

**PROPOSTA DE SIMULAÇÃO DE MELHORIAS
NOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO BÁSICO
POR MEIO DE PESQUISA-AÇÃO: NA ÁREA DE
FORNECIMENTO DE ÁGUA NA REGIÃO
METROPOLITANA DE SÃO PAULO**

**Abner Silva Xavier
Alan Takashi Tutumi
Alessandro Andrade Marques
Leandro Sousa de Freitas
Luciana Regina de Oliveira
Tadeu Osano de Oliveira**



Orientador: Abner Silva Xavier

iD 0000-0002-3022-6997



Autores:



Alan Takashi Tutumi

iD 0000-0003-2986-1376



Alessandro Andrade Marques

iD 0000-0003-4034-2366



Leandro Sousa de Freitas

iD 0000-0001-8791-8954



Luciana Regina de Oliveira

iD 0000-0003-1740-4936



Tadeu Osano de Oliveira

iD 0000-0003-2133-984X



Ficha Catalográfica

TUTUMI, Alan Takashi; MARQUES, Alessandro Andrade; FREITAS, Leandro Sousa; OLIVEIRA, Luciana Regina; OLIVEIRA, Tadeu Osano. **Proposta de Simulação de Melhorias nos Serviços de Saneamento Básico por Meio de Pesquisa-Ação: Na Área de Fornecimento de Água na Região Metropolitana de São Paulo. Relatório Técnico-Científico (Engenharia de Produção) - Universidade Virtual do Estado de São Paulo. Orientador: Abner Silva Xavier. Polo Guarulhos, 2022.**

UNIVERSIDADE VIRTUAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

Orientação

Abner Silva Xavier

Autores / Edição / Produção

Alan Takashi Tutumi

Alessandro Andrade Marques

Leandro Sousa de Freitas

Luciana Regina de Oliveira

Tadeu Osano de Oliveira

Área de Concentração: Engenharias

Curso: Engenharia de Produção

Produto Educacional: Proposta Empresarial

Guarulhos – São Paulo

2022

APRESENTAÇÃO

A presente proposta se deu com base na análise dos dias atuais, onde a segurança hídrica pode ser considerada como assunto a ser tratado de forma prioritária.

Com base nesta necessidade os autores através do Projeto Integrador VI, disciplina do curso de Engenharia de Produção da Universidade Virtual do Estado de São Paulo (UNIVESP) formularam a proposta para avaliar a escassez de água, como resultado analisam alguns fatores específicos: alterações climáticas em função da degradação do meio ambiente, desperdício na rede de fornecimento em função das condições atuais das instalações, e desperdício devido à má utilização por parte da população.

Tal cenário foi evidenciado através de uma pesquisa junto a alguns profissionais de setores distintos da empresa Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp), seus resultados utilizados para o entendimento do problema de uma forma mais localizada e focada na empresa. Os autores fizeram uso dos dados e com o auxílio de ferramentas como *Brainstorming* aliado ao *Design Thinking*, foi possível definir uma linha de trabalho como a adoção do processo de análise e gestão dos riscos do negócio e como consequência propor possíveis implantações de melhorias aliadas a propostas factíveis e menor impacto na estrutura da empresa, como a adoção de técnicas aliadas a inteligência artificial, realização de obras para o aumento na capacidade dos reservatórios, melhorias na rede de distribuição e não menos importante, a realização de programas de conscientização quanto a utilização responsável da água por parte da população, as propostas em suma são de conhecimento da empresa devido a sua expertise, pois não faz parte do escopo deste estudo promover mudanças na estrutura técnico/gerencial da empresa.

Caro leitor, o presente trabalho traz um apanhado de informações pertinentes a área de saneamento básico em conjunto com os conceitos de engenharia de produção, com enfoques direcionados para melhorias por meio de aplicação de ferramentas apresentadas no curso de Engenharia de Produção da UNIVESP.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Diagrama 1 - Etapas elementares para a gestão de riscos	13
Diagrama 2 - Design Thinking	16
Diagrama 3 - As múltiplas interfaces da gestão de recursos hídricos.....	19
Diagrama 4 - Obras para a ampliação de reserva de água	20
Mapa 1 - Cenário de Segurança Hídrica, para o ano de 2035	21
Mapa 2 - Obras realizadas pela Sabesp.	23
Foto 1 - Obras para a ampliação de reserva de água	24
Diagrama 5 - Cronograma de aplicação de tecnologias na Gestão dos recursos hídricos	26

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Porcentagem de respostas por departamento	16
Gráfico 2 - Porcentagem de problemas apontados	17

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
2 DESENVOLVIMENTO	8
2.1 Objetivos	8
2.1.1 Objetivo geral.....	8
2.1.2 Objetivo específico.....	9
2.2 Justificativa e delimitação do problema	9
2.2.1 Aspectos relevantes	9
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	11
3.1 Crise hídrica	11
3.2 Análise e gestão de riscos	12
4 METODOLOGIA	15
5 RESULTADOS	19
5.1 Solução inicial	19
5.2 Solução Final	22
6 CONSIDERAÇÕES	25
REFERÊNCIAS	27
ANEXO A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) ...	29

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho tem como premissa atender as demandas internas das organizações e do público consumidor, observando as necessidades específicas por meio de indagações pertinentes na área de atuação, que se mostraram como o ponto de partida para a definição da problemática, neste caso em específico, as demandas relacionadas ao saneamento básico envolvendo a Sabesp.

A pesquisa foi direcionada para a empresa Sabesp na área de saneamento básico. O tema segurança hídrica, por conta da escassez de chuvas em decorrência das mudanças climáticas, tem grande impacto no público geral. Notou-se, inicialmente, por meio da pesquisa realizada em algumas áreas da empresa, que o tema também é penoso para a própria instituição, de acordo com a percepção do corpo técnico em áreas distintas, mostrou-se com isso que o tema é relevante para a empresa, tendo em vista o atendimento dos seus consumidores de forma adequada em um cenário adverso.

O momento no qual vem se apresentando cenários de mudanças climáticas, com fenômenos naturais extremos cada vez mais frequentes, e aliado à necessidade de atendimento da população com programas eficientes em saneamento básico, que possam trazer melhorias à qualidade de vida e, conseqüentemente, à preservação do meio ambiente, o resultado do relatório se mostrou uma das motivações naturais ao tema.

A proposta deste trabalho é verificar o que foi e o que está em implementação, tendo em vista a *expertise* técnica da Sabesp e ao mesmo tempo, trazer uma visão externa com os conhecimentos adquiridos no curso de Engenharia de Produção, uma possível implantação de melhorias, sendo que estas, tenham o compromisso de não ser de grande impacto, para não dificultar a sua aceitação perante a empresa, ressaltando que a empresa não tem compromisso em aceitar as soluções propostas, uma vez que o compromisso deste estudo é verificar e apontar de forma acadêmica possíveis melhorias, e não entrar no âmbito técnico ou gerencial da empresa promovendo mudanças em sua estrutura.

2 DESENVOLVIMENTO

As questões climáticas e a urgência nas medidas de mitigação dos efeitos adversos e suas consequências, gerou a necessidade de uma observação focada na empresa, porém em consonância com questões externas que não possibilitam o controle interno da instituição, sendo algumas advindas de causas naturais.

A pesquisa inicial mostrou que as áreas que responderam ao questionário eletrônico possuíam ciência e conhecimento do tema. A sensibilidade que envolve a empresa e suas áreas de atuação diante destes cenários exige uma permanente observação de fatores que afetam os produtos e serviços.

2.1 Objetivos

Foi necessário, antes de tudo, definir questões pertinentes ao tema que facilitassem o levantamento dos dados para a descoberta de fatores que direcionassem à problemática do tema suleador do relatório, para posterior adoção da metodologia de trabalho, e por fim, apresentação das propostas de melhoria.

2.1.1 Objetivo geral

O presente trabalho tem como objetivo geral prover soluções para melhorias no processo de distribuição de água e proteção dos mananciais, a fim de garantir a segurança hídrica da região metropolitana de São Paulo.

Para essa identificação de melhorias, se fez necessário conhecer e identificar os componentes que faz com que essa segurança hídrica seja atingida, passando pela gestão dos recursos hídricos, fomentação da educação ambiental, observação da estrutura da empresa, seu corpo técnico, suas políticas internas e fatores externos.

O ato de explicar de forma clara e objetiva os prós e contras destas mudanças se mostra a ferramenta mais adequada para implantação de futuras soluções, sejam estas de cunho estrutural, pessoal ou institucional.

2.1.2 Objetivo específico

O objetivo específico deste trabalho, é avaliar o resultado da pesquisa-ação os principais ofensores referentes a escassez hídrica. Através da análise e gestão dos riscos, identificar os principais itens pertinentes ao problema, por fim propor possíveis melhorias no campo técnico/gerencial e populacional.

2.2 Justificativa e delimitação do problema

Através de *brainstorming* entre os integrantes do grupo, efetuou-se a análise do cenário atual, elaboração e realização da pesquisa para a identificação dos principais problemas e dificuldades junto à empresa pesquisada.

A pesquisa buscou respostas para a questão: É possível propor melhorias de processos realizando interações em produtos e serviços?

Este questionamento fez com que o direcionamento do trabalho tivesse um pensamento crítico sobre: O que e como poderia ser feito esse tipo de melhoria?

Uma vez que em um ambiente de *expertise* técnica, uma solução advinda poderia gerar restrições ou mesmo contestações.

Desta forma seria necessária uma estratégia focada com o mínimo de intervenção e buscar pontos focais ainda não explorados pela empresa e seus setores, fundamentar a proposta de melhoria como sugestão, o que de certa forma demonstra apenas um apontamento deixando a empresa ciente dos seus pontos positivos e negativos, mostrando os possíveis ganhos com sua implantação, com isso pode se ter mais flexibilidade por parte de todos quanto a sua aceitação e implementação, adequando a proposta ao cenário real.

Após a abordagem preliminar e parecer positivo por parte da Sabesp, verificou-se a necessidade de melhoria em processos na área técnica, operacional e gestão.

2.2.1 Aspectos relevantes

As crises hídricas seguem constantes nos últimos anos, sendo que a mais crítica aconteceu entre os anos de 2014 e 2015, e alguns temas que impactam neste fenômeno estão ligados aos seguintes aspectos:

- a) aspectos sociais estão ligados a falta de planejamento habitacional, a alta concentração demográfica que afeta tanto o consumo, como o tratamento da água, pois o processo de urbanização contribui para a dificuldade de absorção da água pelo solo, substituindo áreas com cobertura vegetal por áreas impermeabilizadas causando transtornos devido ao rápido escoamento da água, gerando ilhas de calor, problemas respiratórios pela baixa umidade relativa do ar, assim como inundações, pela dificuldade de absorção da água pelo solo;
- b) aspectos climáticos estão ligados à falta de chuva, principalmente sobre os mananciais que provocam o desabastecimento, forçando racionamento de água, além do encarecimento da energia elétrica. Segundo o Engenheiro Jerson Kelman, ph.D. em hidrologia e presidente da Sabesp entre 2015 e 2018, mesmo observado em um período de 100 anos de dados estatísticos, está cada dia mais difícil a tomada de decisões de maneira confiável. Ele aponta as mudanças climáticas e também as mudanças do uso do solo, como o aumento da irrigação e também a transformação de florestas em pasto como as principais responsáveis por esta dificuldade. Já segundo Tercio Ambrizzi, cientista e professor do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo (IAG-USP), a alteração na média de temperatura global, tem como principal motivo o aumento da emissão e concentração de CO². Estudos desde 1896, realizados pelo Sueco Svante Arrhenius, constataam a relação direta entre a maior concentração de CO² na atmosfera e o calor. Em São Paulo, por exemplo, a temperatura média cresceu 3°C nos últimos 100 anos. Essas alterações influenciam diretamente em eventos climáticos extremos como incêndios, inundações, secas e tempestades.
- c) aspectos econômicos estão ligados a alta na inflação em relação aos anos anteriores devido a insegurança no mercado financeiro, ocasionando aumento na taxa de energia elétrica, combustíveis, redução na oferta de alimentos, prejudicando o comércio e afetando a renda e orçamento da população. No quesito energia elétrica, a baixa produção por parte das hidrelétricas, obrigam a adoção de alternativas como a produção de energia através de termelétricas e importação de energia de países vizinhos, encarecendo a taxa. Para o agronegócio, e escassez de água diminui a produtividade, além do transporte fluvial ser prejudicado, tendo como consequência o repasse dos custos ao consumidor final.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A busca por referências relacionadas a área do tema relacionado a crise hídrica e melhoria de processos resulta em um alinhamento de diversos trabalhos.

3.1 Crise hídrica

A água é um dos bens essenciais para existência humana e o direito ao acesso a ela, a uma definição de uma quantidade mínima per capita é um tema sensível em discussão por entidades, pesquisadores e organizações (MATOS, 2007). Uma vez que existe por parte destas lideranças um histórico de discussões para a necessidade de ser declarado como um bem universal e de relevante importância para o equilíbrio e desenvolvimento das sociedades.

Conforme Ferreira Filho (2020), o cenário de mudanças climáticas e os desafios inerentes ao saneamento básico tem uma relevância importante no contexto urbano, dados apresentados mostram que quase metade da população brasileira, em torno de 48,85%, carece de saneamento básico, isso somado ao cenário de escassez hídrica mostra o tamanho do desafio, onde a oferta de água se torna escassa e a demanda por água tratada é crescente.

A crise hídrica em um país que possui uma das maiores bacias hidrográficas do mundo é definida por Rebouças (2003):

Em um dos países mais ricos em água doce do planeta, as cidades enfrentam crises de abastecimento, das quais não escapam nem mesmo as localizadas na região norte, onde estão perto de 80% das descargas de água dos rios do Brasil (REBOUÇAS, 2003, p. 342).

É importante destacar também os altos índices de desperdícios na rede, desperdícios por parte dos usuários, degradação da qualidade da água distribuída, a falta de atenção e investimentos por parte das autoridades públicas.

O ônus para o descaso na falta de infraestrutura em saneamento é o aumento nos gastos públicos na área da saúde.

No quesito desperdício, pode-se destacar a área operacional da Sabesp, o qual foi verificado que nos últimos anos tem adotado a política de terceirização de serviços para a realização de reparos nas redes de água e esgoto. Por se tratar de serviço essencial, a rotatividade de mão de obra devido a terceirização de serviços torna-se um ato preocupante, contrariando a expectativa de excelência em se tratando de uma empresa pública.

A preocupação com a terceirização de serviços é pertinente, pois ao lançar mão de efetivo terceirizado para executar tarefas e funções próprias dos seus empregados diretos, a política administrativa adotada pela Sabesp elimina a possibilidade de se desenvolver e manter a “cultura” da companhia. Com funcionários que vêm e vão com frequência e facilidade, desmotivados por se saberem descartáveis, pouco ou nada se agrega do conhecimento gerado por esses. Da mesma forma que o quadro geral de pessoal, que foi parcialmente substituído nos últimos dez anos por aproximadamente 2.500 novos terceirizados, a área de engenharia sofreu, na mesma proporção, redução significativa do número dos seus profissionais. Nesse caso, por se tratar de trabalhadores que exercem atividades fim, a conduta deixará a Sabesp sem condições de atender adequadamente as necessidades da população, agravando a situação do saneamento no Estado de São Paulo (informação verbal)¹.

O desperdício de água por parte dos usuários deve ser encarado como prioridade social, de forma que a população se conscientize e mude os hábitos no intuito de utilizar a água sem desperdício, de forma racional para que nunca falte. Este conceito pode ser encarado como solução para evitar a escassez dos recursos hídricos (TSUTIYA, 2014).

De acordo com o Ministério das Cidades, na atual situação em que as grandes metrópoles do país atravessam uma grande crise de abastecimento de água, a má utilização por parte dos consumidores, vazamentos na rede pública e demais fatores agravam cada vez mais o problema.

3.2 Análise e gestão de riscos

Para Thiry-Cherques (2002), riscos podem ser definidos como ocorrências negativas passíveis de incidirem sobre os mesmos em situações cotidianas em diferentes áreas.

Apesar da definição de risco como probabilidade insatisfatória, faz parte de todo o processo de uma empresa assumir riscos durante sua trajetória.

Damodaran (2009) defende que as recompensas são resultados dos riscos assumidos. Os avanços da civilização foram consequências dos riscos assumidos por alguém que se dispôs a correr. O autor apresenta uma visão ampla referente ao risco de diversas naturezas:

O risco é parte de qualquer empreitada humana. Desde o instante em que despertamos pela manhã, que entramos em nosso carro ou usamos o transporte

¹ Informação obtida por Tomás Abreu, engenheiro da Sabesp, em São Paulo, em setembro de 2021.

público para a escola ou trabalho, até voltarmos para a cama (e talvez mesmo depois), estamos expostos a riscos de diferentes intensidades (DAMODARAN, 2009, p. 21).

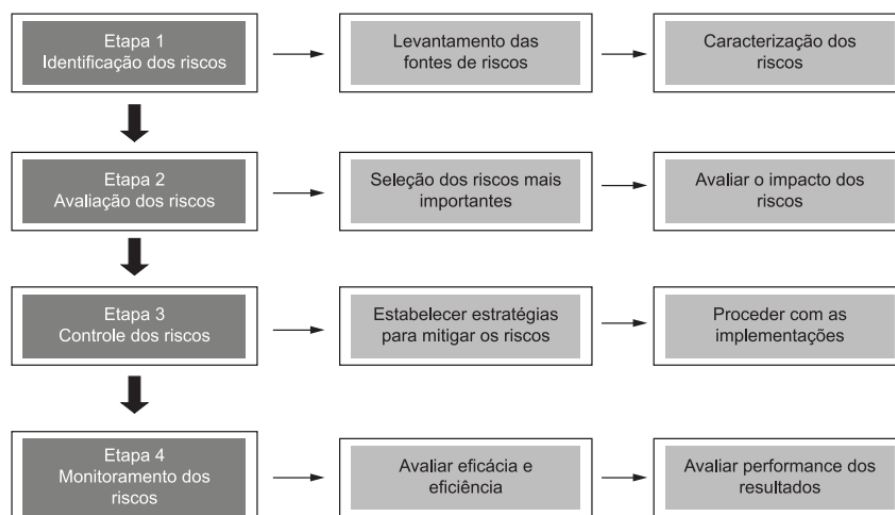
O risco também pode ser compreendido como uma chance de progresso e crescimento, pois entendendo o risco, as probabilidades de se tomar as melhores decisões aumentam.

Para Bergamini Junior (2005), para a obtenção de lucro e sucesso, as empresas precisam assumir e gerir todos os riscos, e sendo um processo recorrente, deve-se considerar uma estimativa de sua possível ocorrência e consequências.

De acordo com Zsidisin e Ritchie (2009), existem quatro etapas elementares (diagrama 1) em um modelo de gestão de riscos, sendo o primeiro: a identificação dos riscos, ao qual é realizado uma checagem das fontes de riscos, que tem como objetivo descobrir todos os riscos relevantes.

A segunda etapa consiste na avaliação dos riscos, o qual se seleciona os riscos mais importantes avaliando os impactos e suas consequências. A terceira etapa é denominada controle dos riscos, consiste em estabelecer propostas e estratégias de modo a mitigar esses riscos com ações efetivas e planos de contingência. A quarta etapa consiste no monitoramento dos riscos e avaliação do impacto da mitigação dos riscos, que destaca a eficácia da mitigação dos riscos de acordo com as propostas da etapa anterior e eficiência das ações propostas.

Diagrama 1 – Etapas elementares para a gestão de riscos



Fonte: Zsidisin e Ritchie, 2009.

De forma geral, pode-se categorizar os riscos de uma empresa da seguinte forma:

- a) interno a empresa: processos, operações e controle;
- b) externo a empresa e interno a cadeia de suprimentos: fornecimento e demanda;
- c) externo a cadeia de suprimentos: crises mundiais, catástrofes naturais e diferenças culturais.

Bogoni e Fernandes (2011) defendem que a gestão de riscos pode ser compreendida como o processo de gestão que desenvolve planos de ação voltados à redução dos riscos que representam ameaças as organizações. Portanto, a gestão de riscos é definida como o processo de tomada de decisão que mitiga as possíveis consequências de um fenômeno específico, como desenvolvimento econômico, variação de preços, riscos externos, acidentes, interrupção no fornecimento de matéria-prima, entre outros.

4 METODOLOGIA

A necessidade de definir o tema, fez com que as experiências de áreas já estudadas fossem levadas em consideração. Neste caso, a empresa Sabesp se mostrou mais aberta e retornou as respostas da pesquisa de forma que possibilitasse a identificação e levantamento de dados necessários para possíveis soluções de problemas.

Mostrou-se útil, também, identificar fatores relevantes ao momento atual, visto que o cenário de crise hídrica e escassez de recursos naturais é um tema de extrema necessidade na identificação de estratégias futuras visando atender a sociedade.

Após o recebimento das respostas do questionário das áreas pertinentes da empresa, foi necessário traçar a estratégia para definição do tema mais evidente e conseqüentemente o problema relacionado, com isso determinar quais seriam suas áreas de abrangência e caracterizar suas possíveis melhorias.

A somatória de informações fez com que a necessidade de analisar os dados tivesse um fator relevante, visto que as respostas do questionário foram amplas, houve a necessidade de verificar, avaliar e compreender os dados, assim ficou demonstrado a forma mais eficiente para definição do problema.

Esta análise prévia trouxe apontamentos que contribuíram para uma verificação das atuais estruturas da Sabesp, assim foi possível verificar as reais necessidades desta empresa e possíveis melhorias que poderiam ser implementadas na tentativa de minimizar os impactos de rejeição sobre as mudanças sugeridas.

O ponto inicial do trabalho foi a pesquisa e definição do questionário, estes enquadrados dentro dos termos definidos pela Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD) número 13.709/2018 (BRASIL, 2018), por se tratar de uso de dados da Sabesp e de seu corpo de funcionários. A participação estava condicionada a aceitação do “Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)” conforme Anexo A.

Com o questionário eletrônico definido e posteriormente enviado pelos integrantes do grupo para as empresas, conforme a área de atuação e particularidades que envolvem o âmbito profissional de atuação dos envolvidos, a empresa Sabesp se mostrou de forma mais receptiva e colaborativa no envio das respostas, demonstrado assim que o direcionamento foi naturalmente caminhado para sua escolha, uma vez que a determinação da problemática e sua possível adoção no trabalho viriam após o retorno das devidas respostas.

Desta forma, o tema de escassez hídrica relacionada ao saneamento básico direcionado para a Sabesp se mostrou mais viável para ser estudado, juntamente com o enfoque envolvendo saneamento básico e suas consequentes perdas no sistema como o problema mais informado na pesquisa.

Para abordagem do tema, foi utilizada a metodologia do *Design Thinking*, através de reuniões semanais de forma remota entre os integrantes para a empatia, definição do problema, compilação das ideias, análise dos dados, e posteriormente para a busca da solução, conforme ilustrado no Diagrama 2.

Diagrama 2 - Design Thinking

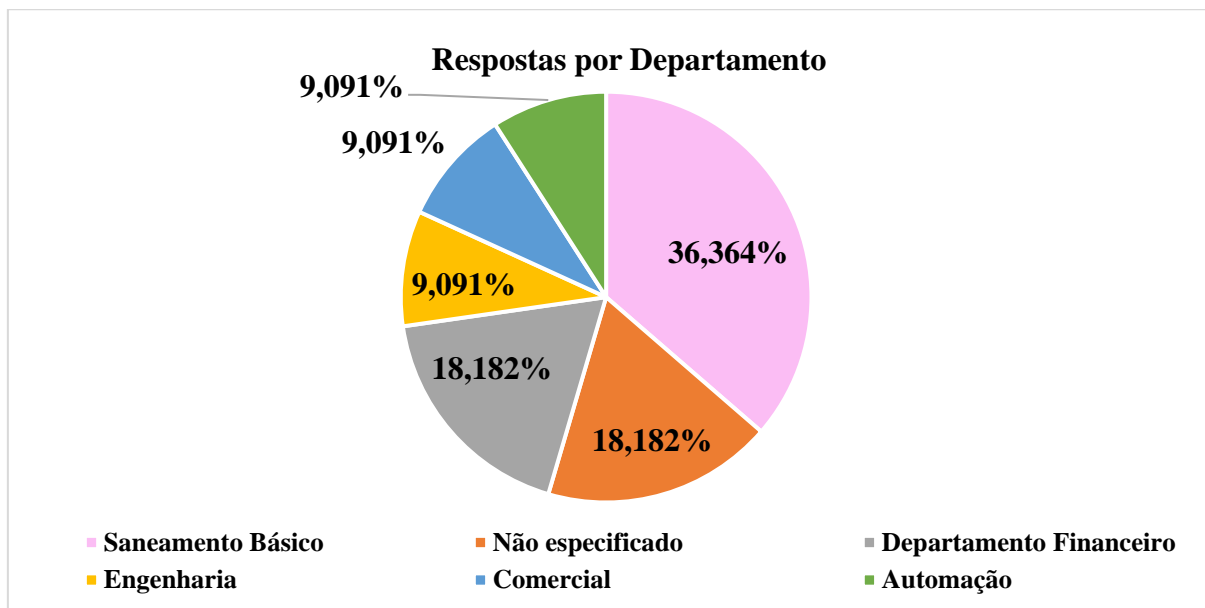


Fonte: Labcom, 2018.

O cenário de pesquisa dos dados foi a empresa Sabesp, a pesquisa foi aplicada através da plataforma Google Forms² selecionando colaboradores de diferentes setores, a fim de se obter uma amostra quantitativa (pelo número de pesquisados) e também qualitativa (colhidas informações de setores variados). No Gráfico 1 é possível visualizar o gráfico com o percentual de respostas por departamento da Sabesp.

² Disponível em: <https://forms.gle/qJURJkvi9mkJtStcA>

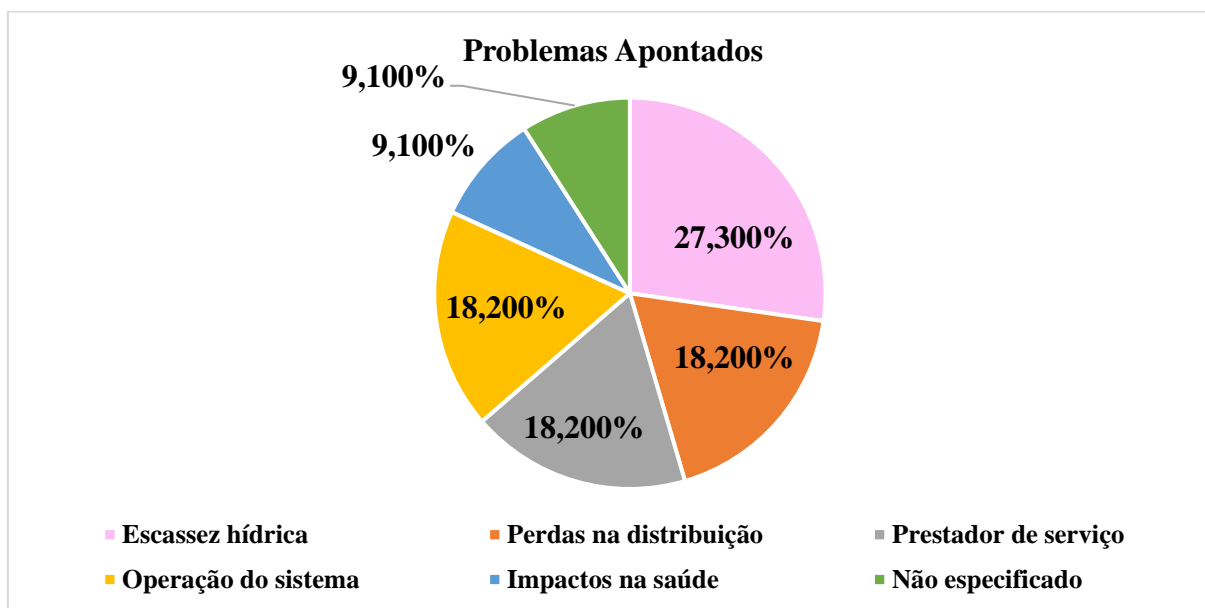
Gráfico 1 - Porcentagem de respostas por departamento



Fonte: Própria, 2021.

Após o resultado da pesquisa, cada integrante do grupo seguiu com a responsabilidade de trazer novas ideias e propor soluções. No Gráfico 2 é possível visualizar os problemas apontados no questionário e o percentual, considerada a amostragem de respostas enviadas pelos colaboradores da Sabesp.

Gráfico 2 - Porcentagem de problemas apontados



Fonte: Própria, 2021.

Em complemento a pesquisa junto à Sabesp, o relatório também contempla outras pesquisas junto a repositórios institucionais, como o *Google Scholar*, e também a estudos de autores como Rebouças (2003) e Ferreira Filho (2020).

O *Brainstorming* aliado ao *Design Thinking* fez-se extremamente necessário durante as reuniões. Com isso, utilizou-se de empatia na definição do tema a ser abordado. A particularidade do tema exigiu que fosse adotada pelos membros do grupo, uma busca de informações para possíveis melhorias para os problemas apontados.

Seguindo a metodologia *Design Thinking*, o grupo passou pelas etapas de definição e ideação, após a análise das sugestões e alinhamento das alternativas para a solução do problema, prosseguiu-se para as pesquisas e estudos para explorar a melhor maneira para a realização da etapa de prototipação.

5 RESULTADOS

Esta seção apresenta e discute os resultados do estudo, sendo composta na solução inicial apresentando os riscos e as propostas de melhorias, e solução final as quais contemplam as práticas em andamento.

5.1 Solução inicial

Na etapa de definição, do *Design Thinking*, corroborada pela ideação, entendeu-se que o fator climático, a falta de chuvas, é um risco para o negócio de abastecimento de água da empresa, pois com a redução de chuvas, diminui também o nível dos mananciais, limitando a quantidade de água bruta para tratamento e posterior abastecimento à população.

Os recursos hídricos disponíveis nas bacias hidrográficas que atendem a região metropolitana de São Paulo também são utilizados para outras atividades além do abastecimento de residências, comércios e indústrias. É sabido que algumas represas da região são utilizadas para recreação, irrigação em pequena escala, geração de energia e até mesmo turismo. A gestão do recurso hídrico precisa contemplar também essas diversas finalidades.

Para a proteção do recurso hídrico temos a Lei das Águas (Lei 9.433/1997), formulada pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Singreh), representado no diagrama 3. Essa lei torna-se de grande importância no cenário em que esse recurso (água) se apresenta cada vez mais escasso e com a preocupação de uma distribuição equitativa.

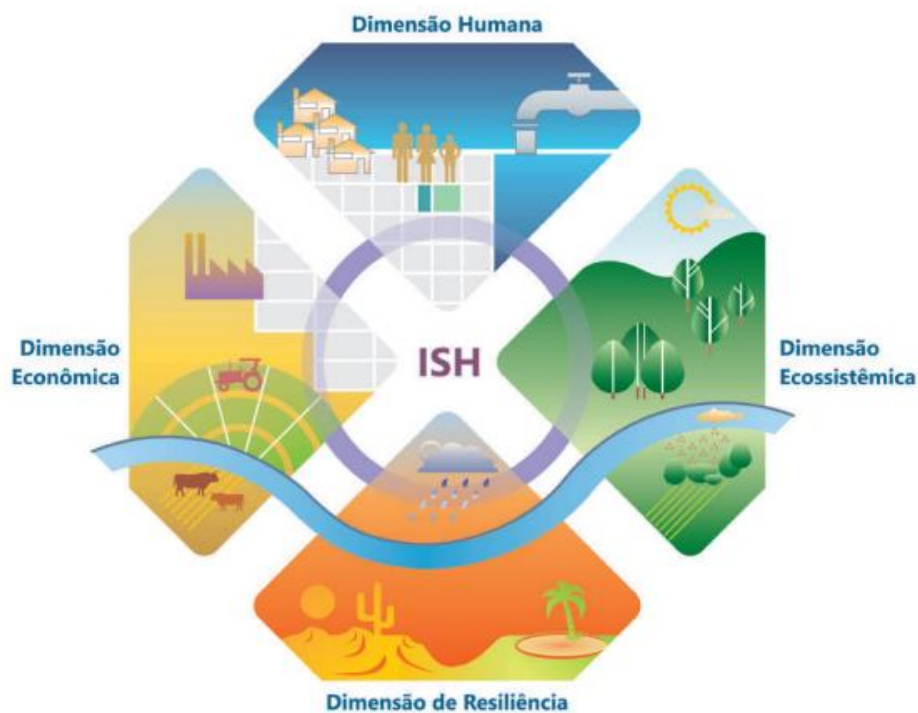
Diagrama 3 – As múltiplas interfaces da gestão de recursos hídricos



Fonte: Sabesp, 2021.

Em 2019 foi lançado pelo Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR) Plano Nacional de Segurança Hídrica (PNSH), elaborado em parceria com a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). O PNSH aborda a segurança hídrica em quatro dimensões (diagrama 4), que foram consideradas e combinadas para formar o Índice de Segurança Hídrica (ISH). As dimensões humanas e econômicas permitem quantificar os déficits de atendimento às demandas efetivas (abastecimento humano e setor produtivo) e riscos associados, enquanto as dimensões ecossistêmicas e de resiliência possibilitam identificar as áreas mais críticas e vulneráveis.

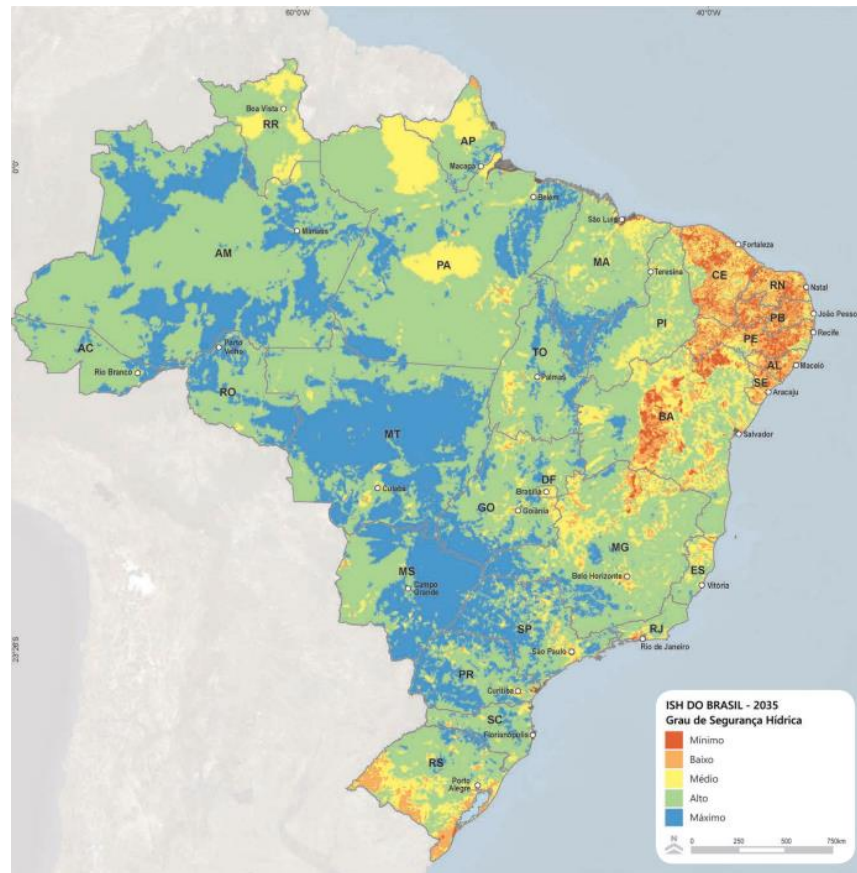
Diagrama 4 – Dimensões da Segurança Hídrica, conforme o PNSH



Fonte: PNSH, 2021.

Segundo o último boletim do Plano, emitido em julho/2021, sem implantação de novas medidas de gestão de recursos hídricos e considerando apenas a infraestrutura hídrica atualmente em operação, a expansão estimada das demandas setoriais de uso da água resultaria no cenário de segurança hídrica, no ano de 2035, apresentado no mapa 1.

Mapa 1 – Cenário de Segurança Hídrica, para o ano de 2035



Fonte: PNSH, 2021.

Com essa preocupação, entende-se que a escassez de chuvas é um importante risco para o negócio da empresa pesquisada e diante disso, a solução inicial encontrada é a análise e gestão dos riscos.

Diante disso, através do *brainstorming*, elencou-se os principais riscos para a segurança hídrica:

- redução das chuvas (alterações climáticas);
- perdas de água no sistema de abastecimento de água;
- contaminação/poluição hídrica.

Neste cenário, a busca para a solução ou mitigação desses riscos, se dará através das seguintes ações propostas:

- a) soluções técnicas de gestão com uso de inteligência artificial para o rápido conhecimento e análise de não conformidades no sistema, propiciando agilidade na tomada de decisões;
- b) ampliação da rede de abastecimento, possibilitando interligações com outros sistemas existentes;
- c) ações para reduzir o índice de perda de água no sistema, com uso de tecnologias para localização de vazamentos renovação (substituição) de redes mais antigas;
- d) aumento na capacidade de reserva do sistema, melhorando a disponibilidade da água;
- e) ações de melhoria na conscientização na população quanto a escassez da água e maneira para seu uso racional e responsável.

5.2 Solução Final

Apresentou-se o protótipo de solução (etapa do *Design Thinking*) para a empresa pesquisada, verificou-se que após o enfrentamento da última crise hídrica da região metropolitana de São Paulo, ocorrida no período de 2014/2015, algumas das soluções propostas desse projeto já foram colocadas em práticas ou estão em andamento.

- a) implantação de inteligências artificiais, com *dashboards* em *Power BI* com integração de vários sistemas, para o rápido conhecimento e análise de não conformidades no sistema, propiciando agilidade na tomada de decisões em andamento na Unidade de Negócio Leste e já disseminada para demais unidades;
- b) ampliação da rede de abastecimento, tornando o sistema de abastecimento de água integrado, novas possibilidades em andamento ou em estudo. No mapa 2, as obras realizadas para aumento da segurança hídrica e de reforço de flexibilização na adução e distribuição da água;

Mapa 2 – Obras realizadas pela Sabesp



Fonte: Sabesp, 2021.

- c) em continuidade, ações para reduzir o índice de perda de água no sistema, utilizando tecnologias para localização de vazamentos, aplicação de contratos de desempenho (pagamento mediante redução do índice de perdas da área pesquisa), e renovação (substituição) de redes mais antigas, utilizando metodologia AHP (*Analytic Hierarchy Process*) para priorização das obras;
- d) em andamento, obras para a ampliação da capacidade de reserva do sistema, melhorando a disponibilidade da água, na foto 1, a construção em andamento do reservatório na cidade de Arujá;

Foto 1 – Obras para a ampliação de reservação de água



Fonte: Própria, 2021.

- e) ações contínuas de melhoria na conscientização na população quanto a escassez da água e maneira para seu uso racional, com publicidade veiculada na mídia e retornando as visitas em escolas (após período de isolamento social devido a pandemia *Covid 19*).

6 CONSIDERAÇÕES

A solução inicial estava alinhada com os propósitos da empresa pesquisada e recebeu contribuições da comunidade externa para a elaboração da solução final. Considerando o objetivo do projeto de apresentar os principais ofensores referentes à escassez hídrica, e propor melhorias no processo de distribuição de água e proteção dos mananciais, a fim de garantir a segurança hídrica da região metropolitana de São Paulo, as propostas de solução do problema foram adequadas, apesar de envolver várias esferas da sociedade e políticas, que podem ser um dificultador para implantação, tem grande impacto para a sociedade e para o meio ambiente, também foram ajustadas com o planejamento da empresa pesquisada.

Para essa identificação de melhorias, se fez necessário conhecer e identificar os componentes que faz com que essa segurança hídrica seja atingida, passando pela gestão dos recursos hídricos e fomentação da educação ambiental.

O ato de explicar de forma clara e objetiva os prós e contras destas mudanças se mostra a ferramenta mais adequada para implantação de futuras soluções, sejam estas de cunho estrutural, pessoal ou institucional.

É fato que as iniciativas para a gestão da água enfrentam desafios muito abrangentes, por se tratar de fatores que muitas vezes devido as variações, são de difícil previsão, como mudanças climáticas extremas. Mesmo com a evolução das tecnologias para controlar estes eventos, segundo Olsson e Head (2015), é de extrema importância o envolvimento e participação efetiva dos cidadãos, buscando o equilíbrio das necessidades das partes interessadas e assim garantir a gestão sustentável dos recursos hídricos.

Foram analisados vários elementos que constituíram as últimas crises hídricas na região metropolitana de São Paulo, o desafio de fornecer água para 22 milhões de pessoas realmente é imenso e passa por vários pontos, com o a busca constante de tecnologias que proporcionem o maior nível de controle possível, e possibilitem a estimativa mais próxima possível das variações do nível das chuvas, garantindo e possibilitando ações que garantam o abastecimento e a segurança hídrica em todas as regiões.

As dificuldades vividas na crise entre os anos de 2014 e 2015, considerada uma das maiores crises hídricas da história, fez com que fossem tomadas várias ações que englobam entre outras, o avanço nas tecnologias de controle, segundo Emerson Martins Moreira, Gerente da Divisão de Gestão e Desenvolvimento Operacional de Recursos Hídricos Metropolitanos da Unidade de Produção de Água da Diretoria Metropolitana da Sabesp, estes

avanços possibilitaram o controle em tempo real de níveis, vazões, volumes e outros dados que subsidiam a montagem de gráficos e a modelagem de previsões, assim como qualquer cidadão pode consultar boletins periódicos no Portal dos Mananciais. Desde 1998 com a criação do Sistema de Suporte a Decisão (SSD) tem sido constante o desenvolvimento de novas rotinas e modelos hidrológicos que possibilitam o direcionamento das iniciativas para a gestão hídrica, conforme o cronograma do diagrama 5.

Diagrama 5 – Cronograma de aplicação de tecnologias na Gestão dos recursos hídricos



Fonte: Sabesp, 2021.

Outro ponto, não menos importante é a conscientização da população com relação ao desperdício dos recursos hídricos e também o controle da poluição nos mananciais, políticas de conscientização se tornaram rotineiras para impactar os consumidores, deixando claro o impacto das ações que muitas vezes no dia a dia causam grandes perdas e desperdícios. Os consumidores devem entender sua parcela de responsabilidade e se sentirem parte do sistema que integra a gestão dos recursos hídricos.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14724**: Informação e documentação. Trabalhos Acadêmicos - Apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2002.
- BERGAMINI JR., S. Controles internos como um instrumento de governança corporativa. **Revista do BNDES**, Rio de Janeiro: BNDES, vol. 12, n 24, p. 149, 2005.
- BOGONI, N. M.; FERNANDES, F. C. Gestão de risco nas atividades de investimento dos Regimes Próprios de Previdência Social (RPPS) dos municípios do Estado do Rio Grande do Sul. **Revista eletrônica de administração**, v. 17, n. 1, p. 117-148, 2011.
- BRASIL, **Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD)**, Número 13.709, 18 ago. 2018, DOU de 15.8.2018. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/113709.html. Acesso em: 12 out. 2021.
- DAMODARAN, A. **Gestão estratégica do risco**: uma referência para a tomada de decisões empresariais. Porto Alegre: Bookman, 2009.
- FERREIRA FILHO, R. A. **Mudanças climáticas e o acesso à água e esgotamento sanitário**: desafios e oportunidades para os Estados do Ceará e São Paulo, Brasil. 2020. Dissertação (Mestrado em Ambiente, Saúde e Sustentabilidade) - Faculdade de Saúde Pública, University of São Paulo, São Paulo, 2020. doi:10.11606/D.6.2020.tde-19012021-142533. Acesso em: 12 out. 2021.
- GONZALES, R. A. **Desperdício no abastecimento de água tratada no estado de São Paulo**. 2018. Tese (Especialização em Gestão Estratégica em Políticas Públicas) – Fundação Perseu Abramo, Universidade de Campinas, Campinas, p. 7, 2018. Acesso em: 13 out. 2021.
- MATOS, J. C. C. T. **Proposição de método para definição de cotas per capita mínimas de água para consumo humano**. 2007. 122 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia ambiental e recursos hídricos) - Universidade de Brasília, Brasília, 2007. Acesso em: 12 out. 2021.
- MINISTÉRIO DAS CIDADES, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – SNSA. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos** – 2016. Brasília: SNSA/MCIDADES, 2018. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2016>. Acesso em: 13 out. 2021.
- OLSSON, L.; HEAD B. W. **Urban Water Governace in Times of Multiple Stressors**: an editorial. *Ecology and Society*, v. 20, n. 1, p. 27, 2015.
- REBOUÇAS, A. C. Água no Brasil: abundância, desperdício e escassez. **Bahia análise & dados**, v. 13, p. 341-345, 2003. Acesso em: 10 out. 2021.
- PLANO NACIONAL DE SEGURANÇA HÍDRICA. **Índice de Segurança**. São Paulo (n/p). Disponível em <https://pnsh.ana.gov.br/home>. Acesso em: 25 nov. 2021.
- COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Estratégias resilientes**. São Paulo: Sabesp, 2020. 126 p. Disponível em: http://site.Sabesp.com.br/site/uploads/file/aSabesp_doctos/livro_estrategias_resilientes.pdf. Acesso em: 12 out. 2021.
- THIRTY-CHERQUES, H. R. **Modelagem de Projetos**. São Paulo: Atlas, 2012.

TSUTIYA, M. T. **Abastecimento de água**. 4. ed. SÃO PAULO: departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2014.

ZSIDISIN, G. A.; RITCHIE, B. Supply chain risk management – developments, issues and challenges. In: **Supply chain risk** – a handbook of assessment, management and performance. Springer: New York, 2009.

ANEXO A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

Prezado(a),

Você está sendo convidado para participar da pesquisa com o tema: Simulação de processos de transformação e serviço do curso de Engenharia de Produção.

A sua participação nesta pesquisa se deve a você ser responsável pela instituição/empresa, sua participação é voluntária.

Sua cooperação consiste, ao aceitar em colaborar com a pesquisa, em responder ao questionário eletrônico on-line.

Ao responder o questionário você não terá nenhum benefício imediato, mas terá a opção de receber uma cópia digital em pdf do relatório técnico científico. No entanto, os resultados desta pesquisa poderão permitir a compreensão de melhoria de processos de produção e serviço de forma eficiente.

Sua resposta será enviada automaticamente aos responsáveis pela pesquisa, vinculados a Universidade Virtual do Estado de São Paulo.

Os conhecimentos resultantes deste estudo serão constituídos por levantamento bibliográfico, documental e dados estatísticos. Os sujeitos participantes não serão identificados de forma específica. Dessa forma, podemos garantir que em nenhum momento durante os processos de análise e divulgação dos resultados os mesmos terão a identidade exposta. A pesquisa poderá ser divulgada em revistas especializadas e eventos nas áreas de Engenharias, Tecnologia da Informação e Comunicação, livros, e se tornar um produto educacional. Os dados coletados constituirão um banco de dados que ficará sob a guarda dos pesquisadores do projeto, podendo, eventualmente, ser utilizados em pesquisas futuras, durante 12 meses.

Tratando-se de uma pesquisa que busca verificar as melhorias nos processos e serviços, os riscos passíveis de ocorrer são a manifestação de embaraço ou constrangimento ao responder o questionário, ou ainda desgaste no raciocínio ao preencher o instrumento de pesquisa, o que pode demandar tempo no entendimento das questões, situações nas quais o participante poderá interromper ou desistir de participar.

A decisão em não participar da pesquisa não acarretará nenhum tipo de constrangimento. Além disso, o participante poderá retirar seu consentimento a qualquer momento, sem qualquer tipo de prejuízo ou dano. A qualquer momento, o participante poderá fazer perguntas aos pesquisadores, que têm a obrigação de prestar os devidos esclarecimentos. Caso não se sinta esclarecido, você pode procurar os responsáveis pela pesquisa. Termo de compromisso dos pesquisadores

Garantimos que este Termo de Consentimento será seguido e que responderemos a quaisquer questões colocadas pelo participante.

Prof. Me. Abner Silva Xavier
Orientador – UNIVESP, Guarulhos
Universidade Virtual do Estado de São Paulo, Polo Guarulhos.
Av. Monteiro Lobato, 734 - Macedo, Guarulhos - SP, 07111080
E-mail: abner.xavier@cursos.univesp.br

Alan Takassi Tutumi
E-mail: 1831089@aluno.univesp.br
Alessandro Andrade Marques
E-mail: 1820680@aluno.univesp.br
Leandro Sousa de Freitas
E-mail: 1827579@aluno.univesp.br
Luciana Regina de Oliveira
E-mail: 1821865@aluno.univesp.br
Maurício Guimarães de Souza
E-mail: 1826146@aluno.univesp.br
Tadeu Osano de Oliveira
E-mail: 1824230@aluno.univesp.br

Bacharelados em Engenharia da Produção
Universidade Virtual do Estado de São Paulo, Polo Guarulhos.
Av. Monteiro Lobato, 734 - Macedo, Guarulhos - SP, 07111-080

Declaro que li os detalhes descritos neste documento. Entendo que eu sou livre para aceitar ou recusar e que eu posso interromper minha participação a qualquer momento. Eu concordo que os dados coletados para o estudo sejam usados para os propósitos acima descritos. Para participar da pesquisa, é necessário que você concorde com o termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Você concorda em participar desta pesquisa?