

XI-057 - ESTUDO DE CASO DO VALE DA MORTE EM P, D & I NO SANEAMENTO: SISTEM ESPECIALISTA PARA DETECÇÃO E DIAGNÓSTICO DE VAZAMENTOS EM REDES URBANAS DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

Marcelo Kenji Miki⁽¹⁾

Engenheiro Civil e Mestre pela Universidade de São Paulo. Gerente do Departamento de Execução de Projetos de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação da SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo.

Allan Saddi Arnesen

Engenheiro Sanitarista e Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina. Mestre em Sensoriamento Remoto pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Engenheiro da Superintendência de Pesquisa, Desenvolvimento Tecnológico e Inovação da SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo.

Endereço⁽¹⁾: Rua Costa Carvalho, 300, Prédio da Prefeitura – piso superior – Pinheiros – São Paulo – SP - CEP: 05429-900 - Brasil - Tel: +55 (11) 3388-9013 - Fax: +55 (11) 3388-8695 - e-mail: mmiki@sabesp.com.br.

RESUMO

Para que um projeto de pesquisa básica ou aplicada evolua a ponto de se tornar uma inovação é necessário que a tecnologia atravesse um ambiente com altos riscos técnicos e econômicos, conhecido como Vale da Morte, em que as dificuldades aumentam e muitas ideias acabam sepultadas. Num projeto de pesquisa científica a premissa inicial parte de um problema. Entende-se que um dos objetivos de um projeto de pesquisa aplicada é a resolução de um determinado problema, percorrendo as etapas de resolução de prova de conceito e em alguns casos para a elaboração de um protótipo conceitual, cuja aplicação ocorre em ambiente controlado e/ou laboratorial. A ferramenta de Nível de Prontidão Tecnológica (TRL – *Technology Readiness Level*) permite situar uma pesquisa de acordo com seu nível de maturidade tecnológica, bem como identificar como ator desta fase as instituições de pesquisa nas Universidades. Este trabalho apresenta um estudo de caso sobre o avanço da maturidade de uma tecnologia, percorrendo diferentes fases da ferramenta TRL, que as companhias de saneamento enfrentam na busca por inovações.

PALAVRAS-CHAVE: Inovação, Vale da Morte, Maturidade Tecnológica.

INTRODUÇÃO

Um dos grandes desafios da pesquisa no Brasil é passar de uma pesquisa acadêmica para um produto ou serviço de Mercado. Para que um projeto de pesquisa básica ou aplicada evolua a ponto de se tornar uma inovação é necessário que a tecnologia atravesse um ambiente com altos riscos técnicos e econômicos, conhecido como Vale da Morte, em que as dificuldades aumentam e muitas ideias acabam sepultadas.

Para impulsionar o processo de inovação tecnológica no setor de saneamento é interessante relatar um estudo de caso originado desde a concepção de um projeto de pesquisa até o estágio de desenvolvimento tecnológico, de forma a ilustrar as barreiras do Vale da Morte, tais como as características de empresas de economia mista, monopólio, regulação, etc. Também é importante realçar certos conceitos e ilustrá-los de forma prática, contribuindo assim com a retenção destes conhecimentos para a correta aplicação.

O caso prático estudado refere-se a um projeto oriundo do Acordo de Cooperação para Desenvolvimento Tecnológico entre a Sabesp e a Fapesp, que se iniciou em 2009 e prevê um valor total de 50 milhões de reais, onde cada instituição aporta 50% deste valor.

A Lei nº 13.303, de 30/06/2016, conhecida como Lei das Estatais, bem como a Lei nº 13.243, 11/01/2016, conhecida como Marco Legal da Inovação, trouxeram novos elementos para estimular o desenvolvimento

tecnológico e científico no País e quem sabe, fornecer maior conforto aos administradores públicos na contratação de projetos de desenvolvimento tecnológico.

OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é apresentar os desafios enfrentados na evolução de uma tecnologia, desde a ideia até o desenvolvimento industrial no setor do saneamento, exemplificando com um estudo de caso de um projeto de desenvolvimento de sistema de detecção de vazamentos de água.

CONCEITOS BÁSICOS

Ao longo do texto são mencionados conceitos que merecem ser apresentados de modo a esclarecer a compreensão.

Para os conceitos envolvidos de atividades de Ciência e Tecnologia (C&T) e de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), remete-se ao Manual de Frascati (OCDE, 2002), onde são destacados:

- Atividades de C&T: compreendem o esforço sistemático, diretamente relacionado com a geração, avanço, disseminação e aplicação do conhecimento científico e técnico em todos os campos da atividade humana;
- P&D: compreende o trabalho criativo levado a cabo de forma sistemática para incrementar o volume dos conhecimentos humanos, culturais e sociais e o uso destes para a obtenção de novas aplicações. Inclui pesquisa básica, pesquisa aplicada e desenvolvimento experimental;
- Engenharia não rotineira: envolve a elaboração de desenhos de novos produtos ou processos tecnológicos, que especificam, técnica e operacionalmente, os elementos necessários a sua produção e comercialização, assim como a elaboração de protótipos de produtos e processos tecnológicos.

Já para os conceitos relacionados a Inovação remete-se ao Manual de Oslo, 3ª Edição, OECD (2006) e que destacam-se as seguintes considerações:

- Inovação de Produto: é a introdução de um bem ou serviço novo ou significativamente melhorado no que concerne a suas características ou usos previstos. Incluem-se melhoramentos significativos em especificações técnicas, componentes e materiais, softwares incorporados, facilidade de uso ou outras características funcionais. As inovações de produto podem utilizar novos conhecimentos/tecnologias ou basear-se em novos usos/combinções para conhecimentos ou tecnologias existentes. O termo “produto” abrange tanto bens como serviços. As inovações de produto incluem a introdução de novos bens e serviços, e melhoramentos significativos nas características funcionais ou de uso dos bens e serviços existentes.
- Inovação de Processo: é a implantação de um método de produção ou distribuição novo ou significativamente melhorado. Incluem-se mudanças significativas em técnicas, equipamentos e/ou softwares.

Quando se fala Inovação Tecnológica de Produto ou Processo cabe questionar em relação ao problema original quais são os produtos ou processos utilizados bem como ter um diagnóstico confiável da situação atual. Dentro do saneamento ainda é comum encontrar muitos processos não devidamente mapeados, com diagnósticos precários e muitas com informações estimadas e não medidas de fato.

Em linhas gerais, quando há uma carência de uma linha base num projeto de inovação tecnológica, nota-se um problema anterior que seria a falta e controle de processos de acompanhamento. Este tipo de situação demonstra claramente a carência da gestão de um processo.

Para a abordagem de inovação de processo, deve-se mapear a situação original e atual na resolução de um determinado problema. A Figura 3 ilustra para o caso do saneamento alguns exemplos de componentes necessários para o diagnóstico de processo.

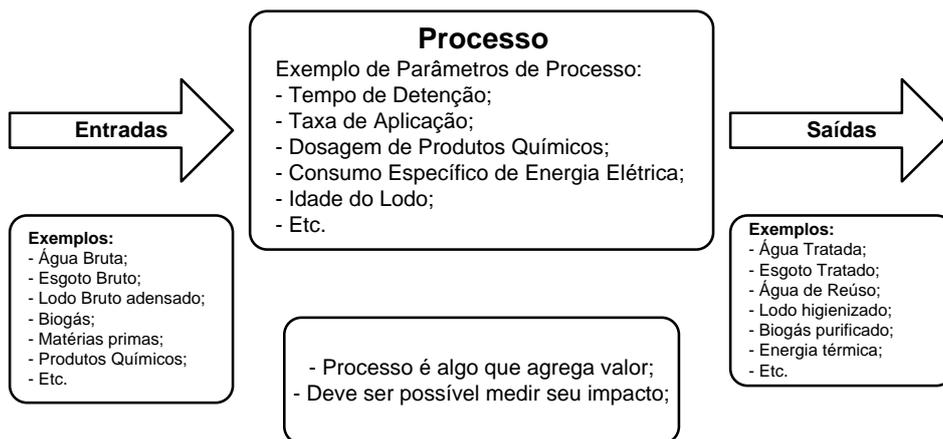


Figura 3: Representação de processo no saneamento e seus componentes

No aprofundamento do conhecimento e familiarização do problema, podemos inferir outros tipos de questões nesta avaliação de processos. Por exemplo, podemos questionar a confiabilidade das informações disponíveis. Muitas vezes é comum encontrar situações, onde as informações de processo são meramente estimadas e não medidas com instrumentos. Ou ainda, mesmo que certas informações sejam de fato medidas, pode-se questionar se a frequência de levantamento destes dados é adequada ou não para uma análise crítica, se os instrumentos de medidas estão devidamente calibrados, se os equipamentos de suporte ao processo estão trabalhando a contento e com as devidas rotinas de manutenção corretiva e preventiva, etc.

Para ilustrar como as atividades de Pesquisa, Desenvolvimento e Engenharia não rotineira (P&D&E) se relacionam com a Inovação remete-se a Figura 1, na qual se observa que nem toda Inovação deriva das atividades de P&D e nem todo P&D gera Inovação.

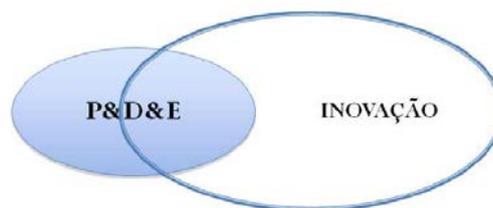


Figura 1: Relações entre PD&E e Inovação.
Fonte: GEOPI apud Bin & Salles Filho (2007).

Uma das ferramentas utilizadas em programas de P, D & I para avaliar o nível de maturidade tecnológica é um instrumento denominado de Nível de Prontidão Tecnológico (TRL – *Technology Readiness Level*), que foi inicialmente utilizado pela agência espacial norte-americana, NASA, conforme EARTO (2014). O propósito desta ferramenta seria melhorar a avaliação e comunicação entre os diferentes níveis de maturidade tecnológica.

Conforme CATARINO (2014), a concepção original do TRL pela NASA consistia de 7 níveis, sendo posteriormente adicionados mais 2 níveis, conforme ilustrado na Figura 2.

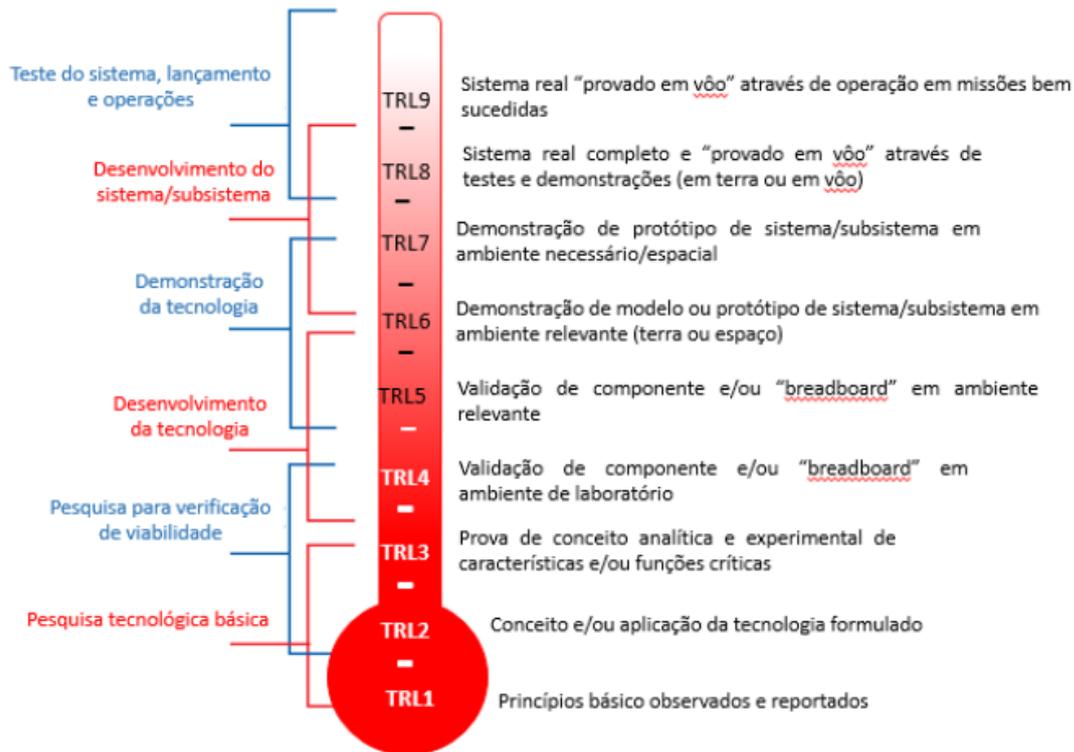


Figura 2: Níveis de prontidão tecnológica.
Fonte CATARINO (2014) APUD NASA (2007).

Rapidamente a ferramenta TRL espalhou-se para além de outras comunidades relacionadas ao setor aeroespacial e conforme o contexto. Conforme EARTO (2014), o TRL sofreu variações e adaptações em instituições como o Departamento de Saúde dos EUA, Departamento de Energia dos EUA, Departamento de Defesa dos EUA.

Um das régulas de prontidão tecnológica utilizadas pelas organizações de pesquisa e desenvolvimento na Europa é apresentada na Figura 3.

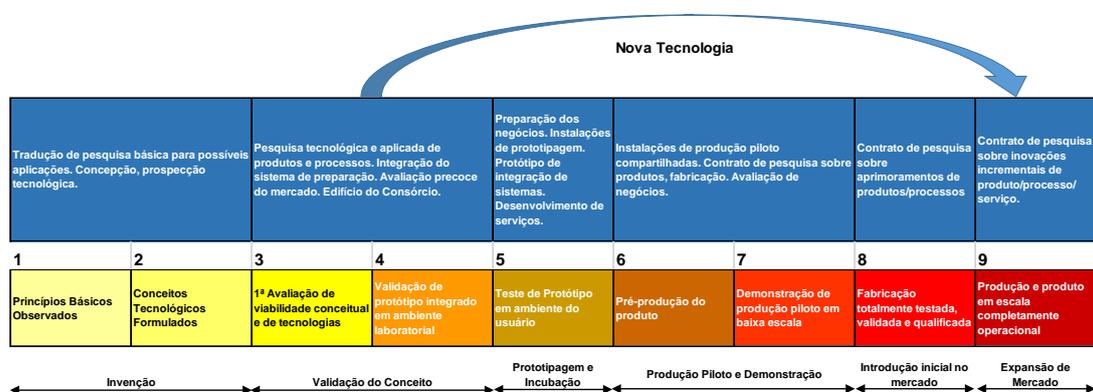


Figura 3: Régua de Prontidão Tecnológica utilizada na Europa
Fonte: EARTO (2014)

Ainda conforme EARTO (2014), podemos destacar como características do TRL:

- Trata-se de um método para avaliar a maturidade de tecnologias de produto críticas;
- É um método para criar um entendimento em comum de onde se situa uma tecnologia;
- Focado numa única tecnologia de produto;

- Especialmente utilizada para inovações relacionadas à indústria aeroespacial e de defesa; e
- Utilizado muitas vezes em inovações especiais com produção única (sistemas).

Nos últimos anos, conforme a EARTO (2014), vêm-se dando especial atenção ao desenvolvimento de uma estratégia para tornar a Europa mais atrativa para investimentos em P, D & I e fabricação. Este movimento decorre da constatação de que na Europa ocorre um lento processo de transferência dos resultados de excelentes projetos de pesquisa para o mercado. Isto significa que a Europa deve fazer a travessia no chamado Vale da Morte, conforme ilustrado na Figura 4.

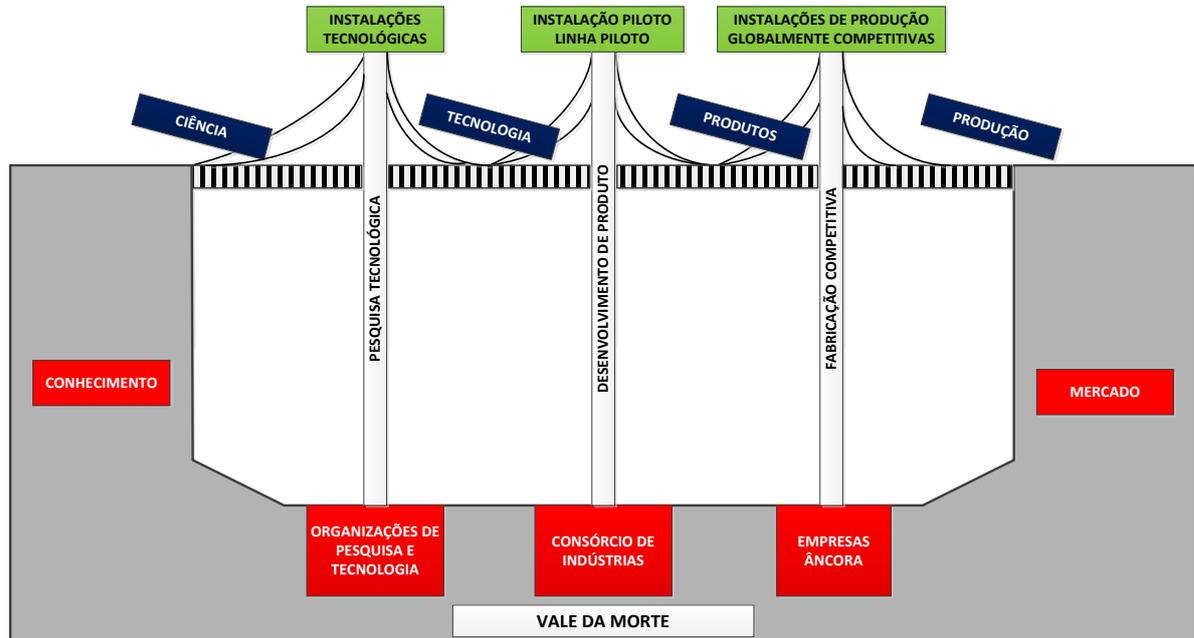


Figura 4: Vale da Morte no Cenário de Maturidade Tecnológica.
Fonte: Adaptada de EARTO (2014).

Para facilitar a travessia deste vale da morte, a ferramenta do TRL tem sido utilizada de modo a organizar os esforços dos diferentes elementos da cadeia, como as instituições de pesquisa e a indústria.

Por fim, destaca-se a importância da interação entre os Institutos de Ciência e Tecnologia (ICTs) e as empresas. A Figura 5 ilustra certas características que merecem uma reflexão.

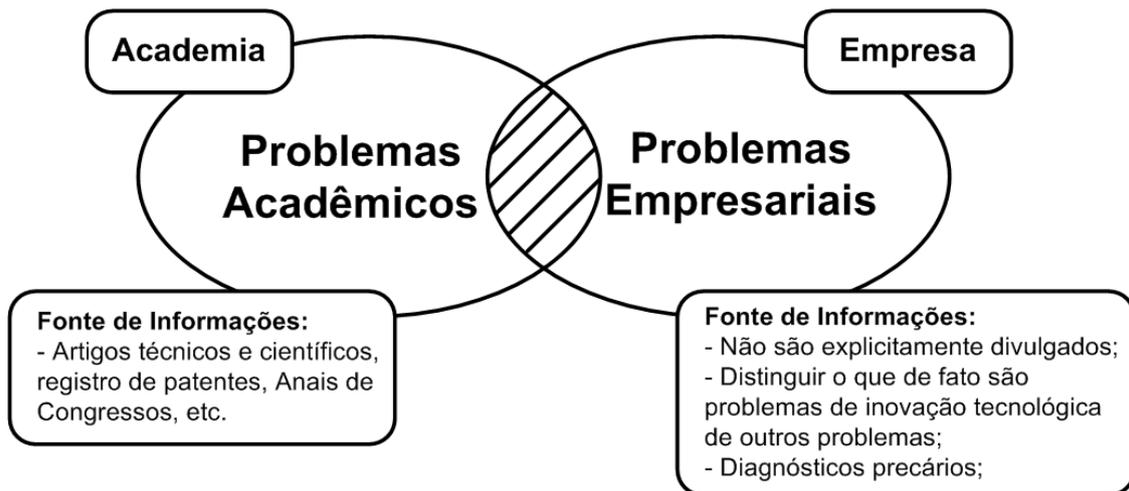


Figura 5: Interação ICT e Empresa

Para uma empresa de saneamento de capital misto como a Sabesp além de atender aos interesses econômicos de mercado, há outra face delicada referente a ser uma empresa que presta contas a diferentes agentes externos, como agências reguladoras, órgãos de controle ambiental e de saúde pública.

INOVAÇÃO NO SETOR DE SANEAMENTO

Radiografia do Setor de Saneamento

Para a estruturação de um sistema de P, D & I na Sabesp foi feito um trabalho inicial de radiografia do setor de forma a fornecer elementos para a implantação. Este trabalho foi realizado através do Laboratório de Estudos sobre organização da pesquisa e da inovação/GEOPI – UNICAMP e sob Coordenação do Prof^o Sergio Salles Filho.

Dentre os principais resultados deste estudo pode-se destacar:

- Setor classificado como “dominado pelo fornecedor de tecnologia”;
 - Inovação principalmente por compra de equipamentos e materiais;
 - Investimento “*in-house*” em Pesquisa e Desenvolvimento reduzido;
- Fortemente atrelado ao setor público;
 - Na prestação de serviços (motivações sociais);
 - No Financiamento de Atividades;
 - Na Gestão, Controle e Fiscalização;
- Caracterizado por investimentos elevados;
- Caracterizado por economias de escala;
- Predomínio de Inovações Incrementais;
- Trajetórias Tecnológicas de Longo Prazo;

Dadas estas características, cabe destacar no contexto da inovação certos pontos de destaque conforme ilustrado a Tabela 1.

Tabela 1: 10 Pontos de inflexão de um novo modelo no saneamento

Modelo Tradicional	Modelo Emergente
<ul style="list-style-type: none"> - Baixa concorrência - Reduzida participação do setor privado - Baixo estímulo à inovação 	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento da concorrência e da participação do setor privado
Fortemente baseado em <u>economias de escala</u> : <ul style="list-style-type: none"> - Inovações incrementais e voltadas para produtividade; 	Ainda as economias de escala: <ul style="list-style-type: none"> - Soluções de menor escala e de menor mobilização de capital - Inovações tecnológicas e não tecnológicas mais intensas
Paradigmas e ciclos tecnológicos longos: <ul style="list-style-type: none"> - Custos de mudança relativamente elevados; - Baixo dinamismo tecnológica; 	Ciclos tecnológicos dinâmicos e encurtados
Marco regulatório restritivo com baixo estímulo à inovação	Marco regulatório mais flexível <ul style="list-style-type: none"> - Exigente em qualidade e ambiente
Ciclo restrito do saneamento	Ciclo completo do saneamento <ul style="list-style-type: none"> - Mananciais - Preservação de recursos naturais - Soluções ambientais - Energia
Perspectiva da cadeia produtiva	Visão da cadeia de valor via conhecimento e tecnologia devidamente apropriados
Modelos de negócios centrípetos	Diversificação de atividades / serviços / modelos de negócios
Sensibilidade política e social em segundo plano	Sensibilidade política e social crescente e associada com desenvolvimento econômico, qualidade de vida e imagem
Setor dominado pelo fornecedor de tecnologia: <ul style="list-style-type: none"> - Inovação principalmente por compra de equipamentos e materiais - Comportamento passivo - Baixo investimento “in-house” em Pesquisa e Desenvolvimento - Ausência de política corporativa de inovação 	Setor com desenvolvimento tecnológico ativo: <ul style="list-style-type: none"> - Inovação por desenvolvimento com fornecedores - Investimento “in-house” em Pesquisa e Desenvolvimento - Articulação com centros de pesquisa;
Capacitação interna essencialmente de implantação e manutenção: <ul style="list-style-type: none"> - Engenharia rotineira - Operação - Aquisição 	Capacitação para gestão de P&D e Inovação: <ul style="list-style-type: none"> - Prospecção - Propriedade intelectual - Avaliação de impacto - Formação de redes - Gestão Valor Agregado - Apropriação do valor - Inovação aberta

Fonte: Apresentação em 08 DEZ 2010 ao Conselho Diretor da Sabesp do Profº Sergio Salles Filho.

De forma a sair de uma atitude passiva em relação ao Desenvolvimento Tecnológico, a Sabesp promoveu esforços de induzir a inovação dentro do setor. E dentro desta perspectiva, tem atuado em projetos de P, D & I de diversos estágios de maturidade tecnológica.

Identificação e análise crítica do Problema

Na Sabesp, a abordagem adotada para o início de um Projeto de P, D & I tem origem na delimitação de um problema enfrentado pelo setor de saneamento. Estes projetos de P, D & I de cunho acadêmico e científico tem como foco a geração de novos conhecimentos, que possam potencial de gerar uma inovação tecnológica.

A argumentação de que o início de projeto de pesquisa é a delimitação de um problema pode ser embasada através do Filósofo Karl Popper, autor do clássico livro “A Lógica da Pesquisa Científica”. De acordo com POPPER (1996), a ciência inicia-se com a formulação de um problema. E em contraposição ao Filósofo Bacon, não seria derivado de uma mera observação de dados. Na tese de Popper, a ciência não se iniciaria por observações, mas sempre por problemas: por problemas práticos ou por uma teoria que deparou com dificuldades, uma teoria que criou, e frustrou, certas expectativas.

O significado da frase “trabalhar num problema”, ainda segundo POPPER (1996), seria: “Se tivermos trabalhado num problema o tempo suficiente e modo assaz intenso, começamos a conhecê-lo, a compreendê-lo, no sentido de que sabemos que espécie de solução não serve (porque simplesmente não vai ao encontro do verdadeiro problema) e que tipo de requisitos têm de ser preenchidos por uma tentativa séria de solução. Por outras palavras, começamos a ver as ramificações do problema, os seus subproblemas e a sua relação com outros problemas”.

E Popper continua ao formular a resposta da pergunta o que é compreender um problema: “A minha resposta é que existe apenas um modo de aprendermos a compreender um verdadeiro problema – seja ele puramente teórico ou um problema prático e de experimentação. É tentar resolvê-lo e falhar. Só começamos a compreender o nosso problema se verificamos que uma solução simples e óbvia não o resolve. Porque um problema é uma dificuldade. Compreendê-lo significa experimentar essa dificuldade. E tal apenas se pode fazer descobrindo que não existe uma solução fácil e óbvia para ele”.

E o progresso da ciência parte desta incessante luta na resolução de problemas e por que não também de sorte, como prossegue Popper: “O ponto que quero afirmar é que, embora continuemos a fracassar na solução do nosso problema, teremos aprendido muito na nossa luta contra ele. Quanto mais tentamos, tanto mais aprendemos a seu respeito – mesmo que falhemos sempre. É claro que, tendo-nos deste modo familiarizado com o problema – ou seja, com as suas dificuldades – temos uma melhor hipótese de o resolver do que alguém que nem sequer compreende as dificuldades. Mas é tudo uma questão de sorte: para resolver um problema difícil, precisamos não só de compreensão, mas também de sorte”.

No campo prático da Engenharia, esta formulação de problema não é algo tão simples. E muitas vezes, confunde-se um problema com a falta de solução. A Figura 6, por exemplo, ilustra um típico problema de trânsito e na ânsia de se resolver logo esta situação, pode-se concluir precipitadamente que o problema é a falta de um semáforo, ou ainda, a falta de uma solução. No entanto, uma análise mais profunda do problema deve ser feita para evitar a adoção de uma solução que pode não resolvê-lo.



Figura 6: Delimitação do problema: Falta de Semáforo ou Desordem no Cruzamento/Alta Taxa de Acidentes?

Fonte: Internet, acessado em 10/05/2017, <http://exame.abril.com.br/brasil/falha-em-semaforo-causa-engarrafamento-homerico-em-sp/>

Evolução da maturidade tecnológica das pesquisas

Tendo como fundamento esta premissa, o primeiro Edital de Chamada Pública de Projetos em 2009 dentro do Acordo de Cooperação SABESP & FAPESP procurou inserir nos temas prioritários justamente estes problemas e não a falta de determinadas soluções para problemas específicos.

Para as empresas de saneamento, um dos grandes desafios operacionais em sistemas de abastecimento de água relaciona-se as perdas físicas decorrentes de vazamentos. Para resolver este tipo de problema são utilizados métodos acústicos de detecção e localização destes vazamentos, sendo utilizados equipamentos como haste de escuta, geofones eletrônicos e correlacionadores de ruídos.

No lançamento de um edital de chamada de pesquisa, a solução para se resolver determinado problema do setor do saneamento pode vir de outras áreas do conhecimento, que podem aparentemente não estar muito associadas a Engenharia Sanitária e Ambiental.

ESTUDO DE CASO

De forma a ilustrar de forma prática a evolução da maturidade de uma tecnologia até o denominado Vale da Morte, será apresentado um estudo de caso relacionado a um equipamento de detecção de vazamentos de água por métodos acústicos.

O Problema

Uma das alternativas para a redução de perdas de água é o controle ativo de vazamentos, que consiste no serviço de pesquisa de vazamentos em campo, por técnicos especializados utilizando, principalmente, métodos acústicos.

O serviço de pesquisa de vazamentos engloba uma série de atividades estabelecidas nas normas brasileiras ABNT nº 15.182/2009, nº 15.183/2010 e nº 16.153/2013 e prevê um sistema de qualificação e certificação do profissional de pesquisa de vazamentos. A formação deste tipo de profissional envolve altos recursos econômicos e de tempo.

De forma simplificada, o serviço de pesquisa de vazamentos consiste nas seguintes atividades:

- Medição de pressão na rede, Figura 7a;
- Haste de Escuta, Figura 7b;
- Geofonamento, Figura 7c;
- Correlacionador de ruídos, Figura 7d;
- Confirmação e marcação de vazamento.



Figura 7. Equipamentos utilizados no trabalho de detecção de vazamentos não visíveis.

O geofone é um dispositivo eletrônico utilizado por um operador que "ouve" os ruídos sonoros provindos da aquisição de dados do equipamento. Desta forma, a tomada de decisão se há ou não um vazamento naquele local é do operador do geofone, o que produz uma grande quantidade de erros de diagnóstico, como descrito em Yang et al. (2008) e Xuesong et al. (2007). O problema A qualidade da detecção de vazamentos depende da experiência e treinamento do operador do geofone, o que encarece severamente o custo da operação, tanto em mão-de-obra, quanto em erros de diagnóstico.

A ideia

Todavia, os sons de vazamentos são compostos por sons de vibração do tubo, da fricção de água com a parede do tubo, do impacto da água no solo e da circulação da água com as partículas do solo. Embora existam diferentes condições que influenciem no som dos vazamentos (como tipo de pavimento, de solo, pressão e vazão da água), os sons de vazamentos possuem características acústicas comuns que podem ser exploradas por sistemas digitais que auxiliem os profissionais a identificar a ocorrência e indicar a localização de vazamentos.

Na Engenharia Mecânica há um campo de investigação científico relacionado à acústica e tratamento de sinais. Muitos trabalhos investigativos se baseiam em sinais acústicos e vibratórios para diagnósticos de

comportamentos mecânicos, como equipamentos. A contribuição de outras áreas do conhecimento, como a acústica, que normalmente possui pouca aderência no campo prático da Engenharia Sanitária, pode fazer interessantes contribuições no campo do conhecimento e com grande potencial de impacto na Inovação.

O Professor Linilson Padovese, da Engenharia Mecânica da Escola Politécnica da USP, identificou uma oportunidade a ser explorada neste campo acústico dos sons de vazamentos. Da mesma forma como um médico utiliza um estetoscópio para escutar as batidas de coração de um paciente, os sons escutados pelos técnicos que buscam vazamentos são apenas armazenados no cérebro dos profissionais. Em ambos os casos, os sinais acústicos não são armazenados, perdendo-se a oportunidade de processamentos posteriores.

Pesquisa Básica e Aplicada

Neste contexto, o Professor teve aprovado na 1ª Chamada do Acordo de Cooperação SABESP & FAPESP um projeto intitulado: “Sistema especialista para detecção e diagnóstico de vazamentos em redes urbanas de distribuição de água”.

Na escala de maturidade tecnológica, seguindo a classificação de EARTO da Figura 3, entende-se que esta pesquisa básica e aplicada está nos níveis TRL1 e TRL4.

O objetivo do projeto de pesquisa foi de se criar um sistema especialista de detecção de vazamentos através de uma busca de padrões, ou ainda, uma assinatura digital de um típico vazamento na rede de abastecimento de água.

Um dos principais fundamentos do Projeto destacados pelo Professor foi de que a montagem de um banco de sinais de vazamentos representaria um valioso recurso para a Companhia, pois poderia subsidiar o desenvolvimento softwares de reconhecimento de padrões de vazamentos, aumentando-se assim a assertividade na indicação destes locais. À medida que o banco de sinais fosse crescendo e cobrindo diferentes situações, como tipo de material e diâmetro da rede de abastecimento, tipo de solo, diferentes profundidades, valore de pressão, etc, aumentar-se-ia a grau de sofisticação deste software de análise.

Durante a execução deste projeto de pesquisa constatou-se que os geofones eletrônicos disponíveis no mercado não possuem a funcionalidade de gravação dos sinais pesquisados. Desta forma, o primeiro passo foi criar um protótipo conceitual que permitisse a gravação e o armazenamento destes sinais acústicos de forma digital.

Protótipo Conceitual

Um das primeiras premissas adotadas pelo Projeto de Pesquisa foi de que o sinal acústico obtido diretamente do sensor do geofone eletrônico deveria ser o sinal em modo “full”, antes de fazer condicionamento de sinal, como amplificação ou a introdução de filtros acústicos.

Ao acoplar um sistema digital de gravação, abriu-se a oportunidade de se incorporar outras funcionalidades. Uma demanda operacional identificada através de reuniões junto à Gerência de Pesquisa de Vazamentos da UN Norte da Sabesp, parceira na execução do Projeto, foi a de aproveitar o ingresso no mundo digital e incorporar a funcionalidade de rastreamento de rotas utilizadas pelas equipes de pesquisa de vazamento com coordenadas GPS. Isto possibilitaria fornecer subsídios para a atividade de fiscalização das empresas contratadas da SABESP para a fiscalização do serviço de pesquisa de vazamentos. Esta funcionalidade adicional serviria como estímulo para a adoção desta plataforma de forma a agregar um benefício imediato para a Operação da SABESP.

Como a sugestão realizada pela Sabesp para agregar outras funcionalidades na plataforma foi aceita pelo coordenador da Pesquisa, decidiu-se incorporar no software da plataforma digital um módulo de amarração de coordenadas GPS para os pontos de gravação de sinais acústicos.

Outra premissa da pesquisa foi de utilizar ao máximo possível dispositivos existentes no mercado para acelerar a montagem da plataforma do protótipo. Na Sabesp, muitas equipes internas de pesquisa de vazamento estão familiarizadas e tem preferência pelos geofones eletrônicos da Marca Fuji Tecom. Desta forma optou-se pela adoção de um sensor eletrônico desta marca para integrar a plataforma do protótipo, modelo Fuji Tecom

HG10. Ressalte-se que normalmente este tipo de sensor não é vendido separadamente para os usuários e só foi possível a aquisição deste sensor, pois de fato havia um geofone eletrônico com sensor danificado que absorveria esta utilização após o término do experimento.

Para a unidade computacional portátil de processamento e gravação de sinais, optou-se por adotar como base um smartphone que já englobaria as funções computacionais, bem como o sistema de coordenadas GPS. E de forma predominante no mercado, havia como alternativas smartphones com os sistemas operacionais Android e IOS da Apple. A dificuldade técnica de se lidar com o Android foi de que este sistema operacional não é de fato único e sofre variações conforme a marca e modelo do smartphone, ou seja, há variantes de sistema operacional Android. Logo simplificar esta variável de sistema operacional no smartphone, decidiu-se pelo Iphone 4S da Apple com sistema operacional IOS.

A Figura 8 ilustra o resultado final do Protótipo Conceitual do Projeto de Pesquisa.



Figura 8: Protótipo Conceitual gerado no Projeto de Pesquisa FAPESP & SABESP.
(A) Condicionamento de Sinal; (B) Unidade Computacional Portátil - Smartphone, (C) Sensor do geofone e (D) Fones de Ouvido.

De forma complementar, foi desenvolvido um aplicativo que permitisse o operador preencher informações relativas à ordem de serviço que está sendo realizada, tais como: número, nome do técnico, data de emissão, endereço, material, diâmetro e pressão na rede de abastecimento de água.

A Figura 9 ilustra a tela de abertura da OS – Ordem de Serviço no smartphone.



Figura 9: Tela do aplicativo no smartphone para abertura da OS – Ordem de Serviço

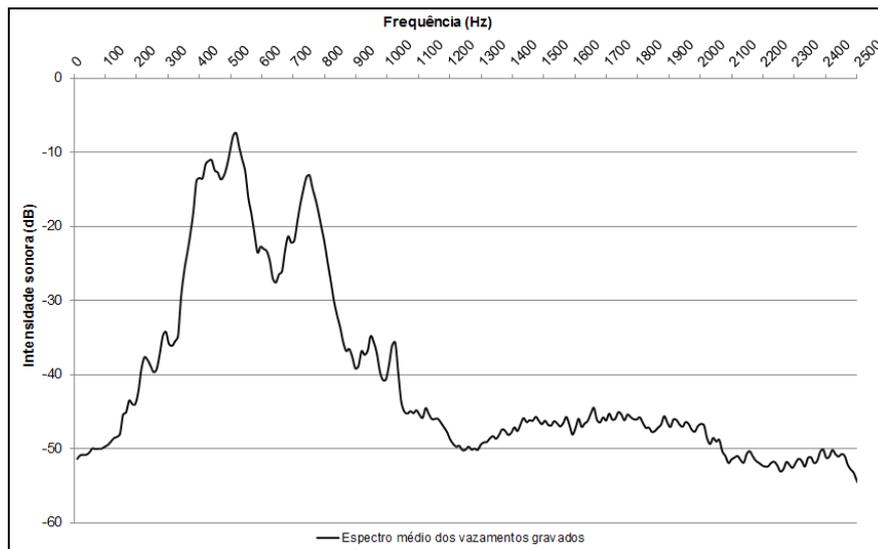
O protótipo não avançou até o desenvolvimento de um software para criação do banco de dados, muito menos adentrou-se no campo do reconhecimento de padrões dos sinais. Ressalta-se, entretanto, o entendimento de que, futuramente, o desenvolvimento de software de reconhecimento de padrões deverá ter como base um banco de sinais devidamente catalogado, bem como estar associado aos operadores treinados de pesquisa de vazamentos e aos equipamentos que eles utilizam.

Prova de Conceito

De posse do protótipo conceitual produzido pela USP, utilizou-se esta plataforma numa campanha de coleta de dados, onde foram levantados 119 sons de 25 pontos suspeitos de vazamento indicados pelas equipes de pesquisa de vazamentos (próprias e terceirizadas da Sabesp).

Os sinais gravados foram posteriormente transferidos para um computador com sistema operacional Windows e processados através do software gratuito Audacity, versão 2.0.5 de forma a obter o espectro sonoro de cada gravação. O espectro sonoro é um gráfico de intensidade sonora (eixo Y), que pode ser representada em escala logarítmica em decibéis (dB), em função da frequência (em Hertz, Hz – eixo X).

Conforme ARNESEN et al. (2016), a partir desta campanha de coleta de dados de vazamentos reais em campo, extraiu-se o espectro sonoro médio dos sinais em que ocorriam os vazamentos levantados e verificou-se que, independentemente das características do vazamento, as frequências cuja intensidade sonora atingia valores máximos (isto é, picos de intensidade sonora) ocorriam entre 350 e 800 Hz (Figura 10), sendo em 517 Hz verificada a frequência de máxima intensidade sonora.



Fonte: ARNESEN et al (2016)

Figura 10 – Espectro sonoro médio dos 23 vazamentos gravados nos levantamentos de campo.

Do ponto de vista conceitual, o processamento, a armazenagem e a análise destes sinais de vazamento de forma digital mostraram-se promissores na montagem de um sistema especialista de detecção de vazamentos.

O acompanhamento da equipe da Sabesp permitiu a evolução da massa crítica interna na questão de aquisição e processamento de sinais dos geofones eletrônicos. Em relação ao projeto de pesquisa em si, a equipe da Sabesp entendeu que estes conceitos adquiridos durante a execução do projeto foram relevantes e pode-se afirmar que se atingiu o objetivo proposto.

Já em relação ao ponto de vista prático e sabendo-se de antemão que não era a proposta original do projeto de pesquisa, foram feitas observações de modo que esta plataforma pudesse sofrer uma melhoria posterior. Uma das primeiras constatações foi de que a operação desta plataforma no campo mostrou-se complicada devida a falta de ergonomia do sistema como um todo, dificultando e atrapalhando a rotina do operador.

Em termos de design esta plataforma ainda necessitava de muito aprimoramento. Outra constatação ocorreu após a escolha do Iphone como unidade computacional, pois se constatou uma limitação no sistema operacional IOS de realizar simultaneamente as atividades de gravar o sinal no modo “full” e enviar o sinal processado através de filtros ao fone de ouvido. Devido a esta incompatibilidade, o operador deveria escutar o sinal processado e somente após esta operação entrava no modo de gravação, tomando tempo e atrapalhando a produtividade do trabalho. E em termos de funcionalidade, o app desenvolvido para gravar os sinais começou a apresentar problemas, que estariam associados a atualização do sistema operacional.

De certa forma, houve uma certa frustração na adoção de uma plataforma como um smartphone de mercado para se acoplar com um geofone eletrônico. Como desvantagem adicional foi constatação de ser um objeto visado para roubo durante a própria operação de pesquisa de vazamento.

Além destas oportunidades de melhoria, que devem ser encaradas como críticas construtivas, cabe destacar algumas reflexões realizadas na questão da digitalização dos sinais acústicos de vazamentos.

Verificou-se inicialmente de maneira um tanto óbvia que estes sinais de vazamento poderiam ser compartilhados e analisados a posteriori. A partir desta possibilidade de se rever o apontamento de um vazamento por um operador poder-se-ia fazer uma análise crítica do porquê do apontamento de um vazamento ou não. Esta possibilidade abriria uma oportunidade de colher subsídios de treinamento, quer seja identificando possíveis falhas operacionais, ou ainda, identificando padrões complexos apontados por operadores mais experientes. Desta forma possibilitou-se que equipes de escritório, longe do campo operacional pudessem compartilhar e discutir sons gravados.

Outros estudos internos também foram realizados em função destes conhecimentos técnicos e decidiu-se investigar as especificações técnicas atuais dos geofones eletrônicos, questão esta que não recebeu a devida atenção prévia na concepção da pesquisa.

Conforme ARNESEN et al (2015), embora as empresas de saneamento exijam equipes de pesquisa formadas por profissionais com diferentes níveis de qualificação, as especificações técnicas dos equipamentos não exigem características técnicas acústicas dos sensores do tipo geofone (como sensibilidade em determinadas bandas de frequência e amplificação do sinal).

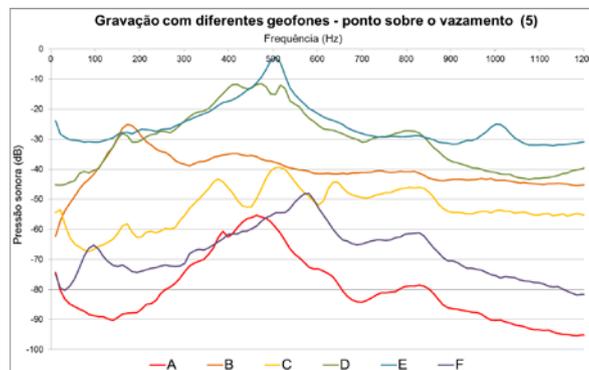


Figura 11: Espectros sonoros dos sons gravados sobre o mesmo vazamento por 6 diferentes geofones (A a F). Fonte: ARNESEN et al (2015)

Este estudo contribuiu para o melhor entendimento do problema da captação de sinais acústicos de vazamentos em redes de abastecimento propagados em superfícies com diferentes tipos existentes no mercado e os diferentes tipos de resposta, que podem ser satisfatórias ou não.

Podemos destacar que normalmente um projeto de pesquisa científica e de cunho acadêmico tem como foco o desenvolvimento de novos conhecimentos que podem trazer subsídios para a Inovação Tecnológica. Com esta expectativa previamente conhecida e estabelecida, a Empresa parceira de um projeto de pesquisa em conjunto com uma Universidade não deveria criar falsos anseios que não fazem parte do escopo. No entanto nem todos os limites da régua de TRL são rígidos e pode haver pesquisadores acadêmicos que podem ir além de certos limites. O combinado previamente num acordo de pesquisa entre Universidade e Empresa deve ter claro estes limites, de forma a evitar aquelas reclamações comuns posteriores de que a Universidade é muito teórica ou de que a Empresa é muito ansiosa na obtenção de resultados imediatos.

Evolução da Concepção de Plataforma

Em continuidade ao projeto de pesquisa desenvolvido no âmbito do Acordo Sabesp & Fapesp, houve um prosseguimento de discussão interna e avaliação crítica na Sabesp.

E após uma série de discussões internas decidiu-se reavaliar uma das premissas originais do projeto de pesquisa que era a condição captação direta do sinal do sensor antes do condicionamento deste sinal. A nova premissa estabelecida é “gravar o que o operador escuta”. Ou seja, gravar aqueles sinais de vazamento num determinado perfil de usuário, que utiliza uma determinada marca e modelo de geofones eletrônico, e que utiliza os filtros de ajuste conforme sua preferência pessoal.

Esta mudança de paradigma permitiu a remoção de importantes barreiras para a continuidade deste projeto de inovação tecnológica.

Em primeiro lugar, esta abordagem eliminaria o trabalho de se desenvolver um sensor próprio de geofone eletrônico, pois estes dispositivos não são acessíveis no mercado para acoplamento em outros equipamentos, como foi o caso da utilização na pesquisa. Este desenvolvimento de sensor para geofones eletrônico implicaria

um esforço muito grande para concorrer com fornecedores já bem estabelecidos em países como o Japão e Alemanha.

Outra simplificação obtida da abordagem “gravar o que o operador escuta” foi relativa a padronização do plugs de conexão entre os diferentes equipamentos. No projeto de pesquisa constatou-se que os plugs de conexão dos sensores com a unidade de processamento de sinal possuíam diferentes tipos de “pinagens” e mesmo para um mesmo fabricante, houve mudanças na evolução dos equipamentos de mudanças de padrão. Para o projeto de pesquisa impôs-se a adoção da pinagem do sensor modelo Fuji HG-10. Isto limitou o uso do protótipo conceitual para aquele determinado padrão.

Na abordagem de “gravar o que o operador escuta” mudou-se o ponto de captação dos sinais acústicos para o ponto após os processamentos de tratamento de áudio, como amplificação e filtros, que é o ponto onde se engata os fones de ouvido, com padrão de plug mais universal e normalmente limitado a 2 tipos de plugs (e com adaptadores simples de serem encontrados no mercado entre estes tipos).

Para exemplificar esta questão, a Figura 12 apresenta fotografias de padrões de conexões adotados entre sensor e condicionador de sinais de três geofones marcas utilizadas pela Sabesp (FUJI TECOM e SEBA) para modelos diferentes (HG-10, FD-10 e HL5000).

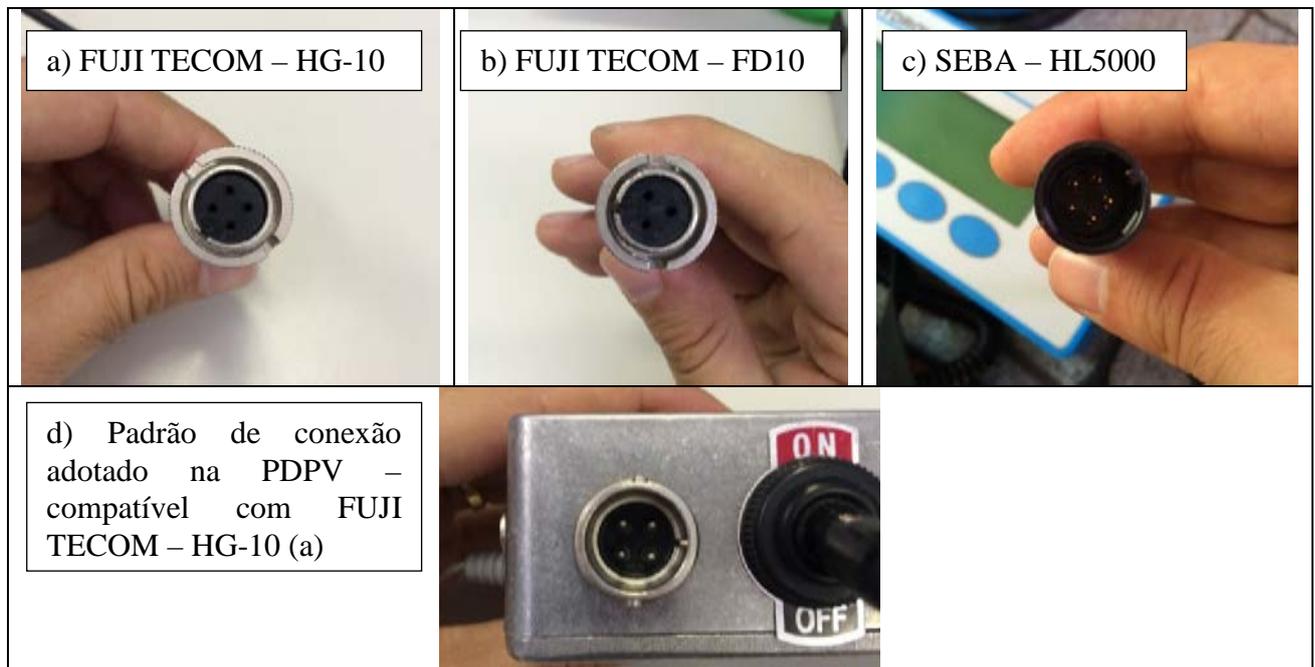


Figura 12. Padrões de conexão entre sensores e condicionadores de sinal de diferentes modelos e marcas de geofones: a) FUJI TECOM – modelo HG-10; b) FUJI TECOM – modelo FD-10; c) SEBA – modelo HL5000.

Também partindo desta abordagem de “gravar o que o operador escuta”, entendeu-se que uma demanda relevante é o desenvolvimento de um dispositivo para captar e gravar os sinais da haste de escuta. Este dispositivo é o instrumento utilizado para fazer a varredura inicial da pesquisa de vazamentos e prioriza os pontos a serem investigados pelo geofones eletrônico, tendo, portanto, uma utilização mais maciça do que o geofone eletrônico.

Já em relação a questão ergonômica e facilidade de operação pela equipe de pesquisa, reavaliou-se a questão de anotação de informações no campo pelo operador na abertura da ordem de serviço. Em diferentes ocasiões do uso do protótipo conceitual notou-se certas dificuldades na manipulação do smartphone no uso.

Em função destas dificuldades operacionais, optou-se por adotar a abordagem de não mais haver introdução de informações de texto na abertura da ordem de serviço. A nova abordagem mais simplista a ser adotada é “ao se

gravar os sinais acústicos, amarrar as coordenadas GPS e informações de data e horário da tomada da informação”. E com isto se eliminaria qualquer etapa de manipulação adicional ao operador. A diretriz principal adotada é não atrapalhar a rotina operacional do operador. Assim deve ser feito um acoplamento de um dispositivo no geofone eletrônico de forma a não provocar desconforto ao operador.

Esta atividade “gravar o que escuta operador” permite outras abordagens interessantes na gestão de perdas no sistema de abastecimento de água. Por exemplo, uma questão que já é objeto do Sistema de Gestão de Perdas é o Treinamento e Certificação de Operadores de Pesquisa de Vazamentos. Mas conforme, já observado, as especificações técnicas dos geofones eletrônicos ainda carecem de certos requisitos técnicos, bem como de procedimentos que atestem que estes requisitos são de fato atingidos ou não. Outra questão relevante é mesmo que um equipamento atenda uma determinada especificação técnica, nada garante que ao longo de seu uso na rotina operacional, este equipamento sofra avarias que deteriore o resultado do sinal enviado aos fones de ouvido. A partir do momento que se decide gravar estes sinais, pode-se averiguar se certos problemas na detecção de vazamentos são oriundos do resultado de sinais acústicos enviados, após o processamento, para os fones de ouvido ou se são devidos a uma falha humana na interpretação destes sinais.

A abordagem de “gravar o que escuta” cria um banco de sinais que fica amarrado a um determinado perfil de usuário, ou seja, abre-se mão de padrão universal onde seria desenvolvido um sensor de geofone eletrônico e uma unidade de condicionamento de sinal. Esta postura reconhece que não é o core business da Sabesp competir com as empresas de geofones eletrônico. Porém a atitude de gravar o que se escuta reconhece que cada operador de pesquisa de vazamento criou uma rotina de processamento mental em que está de certa forma amarrada a um determinado equipamento e suas configurações de filtros.

A construção de um banco de sinais com os registros de vazamentos é algo que deverá ser construído ao longo dos anos e devidamente avaliado de modo a aperfeiçoar um software de reconhecimento de padrões de vazamento.

A concepção final da nova plataforma resultou no conjunto dos seguintes componentes:

- Sistema Georreferenciado de Sons de Vazamentos (SGSV), contendo 1 (um) Captador de Haste de Escuta (CHE), 1 (um) Equipamento de Gravação Georreferenciada (EGG) e 1 (um) Software de Sons de Vazamentos (SSV).

O SGSV composto pelo conjunto de unidades CHE, EGG e SSV está ilustrado na Figura 13.

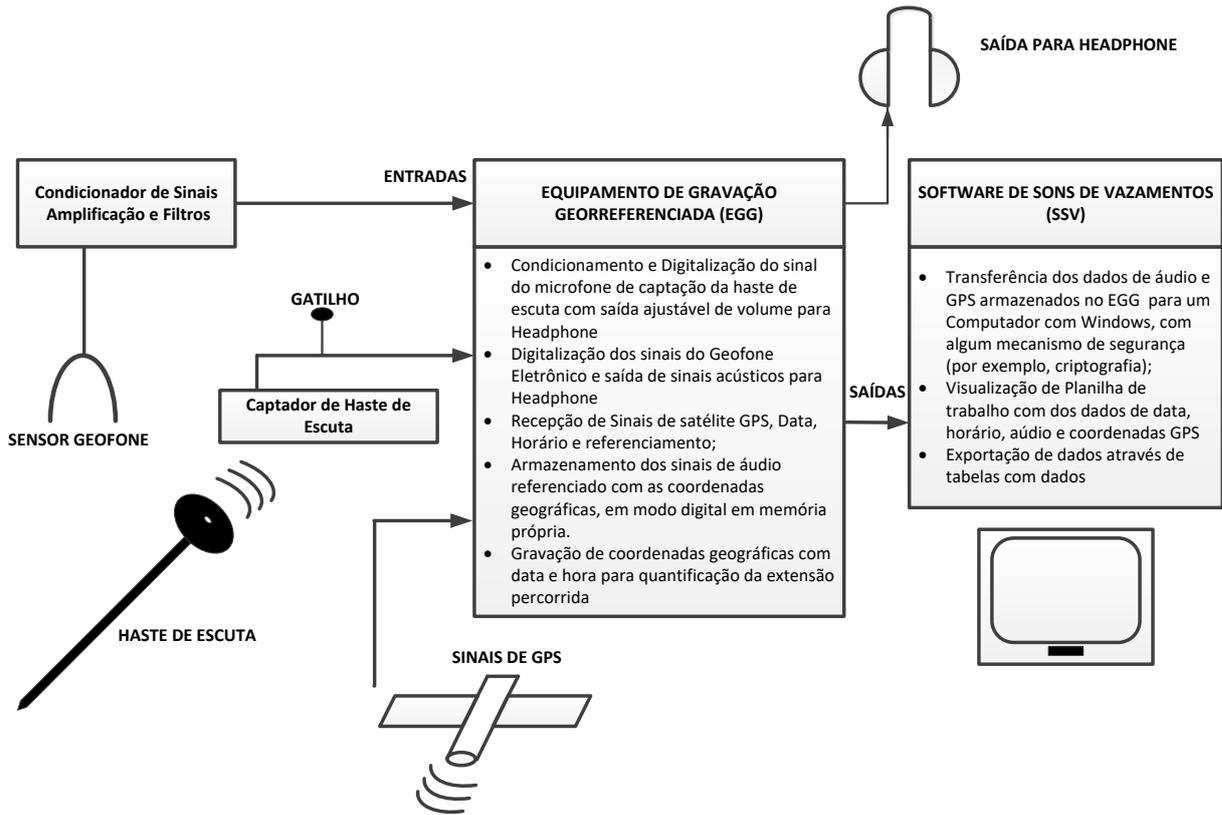


Figura 13: Representação dos processos e principais funções dos componentes do SGSV.

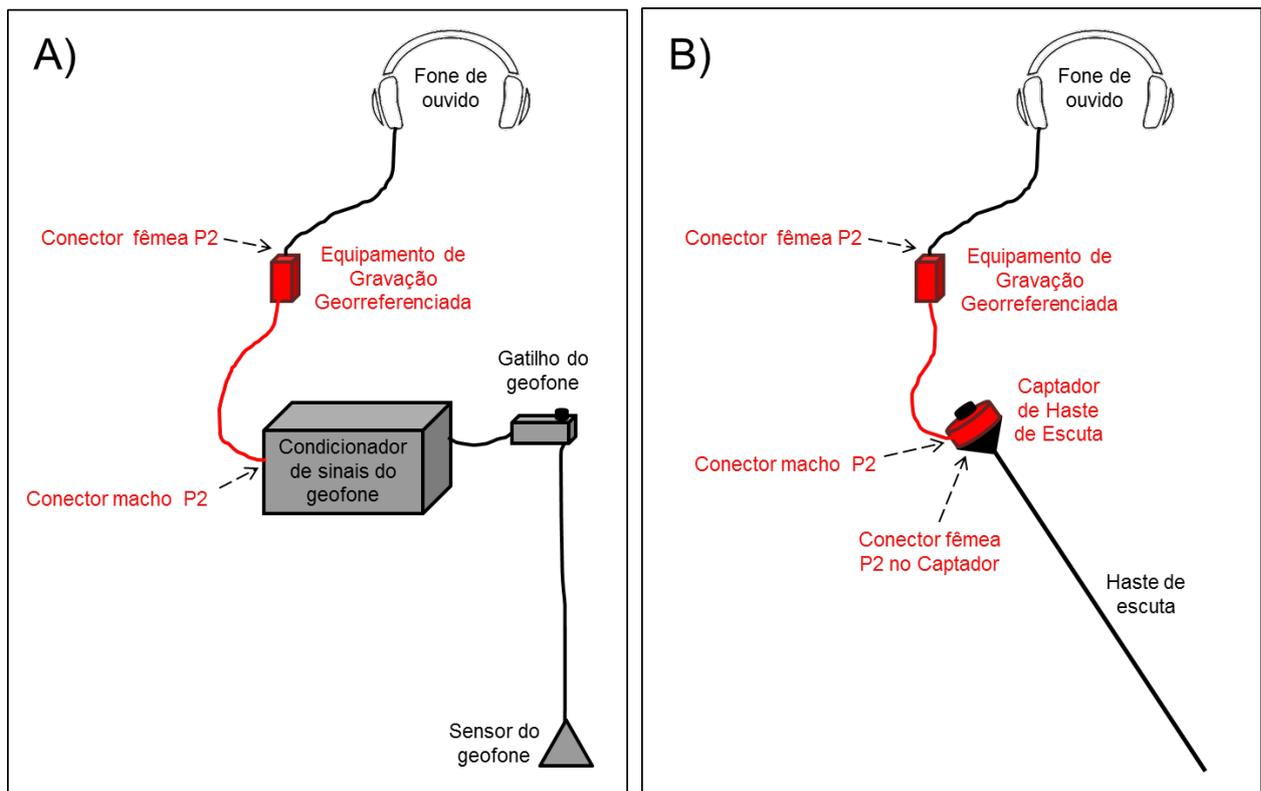


Figura 14. Esquema ilustrativo de inserção do equipamento SGSV (partes destacadas em vermelho) no contexto de operação de: A) um geofone; e B) uma haste de escuta.

O que merece ser destacado nesta etapa após a realização do projeto de pesquisa foi a formação de uma massa crítica interna na Empresa que fizesse uma ponte entre os novos conceitos apresentados pela Universidade e a Operação, ou ainda, ao “chão de fábrica”. A construção de conhecimento na Empresa enfrentou poucas barreiras internas devido ao fato de ser totalmente novo e, portanto, livre de julgamentos precipitados. Outra vantagem foi de que estes conhecimentos não seriam tão áridos do ponto de vista acadêmico que não pudessem ser absorvidos na comunidade técnica interna da Empresa.

O Vale da Morte

Estabelecida a concepção do Sistema de Gravação de Sinais georreferenciados, partiu-se para a montagem de um Termo de Referência para contratação e nesta trajetória foram consultados ICTs, Start-Ups, Empresas e Pesquisadores Acadêmicos. Do ponto de vista dos negócios, estes atores questionavam o tamanho deste mercado na SABESP. Na Região Metropolitana de São Paulo, estima-se que o número de geofones eletrônicos utilizados entre Mão de Obra Própria e Mão de Obra Terceirizada seja em torno de 250 unidades. Pela perspectiva dos Negócios, muitos dos empreendedores consultados consideraram este mercado pequeno para assumirem o risco de desenvolvimento de uma nova plataforma de gravação de sinais por conta própria. Assim, na prática, não se conseguiu nenhum empreendedor para investir nesta tecnologia.

Por outro lado, algumas empresas se mostraram interessadas no desenvolvimento de um novo produto, desde que devidamente remunerados. Em consulta interna na Sabesp, mais especificamente nas áreas do Departamento de Licitações de Serviços – CSS e Departamento de Valoração para Empreendimentos – TEV, buscou-se orientações para a Montagem de um Pacote de contratação de prestação de desenvolvimento de um dispositivo.

Do ponto de vista técnico, entendeu-se que o Projeto de Pesquisa apresentado gerou o que denominamos de **Protótipo Conceitual**, onde foram testados e avaliados conceitos. No prosseguimento da fase após o Projeto de Pesquisa, entendeu-se que os próximos passos deveriam se preocupar com a facilidade da operação do dispositivo em si, bem como na questão de facilidade de fabricação do dispositivo. Desta forma, estabeleceu-se como metas a confecção de um **Protótipo Funcional** e a fabricação de um **Lote Pioneiro**.

Já do ponto de vista administrativo, encontraram-se algumas barreiras na montagem de um edital convencional. Em termos técnicos, o que ficou claro, foi a determinação dos requisitos técnicos de desempenho do dispositivo a ser desenvolvido, ou seja, a fase final de um produto acabado. Diferente de outros tipos de serviço, a SABESP possui profissionais que sabem estabelecer os requisitos técnicos de desempenho de um determinado dispositivo. No entanto, na SABESP não há profissionais capacitados para a análise e aprovação de projetos de dispositivos eletrônicos relacionados a acústica, bem como no quesito de “design” de produtos em relação a facilidade de fabricação industrial, bem como de ergonomia.

E diferente de um produto acabado, a SABESP deveria remunerar o trabalho intelectual de projeto, antes mesmo da fase de testes e aprovação do Protótipo Funcional. Como esta barreira torna difícil a SABESP aprovação, sugeriu-se juntar numa mesma entrega a ser remunerada conjuntamente o trabalho de projeto, bem como a entrega do Protótipo Funcional. No entanto, houve a orientação da CSS que a atividade intelectual de projeto deveria ser objeto de remuneração. Em função desta premissa, entendeu-se esta condição como uma barreira de difícil resolução pelo fato da SABESP não ter profissionais devidamente capacitados para a avaliação de projeto de dispositivos eletrônicos relacionados a acústica, bem como de profissionais capacitados em “design” tanto para ergonomia funcional como para processo de fabricação.

Já para a montagem de um preço de referência, a sugestão da TEV foi de levantar junto ao mercado potenciais fornecedores para esta prestação de serviço. Durante o contato com estes potenciais prestadores de serviço, muitas vezes Start-Ups, notou-se uma variedade muito grande do tipo de profissional. Não se encontrou uma categoria única de profissional que pudesse englobar as capacitações solicitadas para coordenação técnica deste trabalho. Outra dificuldade foi referente ao estabelecimento do número de horas necessárias para o desenvolvimento de cada etapa do projeto. Notou-se um dimensionamento bem diferente na carga horária e respectivo preço final. Uma hipótese para esta disparidade pode ser a própria experiência pessoal do quadro de funcionários destas empresas em projetos com algum grau de similaridade. Ou seja, diferente de um projeto de saneamento, onde as ordens de grandeza já são conhecidas para o estabelecimento do preço, neste projeto de desenvolvimento de dispositivo eletrônico há muitas lacunas a serem preenchidas.

Entendeu-se então que a criação de um dispositivo de gravação de sinais com GPS é algo de utilização inicial restrita, ou ainda, de nicho. Não houve interessados no mercado de fabricantes em desenvolver. Também se notou a dificuldade de se avaliar um projeto de um produto eletrônico.

Estas dificuldades permitiram formular a hipótese de que, em certos casos, o desenvolvimento de uma inovação tecnológica de produto representa um objeto um tanto que indefinido, ao contrário do que ocorre na aquisição de produto de prateleira, onde podem ser estabelecidos os requisitos técnicos de desempenho e de materiais de fabricação. Mas em situações, onde não existe este produto de prateleira, necessita-se desenvolver este produto ou ainda, fazer com que alguém se interesse em desenvolver este produto. Quando há uma demanda explícita do mercado é mais fácil convencer um fornecedor a fazer um investimento próprio e algum interessado com expertise pode desenvolver algo conforme recomendações genéricas. Uma companhia de saneamento pode fazer especificações de certos equipamentos, mas não domina como fabricar ou projetar estes dispositivos, como por exemplo, uma bomba de estação elevatória de esgotos.

Entende-se que este prosseguimento de um desenvolvimento de produto a partir de um projeto de pesquisa não seria possível de ser explorado numa continuidade com outro projeto do âmbito FAPESP, pois já se superou a fase de novo conhecimento obtida a partir do protótipo conceitual. O que falta no momento é combinação de conhecimentos já existentes no desenvolvimento de um novo produto, envolvendo áreas de eletrônica, computação e design de produto.

De modo a expandir esta consulta foi utilizada a plataforma Itec, que é uma iniciativa da Secretaria de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação – SETEC, do Ministério da Ciência Tecnologia e Inovação - MCTI, que visa ao desenvolvimento da inovação aberta com transferência de tecnologia entre as instituições de pesquisa e os setores empresariais, com a geração de novos negócios (www.plataformaitec.com.br).

Uma das instituições que nos chamou a atenção foi o SENAI, que além das atividades de educação profissional de âmbito nacional, também realiza atividades de consultoria com o desenvolvimento de pesquisa aplicada e serviços técnicos e tecnológicos.

Este contato com o SENAI, realizado com a Supervisão de Inovação, direcionou visitas técnicas para diferentes institutos localizados em São Paulo.

Para discutir a questão da montagem do dispositivo eletrônico de gravação a montagem de um protótipo realizou-se uma visita a Unidade SENAI/Mariano Ferraz da Vila Leopoldina de modo a discutir os requisitos funcionais. Já para entender a questão de design, visitou-se a Unidade SENAI/Ary Torres de Santo Amaro. E em termos de software para armazenamento e amarração com sinais GPS foi consultado o SENAI Santa Cecília de Informática.

Nestas reuniões com o SENAI houve a percepção da existência de um capital intelectual elevado em diferentes institutos em campos muito específicos do conhecimento. Nas Unidades visitadas também se notou a existência de laboratórios altamente capacitados para a realização de testes, bem como a existência de Impressoras 3D para prototipação.

Entendeu-se que este dispositivo a ser desenvolvido atende de forma inicial um nicho específico, que como discutido anteriormente, não atrairia investidores do mercado. Por possuir esta natureza, entendeu-se que o SENAI, após o desenvolvimento bem-sucedido de um protótipo funcional e um lote pioneiro, poderia ser o próprio fornecedor deste dispositivo. Como o interesse do SENAI não é competir com a própria indústria que o sustenta, este fornecimento posterior poderia se estender até o momento em que este mercado se nicho aumente de escala até despertar o interesse econômico de um fornecedor ou start-up. Neste momento, pode-se prosseguir no licenciamento e desenvolvimento do fornecedor deste dispositivo.

No caso da SABESP, para os projetos de Pesquisa que geram patentes de dispositivos, o interesse é a utilização destes dispositivos nos processos internos e não a comercialização destes dispositivos. Ou seja, o interesse da SABESP é o desenvolvimento de um fornecedor que possa fabricar e oferecer ao mercado um dispositivo inovador.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um dos grandes desafios na gestão de projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação é a transposição do chamado Vale da Morte, que a transformação de projetos de pesquisa básica e aplicada em produtos inovadores no mercado.

É sabido que este tipo de situação é bem comum no Brasil e em contraposição cita-se a Coréia do Sul como país modelo na transformação de pesquisa em produtos inovadores. No entanto, conforme a EARTO (2014) este desafio também é enfrentado pelos países da Comunidade Europeia, onde há uma produção científica significativa e de alta qualidade.

No Brasil também há diversos esforços de se transpor o Vale da Morte, quer seja no setor público como no privado. O setor de saneamento possui certas características peculiares cujo conhecimento facilita a compreensão deste cenário e pode subsidiar na remoção de barreiras para enfrentar o Vale da Morte. Uma destas características é ser dominado pelo fornecedor de tecnologia (*supplier dominated*). Nesta abordagem, o setor de saneamento é um tanto reativo e induzido pela oferta de tecnologias, onde as demandas tecnológicas são estabelecidas pelo fornecedor. Em parte, é o fornecedor que estabelece certas premissas e hipóteses sobre o setor de saneamento tem como demanda para a resolução de determinado problema.

Num projeto de pesquisa científica a premissa inicial parte de um problema. Entende-se que um dos objetivos de um projeto de pesquisa aplicada é a resolução de um determinado problema, percorrendo as etapas de resolução de prova de conceito e em alguns casos para a elaboração de um protótipo conceitual, cuja aplicação ocorre em ambiente controlado e/ou laboratorial.

A ferramenta de TRL permite situar uma pesquisa de acordo com sua maturidade tecnológica, bem como identificar como ator desta fase as instituições de pesquisa nas Universidades. Uma das estratégias utilizadas pelo setor de saneamento para o investimento em projetos de pesquisa básica e aplicada é ir direto à fonte de conhecimento para amadurecer, construir e propor projetos de inovação tecnológica com cunho mais radical e não ser um mero consumidor de tecnologias desenvolvidas pelos fornecedores. Neste tipo de postura, há uma atitude mais ativa por parte do setor de saneamento e há uma indução no desenvolvimento de novos produtos, bem como de fornecedor.

Neste tipo de postura o objetivo não é investir no desenvolvimento de um produto para a sua comercialização, como acontece com os fornecedores. A meta é criar dispositivos e produtos que impactem de forma positiva nos custos operacionais e de investimento, tornando-os mais eficazes. Não é objetivo principal da empresa de saneamento ser um fornecedor de tecnologia, mas sim desenvolver um fornecedor a partir de conhecimentos desenvolvidos na Academia e também com demandas levantadas no parque industrial/operacional.

Já em relação à propriedade intelectual, a atitude adotada atualmente na Sabesp é mais defensiva que seria de se precaver e não deixar que outro ator acabe se favorecendo economicamente em detrimento do próprio patrocinador de um projeto de pesquisa.

Na régua do TRL uma empresa de saneamento pode se situar nas extremidades. Ela pode subsidiar a elaboração de projetos de pesquisa básica e aplicada junto às Universidades e ICTs. Do ponto de vista mais operacional, a empresa de saneamento almeja consumir produtos inovadores desenvolvidos no mercado para otimizar seus processos operacionais, ou seja, há uma demanda na extremidade final da régua de TRL.

Aqueles que lidam com projetos de P, D & I devem entender estes diferentes cenários de expectativas e demandas. E para cada fase de um projeto, há certos atores que se especializam na realização de determinadas tarefas, não sendo prudente, portanto, criar falsas expectativas em torno de determinada fase do projeto com determinado ator.

Sendo mais explícito, em relação às Universidades e ICTs, a expectativa de resultados de um projeto de pesquisa seria novos conhecimentos e abordagens científicas com potencial de inovação tecnológica. Como produtos esperados podemos citar como exemplo o estabelecimento de uma prova de conceito e um protótipo conceitual.

Ao término de projeto de pesquisa básica e aplicada há uma fase de transição, onde devem ser discutidos os requisitos estabelecidos pelo protótipo conceitual. Em nosso estudo de caso, a equipe interna envolvida na condução do projeto de pesquisa construiu uma nova concepção de protótipo de forma a inserir outras demandas, de forma a incentivar o uso do dispositivo a ser desenvolvido.

Esta etapa de transição foi o que entendemos ser o Vale da Morte. Procurou-se outros atores do mercado que pudessem investir no desenvolvimento de um produto. Pelo fato de ser caracterizado como um produto de nicho, teve-se a percepção de que não haveria interesse no mercado que quisesse investir. A abordagem adotada pela empresa de saneamento foi de investir num projeto de desenvolvimento de um protótipo funcional e de um lote pioneiro junto a um fornecedor especializado. Para uma empresa de saneamento é possível estabelecer certos requisitos funcionais na especificação técnica de um dispositivo. No entanto para uma empresa de saneamento não é trivial a análise de projetos de dispositivos eletrônicos, bem como de design e ergonomia. Pelo fato da empresa de saneamento ser pública, foi feita devida justificativa de contratação de uma entidade de reconhecida capacitação técnica. Para a empresa de saneamento o interesse é desenvolver um produto que possa ser manufaturado e consumido posteriormente pela própria empresa de saneamento.

Este produto, além de atender aos requisitos estabelecidos pela empresa de saneamento patrocinadora do projeto de pesquisa, deve atender aos requisitos de manufatura deste dispositivo, cujo ator ainda não foi mapeado. Após o término desta contratação, entende-se que será possível criar condições para o desenvolvimento de um fornecedor, através da elaboração de um protótipo funcional e de um lote pioneiro.

Mas mesmo após a finalização da etapa desta encomenda tecnológica, não haverá propriamente um produto finalizado, tratando-se de uma etapa ainda intermediária. Após a fabricação do lote pioneiro, deve haver uma boa utilização destes dispositivos para a criação de um banco de sinais acústicos referenciados a vazamentos. Esta etapa envolve um comprometimento da base operacional da empresa de saneamento de forma a alimentar este banco. Somente a partir de uma base significativa de dados é que será possível fazer as análises de padrões, cujo universo é amplo e possui diferentes contextos, como em nosso caso, diferentes tipos de materiais de tubulações, diferentes profundidades, diferentes tipos de solo, etc.

Por fim, entendemos que uma Inovação Tecnológica é um tanto mais radical quando tem seus fundamentos obtidos nos projetos de pesquisa básica e aplicada. Esta condição não é suficiente para se tornar uma Inovação Tecnológica, pois há uma fase que envolve uma abordagem de Engenharia que interliga o conhecimento científico com as demandas operacionais, do chamado “chão de fábrica”. E nesta trajetória há diferentes atores com diferentes especialidades que devem participar para construção de um projeto inovador.

De forma a sintetizar este aprendizado decorrente do caminhar desta trajetória tecnológica, elaborou-se a Figura 15.

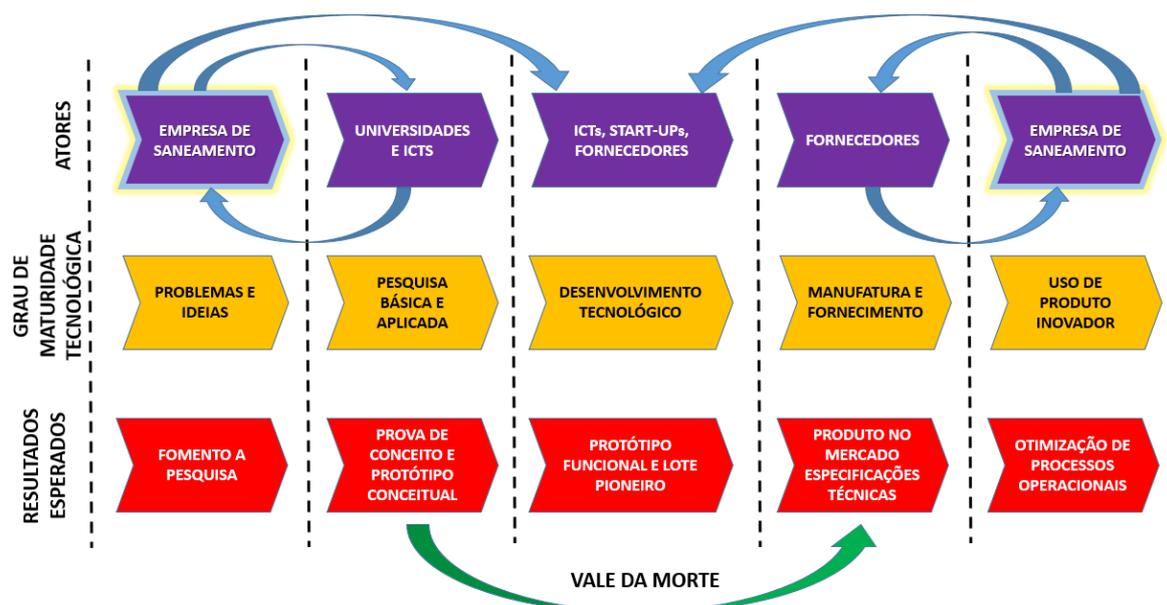


Figura 15: Fluxograma de Evolução Tecnológica no Saneamento

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ARNESEN, A. S.; ROCHA, C.M.; MIKI, M. K.; Avaliação técnica de geofones eletrônicos através de análises de sinais gravados. Anais do 26º Encontro Técnico da AESABESP, 2015.
2. ARNESEN, A. S.; PADOVESE, L.; MIKI, M. K.; CARVALHO, M. A. S. Sistema digital de pesquisa de vazamentos de água: desenvolvimento de plataforma, gravações e análises de sinais. Revista DAE, Edição nº 201, DOI 10.432/dae.2015.003, 2016.
3. CATARINO, L, C. Abordagem dos modelos TRL, MRL e CMMI-DEV aplicada ao desenvolvimento de pequenos e médios fornecedores da cadeia produtiva nacional. Dissertação de Mestrado apresentada ao INPE, 2014.
4. EARTO – European Association of Research and Technology Organisations, The TRL Scale as a Research & Innovation Policy Tool, EARTO Recommendations. 2014. Link de internet acessado em 09/05/2017 em http://www.earto.eu/fileadmin/content/03_Publications/The_TRL_Scale_as_a_R_I_Policy_Tool_-_EARTO_Recommendations_-_Final.pdf.
5. GEOPI/UNICAMP. Radiografia da inovação – Concepção, desenvolvimento e implantação de modelo de gestão em tecnologia e inovação na Sabesp, Produto 1, contrato nº 59.490/07, out 2008.
6. OECD, Frascati Manual, Proposed Standard practice for surveys on research and experimental development, 2002.
7. OECD. Manual de Oslo, Diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação, 3ª Edição, FINEP, 2006.
8. POPPER, K. R. O mito do contexto. Em defesa da ciência e da racionalidade, Edições 70, Lisboa, 1996.