fizemos contato, então, com a Comissão de Promoção Humana (COPHUS) vinculada à Paróquia Santo Agostinho, no bairro Urbanova, cujos membros atuam como conselheiros e tutores de crianças e adolescentes, além de orientarem moradores de comunidades de baixa renda do bairro em relação ao saneamento e aos problemas de saúde.

Em uma primeira reunião, no ITA, com alguns membros da Comissão, conhecemos Gisele Nabel, assistente social e líder das atividades da COPHUS, a qual trabalha com duas comunidades: Beira-Rio e Bairrinho, sendo esta última comunidade desconhecida por nós até então. Devido à proximidade de ambas as comunidades, decidimos incluir a comunidade do Bairrinho como uma segunda comunidade-alvo possível. Gisele nos introduziu, durante uma primeira visita de campo (Fig. 2), a alguns membros de ambas as comunidades.

Tomamos o cuidado de nos apresentar como um grupo acadêmico, sem vínculo político ou religioso. Apresentamos também nosso objetivo e expomos como a participação dos moradores era importante para o sucesso e continuação do projeto, buscando estabelecer confiança com os moradores. Procuramos saber quais eram os problemas e as dificuldades cotidianas mais comuns enfrentados por eles com relação à educação, ao lazer, ao saneamento, ao transporte e à saúde. A reclamação mais frequente foi com relação ao saneamento, mais especificamente o transbordamento de fossas, presentes em praticamente todas as moradias, o esgoto a céu aberto, parcialmente causado pelo transbordamento anterior, e a falta de tratamento do esgoto. Procuramos, então, entender e buscar possíveis soluções para o problema do saneamento em ambas as comunidades.



Figura 2. Comunidades Beira-Rio (A) e Bairrinho (B).

Foi com essa primeira pesquisa que ficamos sabendo da ordem de congelamento de ambas as comunidades, o que significa que nesses núcleos são proibidas novas construções, reformas e ampliações de moradias. Isso viria a ser um problema para o projeto caso escolhêssemos trabalhar com uma solução que demandasse qualquer tipo de alteração física nas residências e nos terrenos. A partir dos dados obtidos durante a visita, tabelamos os problemas descritos pelos moradores e discutimos em reunião qual seria o objetivo de nosso projeto em função do problema a ser resolvido, conforme as informações da Tab 1.

De modo a sistematizar o processo de seleção do problema-foco, os problemas apontados pelos moradores e aqueles identificados por nosso grupo durante a visita foram classificados de acordo com critérios de priorização concebidos pelo grupo, listados na Tab. 2. Com a finalidade de escolher o problema-foco para ambas as comunidades utilizamos uma matriz de decisão conforme consta na Tab. 3, preenchendo-a de acordo com a relevância dos problemas com relação à cada critério utilizado.

Com base na matriz de decisão e nas discussões do grupo de pesquisa, decidiu-se por trabalhar com o projeto e implementação de fossas em ambas as comunidades. Tendo escolhido o problema foco, sabíamos que o fato de as comunidades estarem congeladas poderia ser uma grande barreira ao nosso projeto, a ponto de cogitarmos escolher o congelamento como problema-foco, ideia que foi logo desconsiderada por não envolver soluções de engenharia

Consultamos, então, o Ministério Público de Jacareí, a Polícia Ambiental, a CETESB e a Prefeitura Municipal de São José dos Campos, mais especificamente a Secretaria de Regularização Fundiária, buscando entender os motivos do congelamento e analisar a viabilidade de trabalhar com a construção de novas fossas nas comunidades. Entendemos, então, os critérios utilizados pela Ministério Público de Jacareí para decretar a ordem de congelamento

do núcleo Bairrinho, conforme inquérito civil nº 54/10. Essa comunidade foi congelada devido à proximidade de algumas residências às nascentes da região, áreas denominadas de APP - Área de Proteção Permanente. O núcleo Beira-Rio, por outro lado, é considerado uma Zona de Proteção Ambiental, uma vez que as residências dos moradores estão a menos de 15m do rio Paraíba.

Tabela 1. Possíveis projetos discutidos para implementação em cada uma das comunidades.

Comunidade do Beira-Rio	
<i>Projeto</i>	<i>Objetivo</i>
1 Saneamento	Desenvolvimento de um novo sistema de captura e tratamento passivo de esgoto
2 Folhagem	Aproveitamento de folhagem seca acumulada, a qual é queimada
3 Iluminação pública	Iluminar o caminho entre a portaria e a comunidade
4 Práticas agrícolas	Otimização e incentivo do cultivo de alimentos para o consumo próprio e comércio
5 Lazer	Criação de um espaço público para lazer, revitalizando os brinquedos existentes
6 Revitalização do rio	Estudo das condições do rio buscando o aumento do número de peixes
Comunidade do Bairrinho	
<i>Projeto</i>	<i>Objetivo</i>
1 Sobras de madeira da marcenaria local	Reutilizar sobras de madeira de modo que elas não sejam mais incineradas
2 Relação dos moradores com a nascente	Entender a ocupação das áreas próximas às nascentes e instruir moradores sobre a importância das nascentes para o meio ambiente
3 Esgoto a céu aberto	Entender suas causas, buscar soluções e implementá-las
4 Espaço de eventos e lazer	Criação de um espaço público para eventos e lazer
5 Depósito de containeres	Reaproveitar ou remover containeres abandonados para revitalização das áreas afetadas
6 Invasão de animais	Evitar que animais como jacarés e cobras invadam as propriedades

Tabela 2. Critérios utilizados para a seleção do problema-foco das comunidades.

Critérios utilizados	
A	Número de pessoas beneficiadas
B	Gravidade e urgência do problema
C	Integração com outros problemas: possibilidade de solucionar múltiplos problemas simultaneamente
D	Sustentabilidade: capacidade dos moradores de manter e ampliar o projeto
E	Viabilidade de concepção: nível de complexidade
F	Viabilidade de implementação: questões logísticas, legais e financeiras
G	Conexão com a engenharia: demanda de conhecimentos e experiências de engenharia

Tabela 3. Matriz de decisão para a escolha do problema-foco em cada uma das comunidades*.

	Comunidade do Bairrinho							Comunidade do Beira-Rio						
	A	B	C	D	E	F	G	A	B	C	D	E	F	G
1	+	+	-	+	?	?	+	O	O	+	+	+	+	+
2	+	?	+	?	+	+	+	?	?	+	O	-	-	-
3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	?	+	?	+
4	?	?	+	+	+	+	O	+	O	+	?	+	-	O
5	+	O	+	+	+	+	+	-	O	O	O	?	?	+
6	O	O	+	+	?	?	+	?	?	-	?	?	?	-

* Legenda: (+) Muito relevante; (-) Pouco relevante; (O) Neutro; (?) Não há informações sobre o problema.

Em reunião realizada na Secretaria de Regularização Fundiária, com a presença da secretária do meio ambiente, porém, o grupo foi autorizado a continuar com o projeto na comunidade Beira-Rio, tendo como justificativa o fato do projeto ser um trabalho universitário cujo objetivo é trazer a melhoria na saúde local sem causar danos ambientais. Escolhemos, por fim, como problema-alvo, o saneamento na comunidade Beira-Rio.

As atividades do semestre tiveram fim com uma apresentação dentro da própria comunidade para dois líderes (Antônia e Amarildo) e demais membros sobre o que foi realizado pelo grupo nos meses de trabalho. Expomos os problemas levantados durante nossas visitas e entrevistas, além de indicar os critérios de decisão do problema-alvo de modo a validar a consistência das informações. Após a entrega do relatório parcial em fevereiro de 2015, continuamos o engajamento dos moradores locais, procurando compilar o conhecimento que foi obtido durante as pesquisas. Em paralelo a isso, procuramos completar uma atividade da fase I da metodologia D-lab, mapeando os principais usuários da nossa solução para sempre alinhar nosso objetivo aos problemas dos moradores.

Houve então um empenho maior para escolha e adaptação de um protótipo que pudesse adequar-se às condições locais. Foram realizadas pesquisas e discussões dos modelos levantados entre a equipe D-lab ITA, durante as quais foram consideradas aspectos relevantes para efetivação do projeto, como a adequação na comunidade, facilidades e dificuldades de execução, custo, logística e tempo necessário para conclusão da implantação. Em posse dessas informações, foi realizada uma visita de caráter técnico à comunidade, visando a coleta de informações e particularidades do local e a identificação de possíveis implicações práticas para construção do projeto. Na visita, foi possível identificar características cruciais da comunidade para implementação das fossas, como a proximidade que as casas ficam do rio e a distância entre uma casa e outra, além do alto nível do lençol freático devido à proximidade com o rio. Essas características precisaram ser consideradas para escolha do ponto de implantação do projeto.

A definição de um modelo levou em conta modelos pré-existentes de fossas, procurando aprimora-los, na medida do possível, à realidade local. Optou-se pela substituição da fossa coletiva, localizada em área imprópria e em condições já inadequadas. A busca por uma solução simples, que pudesse ser implementada com materiais acessíveis, que não trouxessem grandes impactos ambientais e que não necessitasse de uma manutenção frequente dos moradores ajudou na tomada de decisão. Após contato e conversas sobre o projeto com o PUPA de São José, optamos por um modelo de fossa de evapotranspiração.

O protótipo foi melhor planejado após o contato com o PUPA, que auxiliou em questões práticas (como dimensionamento e escolha de materiais), e conversas com moradores da comunidade com experiência na área de construção civil. O projeto constitui em uma fossa de três etapas (Fig. 3), na qual as duas primeiras destinam-se à biodigestão de dejetos e a terceira à filtração dos dejetos. As duas primeiras foram construídas com anéis de concreto de 1m de diâmetro, concretados entre si, para evitar a contaminação do lençol freático, o fundo das caixas também foi concretado por conta dessa possibilidade. A terceira etapa do tratamento primário dos dejetos ocorre em uma caixa (não cilíndrica como as duas primeiras) também concretada. Os dejetos entram e saem pela parte superior, por esse motivo o desnível foi levado em consideração, a fim de garantir o fluxo adequado do efluente.

Para a efetivação da etapa de filtração, na terceira caixa foram dispostos materiais com potencial filtrante, como entulho cerâmico (40cm), brita (30cm), areia (15cm) e terra (1m). Na superfície das caixas foram colocadas plantas com alto potencial absorvente, como bananeiras e taiobas, uma vez que a água filtrada é levada à superfície (Fig. 5F). Para reduzir os alagamentos em épocas chuvosas, uma camada extra de areia foi adicionada para garantir a altura da caixa (Fig. 5F). Alguns detalhes do protótipo podem ser vistos na Fig. 3.

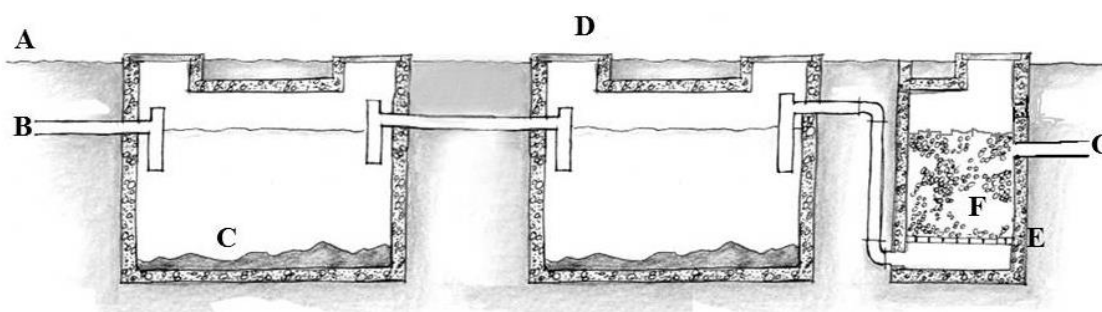


Figura 3. Esboço da vista lateral do modelo de fossa de evapotranspiração de três etapas implementado na comunidade*. No esquema, (A) indica o nível do solo, (B) a entrada do esgoto, (C) a fossa séptica, (D) a parte superior das caixas, (E) a grelha, (F) os elementos filtrantes como brita, areia e entulho cerâmico e (G) a saída do efluente. (*Fonte: modificada e adaptada de *edifique.arque.br*)

A verba necessária para a implementação do projeto foi fornecida pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica e por um grupo de ex-alunos do Instituto (Fig. 4), após a apresentação da nossa proposta de trabalho para eles. Dando prosseguimento à última fase da metodologia D-lab, iniciou-se a etapa de construção, implementação e avaliação do

protótipo. A verba para compra do material foi utilizada e com os materiais disponíveis foi possível fazer alguns testes. As visitas para construção do protótipo (Fig. 5) foram divulgadas entre os alunos do ITA e com isso foi possível contar com um esforço extra de mão de obra. A construção foi feita em várias fases, organizadas preferencialmente aos finais de semanas e feriados, permitindo a participação da comunidade e de alunos do ITA que voluntariamente também contribuíram em ações que incluíram: a escavação do solo para alocar os anéis das duas primeiras caixas da fossa, a construção das caixas, o corte e a montagem das armaduras que ficaram na base das caixas, a impermeabilização por concretagem do solo, trabalho com as tubulações de PVC, transporte de material, entre outras.

Uma confraternização entre os grupo do ITA e a comunidade foi realizada após a instalação das fossas. Mas durante toda a fase de implementação houve um grande entrosamento entre nossa equipe e a comunidade (Fig. 5). O contato com a comunidade permanece, a fim de aperfeiçoar e acompanhar o protótipo.



Figura 4. Membros da equipe D-lab ITA junto com os formados da turma ITA-61, que também apoiaram financeiramente a iniciativa.



Figura 5. Membros da equipe D-lab ITA trabalhando em parceria com os membros da comunidade durante a implementação das fossas.

4. Conclusões

O estudo das metodologias e a familiarização com os métodos envolvidos foi fundamental para a eficiência das visitas de campo e para a aproximação com a comunidade. O engajamento dos moradores na busca de problemas se mostrou uma tarefa complexa e distinta para cada comunidade visitada, mas com a escolha de uma

comunidade e a implementação de um projeto de engenharia social, foi possível estabelecer a comunicação entre o grupo de trabalho e a comunidade.

Inicialmente, um dos grandes desafios foi entender e contornar o congelamento das comunidades, solucionado após diversas visitas e reuniões. Outra dificuldade contornada foi a de levantamento de recursos financeiros para a fabricação de protótipos. A verba necessária foi fornecida pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica e por um grupo de ex-alunos do Instituto.

Graças à grande abertura da comunidade ao trabalho do grupo de pesquisa foi possível esboçar uma descrição da comunidade e listar diversos problemas enfrentados pelos moradores. Com base no problema-alvo escolhido foi realizado o *design* de um novo sistema de captura e tratamento passivo de esgoto, que substituiu um sistema obsoleto.

Para a escolha da fossa a ser instalada, foi avaliada a viabilidade técnica e financeira da construção e o projeto foi dimensionado. Durante essa fase, atentou-se para as possíveis falhas do sistema, bem como suas consequências. O protótipo foi assim estudado coletivamente (comunidade e grupo de trabalho) a fim de obter a relevância dos dados e medições e escolher os materiais adequados.

A execução do projeto, embora tenha demandado mais tempo do que o previsto, foi de fundamental importância para a formação dos envolvidos. Foi possível entrar em contato com problemas reais de engenharia que foram além da criação de um protótipo em si, envolvendo assim tanto o aspecto social quanto o humano que dialogam diretamente com a engenharia.

5. Agradecimentos

Aos moradores das comunidades Beira-Rio e Bairrinho pela receptividade e confiança no nosso trabalho.

Ao Instituto Tecnológico de Aeronáutica pelo apoio ao projeto e pelo esforço para tornar o ensino de engenharia mais dinâmico e socialmente consciente.

À turma 61 do ITA por acreditar no nosso potencial e apoiar o nosso projeto.

Ao CNPq pela oportunidade de trabalho com pesquisa.

Aos professores do projeto pela confiança depositada, pela dedicação em ajudar seus alunos a crescer acadêmica e pessoalmente e por serem agentes na construção de uma sociedade menos desigual.

A minha família que sempre me apoiou e acreditou no meu sucesso.

A minha namorada que sempre me ajudou nos momentos mais difíceis e acreditou que eu conseguiria ir mais longe.

6. Referências

- Eustace, K. 2003. Making research work for you: Responsibilities and pitfalls. *Bulletin of Applied Computing and Information Technology*, 1(1). Disponível em: <<http://www.citrenz.ac.nz/bacit/0101/0101eustace.html>>. Acesso em: 8 mar. 2015.
- Kemmis, S.; Mctaggart, R.; Nixon, R. *The Action Research Planner: Doing Critical Participatory Action Research*. Springer Science & Business Media, 2013.
- Richardson, R. J. Como Fazer Pesquisa Ação? Disponível em: <<http://jarry.sites.uol.com.br/pesquisacao.htm>>. Acesso em: 19 dez. 2014.
- Smith, A. Creative Capacity Building Design Notebook (CCB-Notebook). D-Lab, MIT, s.d. (Adapted from the D-Lab, illustrated by Nathan Cooke, assistance from Ben Linder; Kofi Taha et al.).
- Thiollent, M.; Silva, G. Ol. The Use of Action Research in the Management of Environmental Problems. *RECIIS – Elect. J. Commun. Inf. Innov. Health*, v.1, n.1, p.91-98, Jan.-Jun., 2007.
- Tripp, D. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. *Educação e Pesquisa*, São Paulo, v. 31, n. 3, set./dez. 2005, p. 443-466. Tradução de Lólio Lourenço de Oliveira.