

UNIVERSIDADE PAULISTA

**TELEMEDICINA: UM PROJETO DE SISTEMA
PREVENTIVO PARA A SAÚDE DO TRABALHADOR**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Engenharia de Produção da Universidade
Paulista – UNIP, para a obtenção do título de
Doutor em Engenharia de Produção.

SERGIO GUSTAVO MEDINA PEREIRA

São Paulo

2016

UNIVERSIDADE PAULISTA

**TELEMEDICINA: UM PROJETO DE SISTEMA
PREVENTIVO PARA A SAÚDE DO TRABALHADOR**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Paulista – UNIP, para a obtenção do título de Doutor em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Franco Gonçalves

Área de Concentração: Gestão de Sistemas de Operação.

Linha de Pesquisa: Redes de Empresas e Planejamento da Produção.

Projeto de Pesquisa: Gestão da Produção de *Software* e Mídias Interativas.

SERGIO GUSTAVO MEDINA PEREIRA

São Paulo

2016

FICHA CATALOGRÁFICA

Pereira, Sergio Gustavo Medina.

Telemedicina : um projeto de sistema preventivo para a saúde do trabalhador / Sergio Gustavo Medina Pereira. - 2016.

96 f. : il. color. + CD-ROM.

Tese de Doutorado Apresentada ao Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Paulista, São Paulo, 2016.

Área de Concentração: Gestão de Sistemas de Operação.

Orientador: Prof.º Dr. Rodrigo Franco Gonçalves.

1. Telemedicina. 2. Saúde ocupacional. 3. Prevenção.
4. Temperatura corporal. 5. Engenharia de sistemas. I. Gonçalves, Rodrigo Franco (orientador) II. Título.

SERGIO GUSTAVO MEDINA PEREIRA

**TELEMEDICINA: UM PROJETO DE SISTEMA PREVENTIVO PARA
A SAÚDE DO TRABALHADOR**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Engenharia de Produção da Universidade
Paulista – UNIP, para a obtenção do título de
Doutor em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Franco Gonçalves

Aprovado em:

BANCA EXAMINADORA

_____/ __/ ____

Prof. Dr. Rodrigo Franco Gonçalves - orientador

Universidade Paulista – UNIP

_____/ __/ ____

Prof. Dr. Oduvaldo Vendrametto

Universidade Paulista UNIP

_____/ __/ ____

Prof. Dr. José Benedito Sacomano

Universidade Paulista UNIP

_____/ __/ ____

Prof. Dr. Sidnei Alves de Araujo

Uninove

_____/ __/ ____

Prof. Dr. Mauro de Mesquita Spinola

USP

Dedico este trabalho a minha querida esposa Franciele, por devolver as cores à minha vida, como também pelo apoio, dedicação, compreensão, companheirismo, ajuda e suporte nas horas difíceis.

A minha filha Emiko, pela oportunidade de experimentar os desafios de ser pai nos dias de hoje.

Ao meu filho Thiago (*in memoriam*), pelo sorriso e alegria que me proporcionou. A minha mãe Juana e minha sogra Claudete, pelo carinho, apoio e dedicação.

Ao meu pai Agustin (*in memoriam*), por me ensinar o valor e a importância do trabalho.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Prof. Dr. Rodrigo Franco Gonçalves, pelo apoio e conhecimento compartilhado.

À Universidade Paulista (UNIP), pelo suporte financeiro sob a forma de bolsa parcial para o programa de doutorado.

Aos professores doutores: José Benedito Sacomano, Oduvaldo Vendrametto, Irenilza de Alencar Nääs, João Gilberto Mendes dos Reis, Márcia Terra e Pedro Luiz Costa Neto.

Aos colegas da turma e à secretária do PPGE, Márcia Nunes, por terem deixado o curso mais leve e pelo apoio nos momentos difíceis.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 Contexto.....	14
1.2 Problematização.....	16
1.3 Objetivos.....	18
1.3.1 Objetivos específicos	18
1.4 Justificativa	18
1.5 Organização do trabalho	20
2 REVISÃO DA LITERATURA	22
2.1 Saúde ocupacional e segurança do trabalho	22
2.2 Tecnologia na área da saúde.....	25
3 METODOLOGIA.....	28
3.1 Estrutura da tese.....	30
4 ARTIGOS.....	34
4.1 Telemedicine applied to occupational health: a systematic review.....	34
4.2 Proposal for a low-cost technique for remote monitoring of body temperature: an application for work safety	47
4.3 System thinking and business model Canvas for collaborative business models design	55
4.4 Software project for remote monitoring of body temperature	64
5 RESULTADOS	71
5.1 Descrição do sistema implementado	71
5.1.1 Componentes do protótipo.....	73
5.2 Resultados e discussão.....	75

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	81
6.1 Conclusões	81
6.2 Indicações para trabalhos futuros	83
REFERÊNCIAS	84
APÊNDICE	88
Apêndice 1: Questionário para avaliação da importância da temperatura corporal	89
ANEXOS	94
Anexo 1: Comitê de Ética em Pesquisa.....	94

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Etapas da <i>design science research</i> (DSR) utilizadas na pesquisa.....	29
Figura 2: Detalhamento das etapas, métodos, conceitos fundamentais e os resultados alcançados na pesquisa	32
Figura 3: Conceitos fundamentais abordados na pesquisa	33
Figura 4: Arquitetura completa do sistema proposto.....	72
Figura 5: Tela principal do projeto Dimor.....	77
Figura 6: As quatro operações do <i>CRUD</i> no sistema	78
Figura 7a e b: Interfaces gráficas de autenticação do usuário do aplicativo	78
Figura 8a e b: Interface gráfica que apresenta a configuração, pareamento, conexão e modo de leitura do dispositivo 01	79
Figura 9: Gráfico de medições de um usuário em um período de tempo	80

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Consequências no corpo humano da temperatura extrema (baixa e alta).....	23
Tabela 2: Consequências da umidade extremas (baixa e alta) no corpo humano	24
Tabela 3: Fatores de risco para a saúde e segurança dos trabalhadores, presentes ou relacionados ao trabalho.	25
Tabela 4: Pesquisas similares realizadas no campo da informática em saúde	26
Tabela 5: Trabalhos correlatos na área de telemedicina.....	27
Tabela 6: Detalhamento das etapas, métodos, conceitos fundamentais utilizados na pesquisa e os resultados	31
Tabela 7: Corrente mínima de consumo no modo ativo e modo de espera.....	74
Tabela 8: Lista de componentes utilizados no protótipo (Dimor-TC).....	75
Tabela 9: Amostra e especialidade dos respondentes.....	76
Tabela 10: Aspectos do sistema de acordo com sua relevância	76

LISTA DE ABREVIACÕES

App – *Mobile application*

BMC – *Business model Canvas*

DIMOR-TC -Dispositivo de monitoramento remoto de temperatura corporal

DS – *Design science*

DSR – *Design science research*

INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial

MIT - *Massachusetts Institute of Technology*

OIT – Organização Internacional do Trabalho

RX – Receptor

SSM – *Soft system methodology*

TA – Temperatura ambiente

TX – Transmissor

TIC – Tecnologia da informação e comunicação

TC – Temperatura corporal

UM – Umidade relativa do ar

WHO- *World Health Organization*

RESUMO

Este estudo tem como objetivo prover uma solução na área da saúde que seja de baixo custo e que funcione como um sistema preventivo. A área de atuação abordada foi de trabalhadores que atuam em ambientes que podem ser considerados extremos, o que não impede que o sistema seja utilizado para outras realidades. Por meio da revisão sistemática da literatura foi observado que existem poucos trabalhos publicados na área da telemedicina aplicada à saúde ocupacional. Para desenvolver o sistema completo (protótipo e *software*) foi utilizada a metodologia *Design Science Research* (DSR), que é aplicada à pesquisa em prescrição de soluções e ao projeto, sendo gerado no final um artefato (*hardware* e *software*). Para a validação da importância do sistema e das medições foi realizado um questionário com profissionais da área da saúde. Para a modelagem do negócio aplicou-se a *Soft Systems Methodology* (SSM) e *Business Model Canvas* (BMC). O sistema efetua a medição da temperatura corporal, da temperatura ambiente e da umidade relativa do ar. Esses dados são gerados e enviados para um smartphone com sistema operacional *Android* e após uma conexão estabelecida são transmitidos para um *Web Service*. O profissional da saúde poderá ter acesso por meio de um site responsivo. Todo o sistema foi desenvolvido com plataformas abertas para que possa ter interoperabilidade. O sistema atua na eficiência do diagnóstico, fornecendo os dados em tempo real, sendo possível que um profissional da saúde não precise estar alocado próximo ao ambiente da medição, mas que tenha acesso e confiabilidade ao analisar o histórico de dados, permitindo ações preventivas.

Palavras-chave: telemedicina, saúde ocupacional, prevenção, temperatura corporal, engenharia de sistemas.

ABSTRACT

This study aims to provide a solution in the health area that is low cost and that works as a preventive system. The covered area of operation addressed was the workers who work in environments that can be considered extreme, which does not prevent the system from being used for other realities. Through the systematic literature review, it was observed that there are few papers published in the area of telemedicine applied to occupational health. In order to develop a complete system (prototype and software), the Design Science Research (DSR) methodology was adopted, which is applied to the solution prescription research and to the project, and an artifact (hardware and software) was generated at the end. For validate the importance of the system and the measurements, a questionnaire was carried out with health professionals. For business modeling was applied to Soft Systems Methodology (SSM) and Business Model Canvas (BMC). The system measures body temperature, ambient temperature and relative humidity. This data is generated and sent to a smartphone with Android operating system and after an established connection is transmitted to a Web Service. The health professional may have accessed through a responsive website. The entire system was developed with open platforms so that it can have interoperability. The system contributes to the efficiency of the diagnosis, providing the data in real time, and it is possible that a healthcare professional does not need to be allocated close to the measurement environment, but has access and reliability when analyzing the data history, allowing preventive actions.

Keywords: telemedicine, occupational health, prevention, body temperature, system engineering.

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contexto

De acordo com Nehmy e Dias (2010), no Brasil, a implantação de uma política de saúde do trabalhador como uma prática relacionada ao desenvolvimento sustentável vem sendo desenvolvida há mais de dez anos. A legislação de saúde, especificamente voltada aos aspectos do trabalhador, propõe ações que promovam mudanças nas práticas das organizações de saúde, objetivando a qualidade de vida dos trabalhadores em seu local de trabalho.

O ambiente de trabalho é constituído por uma combinação de vários fatores inter-relacionados, que atuam de forma direta ou indireta na qualidade de vida dos trabalhadores e de seus próprios resultados no trabalho (IIDA, 2005; FIEDLER, 2010).

A produtividade está diretamente relacionada ao bem-estar do trabalhador. O local de trabalho ideal pode ser configurado como aquele que possua uma temperatura ambiente e umidade agradável e controlada; e também aspectos ergonômicos, de acordo com a função a ser realizada. Mas nem todas as atividades laborais reúnem tais condições, como: siderurgia, plataforma de petróleo, indústria química, manutenção de antenas, manutenção da rede elétrica, trabalhadores marítimos, trabalhadores agrícolas, entre outros.

A Organização Internacional do Trabalho (OIT, 2013) estima que morre um trabalhador a cada 15 segundos em decorrência de acidente de trabalho ou de doença ocupacional. No mesmo período 160 trabalhadores se acidentam. Em um ano estima-se que 321 mil pessoas morrem por motivos diretamente relacionados à atividade laboral.

A pesquisa (OIT-2013) ainda aponta que os impactos também são sentidos nos custos da previdência e afetam diversos setores da economia. E não há ainda números conclusivos sobre o tema. Estima-se que 23% dos dias trabalhados são perdidos com afastamentos. Quanto aos custos que são utilizados de forma direta ou indireta está próximo a US\$ 2,8 trilhões no mundo.

De acordo com os dados da Previdência Social, entre 2008 e 2013, foram gastos 50.094 bilhões de reais com acidentes e doenças relacionadas ao trabalho no Brasil. Em 2011 foram afastados por algum acidente ocasionado no trabalho cerca de 720 mil trabalhadores. No Brasil, em torno de R\$ 41 bilhões são gastos pelas companhias por motivos de acidente no trabalho. A Previdência Social, responsável pelas aposentadorias e afastamentos, demandam em seu orçamento R\$ 14 bilhões para manter esses trabalhadores com os benefícios (PASTORE, 2011).

Segundo Martinez-Perez et al. (2015), dados fisiológicos podem ser obtidos continuamente para análise e prevenção de uma alteração no estado de saúde do trabalhador, como pressão arterial e frequência cardíaca; atividades realizadas pelo trabalhador, como caminhar, dormir e comer e condições do ambiente, como temperatura e umidade relativa do ar.

A temperatura do corpo é uma variável não linear que está sujeita a muitas fontes de variação interna e externa (SIMON, 2006). A temperatura corporal normal de um adulto saudável é de aproximadamente 36,5°C, considerado normal ainda quando está no intervalo entre 36,2°C e 37,5°C (MACKOWIAK, 1998; KIELHORN et al., 2006). Na área médica existem tratamentos que exigem um maior acompanhamento da saúde do trabalhador, por parte de um médico. Neste tipo de situação é exigido um constante monitoramento dos sinais vitais, para que ele esteja em boas condições físicas para realizar suas atividades laborais.

Segundo Kielhorn et al. (2006), o nível ideal da umidade relativa do ar para o organismo humano deve estar no intervalo entre 40% e 70%. Acima desses valores, o ar fica praticamente saturado de vapor d'água, o que interfere no mecanismo de controle da temperatura corporal exercido pela transpiração.

Qualquer variação da temperatura ambiente e da umidade relativa do ar afeta diretamente a temperatura corporal. Entre os efeitos negativos provocados pelo aumento ou baixa da temperatura corporal no trabalhador estão os seguintes: a) pode ocasionar queda no desempenho, b) ter seu tempo de reação prejudicado, c) afeta a coordenação psicomotora e d) prejudica o processamento cognitivo (raciocínio) (GAMBRELL, 2002; RHOADES e TANNER, 2005).

Nestas situações e para preservar a saúde do trabalhador esta pesquisa propõe-se a identificar conceitos e desenvolver um sistema preventivo de monitoramento remoto para minimizar os efeitos da variação das temperaturas extremas e da umidade relativa do ar, realizando a medição das mesmas e da temperatura corporal do trabalhador em um mesmo ambiente, em tempo real.

1.2 Problematização

Os recentes avanços da tecnologia de informação e comunicação (TIC) tornaram possíveis novas aplicações em distintas áreas, como na automação de sistemas e processos, que possibilitam melhora na qualidade de vida. Esta pesquisa aborda o monitoramento remoto de um grupo de fatores que influenciam a saúde e o bem-estar de uma pessoa: temperatura corporal (um dos sinais vitais), temperatura do ambiente e a umidade relativa do ar.

Os sistemas que são capazes de realizarem tais atividades são chamados de sistemas de telemetria. A palavra telemetria é de origem grega, que em seu desmembramento possui o significado longe e remoto- *tele* - e *metron*, medida. É uma tecnologia que permite a medição e a comunicação de informações de interesse do operador ou desenvolvedor de sistemas, ou seja, é a transferência (via rede, com fio, ou sem fio) de dados oriundos de uma ou várias máquinas remotas, distribuídas em uma área geográfica de forma predeterminada para o seu monitoramento, medição e controle (DIAS, 1992; BRANCO, 2010).

A telemetria tornou-se necessária no desenvolvimento dos mais variados sistemas e é aplicada no auxílio de diferentes áreas como medicina, engenharia, segurança, geografia, entre outras. É utilizada ainda na área biológica e permite, por exemplo, a coleta de dados biológicos de animais aquáticos (ABECASIS, 2009), o monitoramento de máquinas agrícolas usadas no plantio, cultivo e colheita de produtos (PIOVESAN, 2008), entre outras.

De acordo com Teixeira et al. (2011), o uso de tecnologias computacionais inovadoras, como a computação ubíqua (ou onipresente), pode contribuir para melhorar a saúde ocupacional e por meio de sensores o trabalhador pode ser monitorado continuamente e em qualquer parte de sua atividade.

Neste sentido, as seguintes questões de pesquisa são apresentadas:

Questão 1: quão importante são os sistemas de telemedicina voltados à prevenção de doenças? Podem ser aplicados para melhorar o bem-estar do trabalhador no momento que está realizando a sua atividade laboral?

Questão 2: qual é a influência dos fatores externos, temperatura do ambiente e umidade relativa do ar, nas atividades realizadas pelo trabalhador?

Questão 3: é viável o desenvolvimento de um produto que determine a temperatura corporal (TC), temperatura ambiente (TA) e a umidade relativa do ar (UM) de forma remota e em tempo real a um custo acessível?

Para a validação da importância do sistema e das medições propostas foi aplicado um questionário para profissionais da área da saúde (apêndice 1) e as respostas estão tabuladas e apresentadas na seção de resultados.

O desafio é encontrar uma solução tecnológica de custo acessível para medir, de forma remota e em tempo real, a oscilação da temperatura corporal do trabalhador no momento em que está realizando a sua atividade laboral, a fim de que o profissional da saúde possa intervir antes que aconteça algum tipo de alteração, conforme tratado na tabela 1 da seção 2.1.

A aplicação foi desenvolvida para suprir as necessidades dos trabalhadores que operam em áreas distantes, com alta periculosidade ou insalubridade, ou qualquer tipo de trabalho no qual se faça necessário esse tipo de acompanhamento. Ao tratar de áreas remotas e de difícil acesso, o monitoramento realizado a distância pode ser um aliado às próprias empresas, pois permite assegurar a integridade física de seus profissionais.

Neste estudo foi desenvolvido um sistema composto de um *hardware* e um *software* capazes de monitorar a temperatura corporal do trabalhador, a temperatura ambiente e a umidade relativa do ar em tempo real e transmitir os dados para um *web service*, no qual os dados serão processados e analisados, e posteriormente apresentados em uma interface gráfica, conforme a requisição do profissional da saúde. Esta visualização permitirá realizar um pré-diagnóstico baseado em regras básicas do funcionamento vital estável e o profissional responsável da área de saúde poderá intervir, caso alguma leitura se encontre fora dos limites considerados normais.

O protótipo desta primeira fase monitora a temperatura corporal, a temperatura ambiente e a umidade relativa do ar.

1.3 Objetivos

Dentro deste contexto, esta pesquisa tem como objetivo geral desenvolver e construir um protótipo de sistema (projeto do produto) e aplicar os conceitos de telemedicina voltados à saúde do trabalhador.

1.3.1 Objetivos específicos

A seguir são listados os objetivos específicos:

- a) Encontrar as possíveis lacunas no campo da pesquisa da telemedicina aplicada à saúde ocupacional relacionadas à prevenção;
- b) Identificar como a temperatura corporal do trabalhador pode influenciar no desempenho das suas atividades;
- c) Verificar como o pensamento sistêmico pode influenciar os aspectos do produto, mercado e processo produtivo de inovação tecnológica, considerando o conceito do protótipo, na modelagem de negócio com *business model Canvas (BMC)*;
- d) Implantar uma solução técnica que seja economicamente viável, considerando um sistema completo (*hardware* e *software*) que poderá auxiliar na eficiência do diagnóstico, ao apresentar os dados (TC, TA e UM) em tempo real, que possibilite ao profissional de saúde uma análise histórica das informações coletadas.

1.4 Justificativa

À medida que ocorrem os avanços tecnológicos surgem uma variedade de dispositivos eletrônicos. Um problema observado em novidades tecnológicas é que em grande parte esses

aparatos chegam ao consumidor final com um preço muito elevado. Na área médica também houve grandes avanços, mas os custos são altos e os dispositivos, em grande parte, não possuem mobilidade e geralmente servem para a utilização em determinados locais e situações.

Para esta pesquisa, o tema sistema de monitoramento remoto da temperatura corporal sem fio surgiu com o propósito de auxiliar os trabalhadores que realizam atividades de risco e que precisam de monitoramento em tempo real. Por se tratar de um dispositivo móvel ele possui inúmeras aplicações, como o monitoramento de trabalhadores em áreas de risco ou de difícil acesso, ou em execuções de tarefas que podem ser consideradas perigosas ao trabalhador. Dessa forma, uma equipe capacitada poderá monitorá-los, sem necessidade de deslocamento, e proporcionará maior segurança ao trabalhador.

O dispositivo remoto de temperatura corporal (Dimor-TC) foi desenvolvido e construído, tanto o *hardware* como o *software*, com plataformas livres e ferramentas *open-source* (código aberto), o que permitirá uma redução nos custos de fabricação e posteriormente em seu preço final.

Outra aplicação a ser considerada, após a inserção de novas funcionalidades, é o monitoramento de pacientes, que poderá ser realizado onde ele esteja e monitorado pelo profissional da saúde, de forma remota, o que liberaria leitos em hospitais em casos não muito graves.

Por meio do monitoramento remoto da temperatura corporal em tempo real, os dados gravados permitem criar um prontuário do trabalhador. O Dimor-TC é um sistema preventivo com o propósito de emitir alertas à equipe de saúde e posteriormente ao próprio trabalhador, quando for observada algum tipo de alteração em sua temperatura corporal, conforme tratado na tabela 1 da seção 2.1, sendo possível recomendar ao funcionário, que poderá suspender ou diminuir o ritmo da atividade que está exercendo no momento do alerta.

Como o sistema é preventivo, o mesmo poderá contribuir na redução de gastos que as empresas e os governos têm com: a) saúde do trabalhador; b) afastamentos e c) licenças médicas.

De acordo com Abepro (2016), como contexto de aplicação, a pesquisa está voltada à saúde no ambiente de trabalho e, nos aspectos da engenharia de produção, relaciona-se à área

de engenharia do trabalho, mais especificamente nas subáreas de sistemas de gestão de higiene e segurança do trabalho e ergonomia. Enquadra-se ainda na área de gestão de inovação e na gestão da tecnologia. Por se tratar de uma pesquisa de inovação foi utilizado o *business model Canvas* (BMC) para a modelagem do negócio.

1.5 Organização do trabalho

No capítulo 1 deste estudo aborda-se a contextualização e a problematização, os objetivos e justificativas. Apresenta uma breve introdução sobre os conceitos fundamentais de telemedicina e saúde ocupacional, assim como os pontos relevantes da área e suas aplicações. São discutidos ainda os aspectos que justificam a importância da realização do trabalho e os objetivos a serem alcançados ao final da pesquisa.

Em seguida, no capítulo 2, foi realizada a revisão da literatura sobre saúde ocupacional, segurança do trabalho e tecnologia na área da saúde. Apresenta algumas políticas públicas de saúde do trabalhador que visam à redução de acidentes e doenças do trabalho instituídas pelo Ministério da Saúde. São referenciados os trabalhos relevantes publicados na área da telemedicina e ainda se aborda as consequências das temperaturas extremas (baixa e alta) e da umidade (baixa e alta) no corpo humano.

No capítulo 3 é estabelecida a metodologia utilizada na pesquisa. Esta tese é tratada em formato de artigos, na qual os resultados obtidos para atender aos objetivos específicos propostos são atendidos por meio da publicação de artigos.

Os artigos apresentados foram aprovados ou submetidos a periódicos de circulação internacional. A metodologia por artigos tem a vantagem de permitir uma avaliação por pares das etapas realizadas. Os artigos escritos no decorrer da elaboração da tese estão em seu formato original de publicação, mantendo-se a formatação das revistas e congressos, cada qual com os resultados alcançados e as referências bibliográficas.

O capítulo 4 está composto por quatro artigos. O artigo um aborda o primeiro objetivo específico do estudo, no qual se realizou uma revisão sistemática da literatura na área da telemedicina com foco na saúde ocupacional, que contextualiza a pesquisa em relação ao estado da arte e caracteriza a relevância do trabalho proposto. O artigo dois, na seção 2.1,

aborda em parte (o capítulo 5 complementa esse objetivo) o segundo objetivo específico do estudo: como a temperatura corporal do trabalhador pode influenciar no desempenho das suas atividades. O artigo três aborda o terceiro objetivo específico do estudo: como o pensamento sistêmico pode gerar requisitos para o sistema e ser utilizado na modelagem de negócios, nesse caso o BMC. O artigo quatro aborda o quarto objetivo específico do estudo: o projeto e a implantação do Dimor-TC, com ênfase em suas especificações técnicas.

Para complementar o objetivo específico dois, o capítulo 5 aborda os resultados de uma pesquisa realizada com 16 profissionais da área da saúde em várias vertentes de atuação (o questionário na íntegra encontra-se no apêndice 1 desta tese). Também apresenta a descrição e arquitetura do sistema (Dimor-TC), a lista de componentes utilizados no protótipo, a corrente mínima de consumo no modo ativo e modo de espera, além dos resultados obtidos. Discute-se a importância dos resultados obtidos e a contribuição deste estudo.

Finalmente, as considerações finais são apresentadas, assim como os desenvolvimentos futuros para pesquisas na área. Por fim, apresentam-se as referências bibliográficas utilizadas na tese.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Este capítulo objetiva complementar alguns tópicos fundamentais, tais como saúde ocupacional, segurança do trabalho e tecnologia na área da saúde dos artigos que compõem a tese.

2.1 Saúde ocupacional e segurança do trabalho

Conforme a intensidade do esforço físico de um trabalhador e as condições ambientais adversas como temperatura e umidade elevadas, a temperatura corporal central pode elevar-se a níveis prejudiciais à saúde, consequentemente podem ser acometidos por lesões térmicas sérias e até risco de morte (GAMBRELL, 2002; KROEMER e GRANDJEAN, 2005; ROBERTS, 2005).

Em 2012 o Ministério da Saúde instituiu a Política Nacional de Saúde do Trabalhador, que visa a redução de acidentes e doenças do trabalho. A mesma estabelece as diretrizes e estratégias nas três esferas de gestão do Sistema Único de Saúde (SUS) - federal, estadual e municipal, para a promoção, proteção da saúde dos trabalhadores e à redução da morbimortalidade decorrente dos modelos de desenvolvimento e dos processos produtivos. Propõe-se que essa redução ocorra com ações, como: promoção, vigilância, diagnóstico, tratamento, recuperação e reabilitação da saúde, e podem ser compreendidas como uma coleção de práticas orientadas ao desenvolvimento sustentável, observando as condições socioambientais relacionadas ao ambiente de trabalho.

Para Fiedler et al. (2010), os fatores negativos relacionados ao ambiente de trabalho podem provocar mal-estar e desconforto, além de aumentar o risco de acidentes, que podem causar danos consideráveis à saúde dos trabalhadores.

Foi identificado por Iida (2005), que uma das principais fontes de estresse no trabalho são condições ambientais desfavoráveis, como calor ou frio excessivo, baixa ou alta umidade relativa do ar, ruídos e vibrações que influenciam direta e negativamente sobre o desempenho do trabalho humano.

O trabalhador que sofre uma exposição excessiva ao calor ou estresse térmico, por exemplo, com a elevação da temperatura corpórea, pode sentir desde sonolência e chegar a

um colapso físico (MEDEIROS et al, 2013; JIANG e WANG, 2014; SANDULESCU e DOBRESCU, 2015).

De acordo com Gambrell (2002), existem áreas de trabalho nas quais as atividades são realizadas em ambientes cujas condições de temperatura encontram-se inadequadas. Os fatores ambientais, como temperatura do ambiente, velocidade do ar e umidade relativa, vento e grau de cobertura das nuvens influenciam o estresse térmico ambiental e o risco de a pessoa ser acometida por algum tipo de doença térmica aumenta proporcionalmente.

A tabela 1 destaca algumas reações físicas que o corpo humano pode sofrer em ambientes muito quentes ou frios. A atividade aumenta a produção de calor do corpo e dificulta a perda de calor para o meio ambiente, o que pode levar a provocar acidentes de trabalho e lesão térmica.

Tabela 1: Consequências no corpo humano da temperatura extrema (baixa e alta)

Calor: altas temperaturas podem provocar	Frio: baixas temperaturas podem provocar
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Desidratação; ✓ Erupção da pele; ✓ Câimbras de calor; ✓ Inchaço das extremidades (edema de calor); ✓ Fadiga física; ✓ Síncope por calor; ✓ Distúrbios psiconeuróticos; ✓ Problemas cardiocirculatórios; ✓ Mal-estar; ✓ Fraqueza; ✓ Cefaleia; ✓ Hiperirritabilidade; ✓ Ansiedade; ✓ Taquicardia; ✓ Tontura; ✓ Náusea e vômitos; ✓ Diarreia; ✓ Hipotensão; ✓ Quadros de insolação (exaustão térmica). 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Feridas; ✓ Rachaduras e necrose na pele; ✓ Enregelamento: ficar congelado; ✓ Agravamento de doenças reumáticas; ✓ Predisposição para acidentes; ✓ Predisposição para doenças das vias respiratórias.

Fonte: Adaptado de (GAMBRELL, 2002; RHOADES e TANNER, 2005) .

A taxa de perda de calor do corpo humano por meio da evaporação depende diretamente da umidade relativa do ar que está no ambiente. Quando esta excede 70%, o ar fica praticamente saturado de vapor d'água, o que interfere no mecanismo de controle da temperatura corporal exercido pela transpiração. Na outra extremidade, quando o ar está

abaixo dos 40%, a umidade é considerada baixa, causam danos maiores para a saúde, devido à evaporação do suor do corpo se tornar difícil, inibindo a perda de calor. Deve ser considerado que a dificuldade da dispersão de gases poluentes presentes no ar agrava a situação (COHEN e WOOD, 2002).

A tabela 2 destaca algumas consequências que a baixa e a alta umidade podem provocar no corpo humano.

Tabela 2: Consequências da umidade extremas (baixa e alta) no corpo humano

Baixa umidade pode provocar	Alta umidade pode provocar
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Doenças do aparelho respiratório; ✓ Infecções oculares; ✓ Doenças cardiovasculares como pressão alta, infartos, derrames ou trombose; ✓ Quedas; ✓ Doenças de pele; ✓ Doenças circulatórias. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Irritação no aparelho respiratório; ✓ Redução da defesa do organismo; ✓ Corpo está mais suscetível a infecção porque o ambiente favorece a multiplicação de fungos; ✓ Contração da musculatura, o que causa dores musculares e nos ossos.

Fonte: Adaptado de (COHEN e WOOD, 2002).

Pode ser observado nas tabelas 1 e 2, que quanto mais alta a temperatura do ambiente e mais úmido o ar, mais lenta será a evaporação do suor, que ajuda a dissipar o calor e a resfriar o corpo.

Koskela (2014) discute sobre a responsabilidade social das empresas e identifica três fatores-chave neste processo: a economia, o meio ambiente e os impactos sociais. Em seu estudo o autor aborda questões da saúde e segurança do trabalho nos tópicos relacionados aos impactos sociais. Neste contexto, a responsabilidade das organizações é tanto interna como externa, ou seja, entende-se que a empresa deve proporcionar um ambiente de trabalho seguro e saudável em ambos os casos.

De acordo com Ministério da Saúde do Brasil (2001) são cinco grandes grupos que definem os fatores de risco para a saúde e segurança dos trabalhadores, presentes ou relacionados ao trabalho, sendo demonstrados conforme a tabela 3.

Tabela 3: Fatores de risco para a saúde e segurança dos trabalhadores, presentes ou relacionados ao trabalho.

Tipo do risco		Causas
Físicos		Nesta categoria estão o ruído, vibração, radiação ionizante e não-ionizante, temperaturas extremas (frio e calor), pressão atmosférica anormal, entre outros;
Químicos		São os agentes e substâncias químicas, sob a forma líquida, gasosa ou de partículas e poeiras minerais e vegetais, comuns nos processos de trabalho;
Biológicos		São os vírus, bactérias, parasitas, geralmente associados ao trabalho em hospitais, laboratórios e na agricultura e pecuária;
Ergonômicos e psicossociais	e	Nesta categoria decorrem da organização e gestão do trabalho, como da utilização de equipamentos, máquinas e mobiliário inadequados, levando a posturas e posições incorretas: locais adaptados com más condições de iluminação, ventilação e falta de conforto para os trabalhadores; trabalho em turnos e noturno; monotonia ou ritmo de trabalho excessivo, exigências de produtividade, relações de trabalho autoritárias, falhas no treinamento e supervisão dos trabalhadores, entre outros;
Mecânicos e de acidentes	e de	Neste tipo estão relacionados a proteção das máquinas, arranjo físico, ordem e limpeza do ambiente de trabalho, sinalização, rotulagem de produtos e outros que podem levar a acidentes do trabalho.

Fonte: Adaptado do Ministério da Saúde do Brasil (2001).

A pesquisa envolve diretamente os riscos físicos quando trata das temperaturas extremas (frio ou calor) e de forma indireta, os aspectos ergonômicos relacionados ao conforto ambiental no local de trabalho.

2.2 Tecnologia na área da saúde

Conforme Warren et al. (2011), a viabilidade da telemedicina conta com alguns números relevantes como o aumento do número de trabalhadores, que está relacionado ao aumento da população mundial e a longevidade, vinculada ao fato da queda de profissionais formados na área de medicina, além da escassez de profissionais em regiões rurais e subúrbios, e aumento do custo dos serviços médicos. Esses fatores enfatizam a importância de dispositivos que auxiliem a área médica e que sejam acessíveis.

Um exemplo que pode ser mencionado é o caso do tratamento de pessoas portadoras de diabetes, no qual é vital manter o nível de insulina em um patamar estável. Foram desenvolvidos sistemas capazes de monitorar o nível de insulina em tempo real, como exemplo o equipamento *CGMS (continuous glucose monitoring system)* da *Meditronic* – o

mais utilizado no mundo, criação da empresa multinacional de desenvolvimento de equipamentos médicos (MAIA e ARAÚJO, 2006).

Na atualidade, especialmente com os avanços tecnológicos, existe no mercado uma variedade de dispositivos eletrônicos na área da informática em saúde. Um problema observado em inovações tecnológicas é o alto custo. Os artefatos chegam ao consumidor final com um preço muito elevado. A tabela 4 destaca algumas pesquisas similares realizadas no campo da informática em saúde.

Tabela 4: Pesquisas similares realizadas no campo da informática em saúde

Tipo do sistema	Descrição	Autores
AMON	Sistema de alerta eletrônico vestível para acompanhamento médico (pessoas em risco de coração e doenças respiratórias).	Anliker et al. (2004)
Shimmer	Plataforma de sensores sem fio para pesquisas biomédicas não invasivas.	Burns et al. (2010)
SMRP	Sistema de Monitoramento Remoto de Pacientes. Conecta a casa do paciente a um servidor <i>web</i> , no qual os dispositivos móveis irão interagir com um <i>web service</i> .	Machado et al. (2011)
SCIADS	Sistema Computacional Inteligente de Assistência Domiciliar à Saúde. Conecta o paciente, localizado em sua casa, com os profissionais de saúde, integrando serviços para o monitoramento remoto de saúde do paciente.	Carvalho e Filho (2011)
NeXus-10 MKII	Um dispositivo eletrônico (comercial) ligado ao corpo que mede os a frequência cardíaca, o volume de sangue de pulso e respiração.	Mind Media (2011)
MPI	Monitor Preventivo Inteligente. Dispositivo de baixo custo pervasivo e inteligente para monitoramento de pacientes com doenças cardiovasculares.	Silva e Siebra (2012)
Vital Sign Watch	Dispositivo móvel vestível para monitoramento do ECG, a pressão arterial e a temperatura da pele.	Klingeberg e Schiling (2012)

Fonte: própria

Ao tratar de sistemas na área da saúde é importante destacar o conceito de telemedicina. A telemedicina pode ser definida como uma ciência que opera de forma aberta e que possui como objetivo fundamental utilizar os avanços das tecnologias e aplicá-las às necessidades de saúde (WOOTTON, 2009).

A telemedicina também envolve o uso de modernas tecnologias de informação. Utiliza recursos como: áudio interativo e comunicações de vídeo, computadores e telemetria, com o

objetivo de fornecer acessibilidade em atendimento de saúde e serviços aos trabalhadores de forma remota. Também opera para facilitar a troca de informações entre os cuidados médicos primários e a consulta a especialistas a distância (LEROUGE, GARFIELD e HERNER, 2014).

Durante a pesquisa foram identificados alguns trabalhos que utilizam esses recursos, conforme listado na tabela 5.

Tabela 5: Trabalhos correlatos na área de telemedicina

Tipo do sistema	Descrição	Autores
Odin Telessaúde: Uma plataforma de serviços móvel para telessaúde	Trabalhadores com problemas cardíacos: leitura da frequência cardíaca e da taxa de respiração. Diabetes, por meio de sensores de medição do nível de açúcar no sangue, sugerir ações ao trabalhador. Formação de atletas: por meio de sensores de frequência cardíaca, frequência respiratória, temperatura da pele e nível de hidratação.	Warren et al. (2011)
PHSF	<i>Framework</i> de serviços de saúde pessoal, integra diversos serviços de saúde no dia a dia dos pacientes. Para aliviar hospitais e consultórios, os dispositivos fazem a coleta de dados dos pacientes.	Ghorbani e Du (2013)
<i>Pauian Health</i>	Serviço orientado à telessaúde com aplicativo móvel para controle de peso. Dispositivos <i>bluetooth</i> para medições diárias de pressão e açúcar no sangue.	Su et al. (2014)
<i>EcoHealth</i>	Uma plataforma de <i>middleware web</i> integra diversos dispositivos heterogêneos e conta com padrões de protocolos web atuais, o HTTP elimina os problemas de compatibilidade entre os diversos fabricantes.	Maia et al. (2014)

Fonte: própria

Dos quatro sistemas estudados na tabela 5 somente um sistema (Odin Telessaúde) tem como foco a saúde ocupacional.

3 METODOLOGIA

Para a realização desta pesquisa foram utilizadas diferentes metodologias. A *design science* (DS), proposta por Simon (1996), é utilizada para apoiar o desenvolvimento de pesquisas voltadas à prescrição de soluções e ao projeto sendo gerado no final um artefato. A *design science research* (DSR), conforme proposto por Dresch (2013), mesmo que sua concepção inicial seja para a condução de pesquisas em engenharia de produção, pode ser adotado por outras áreas que tenham como premissa a criação de um artefato.

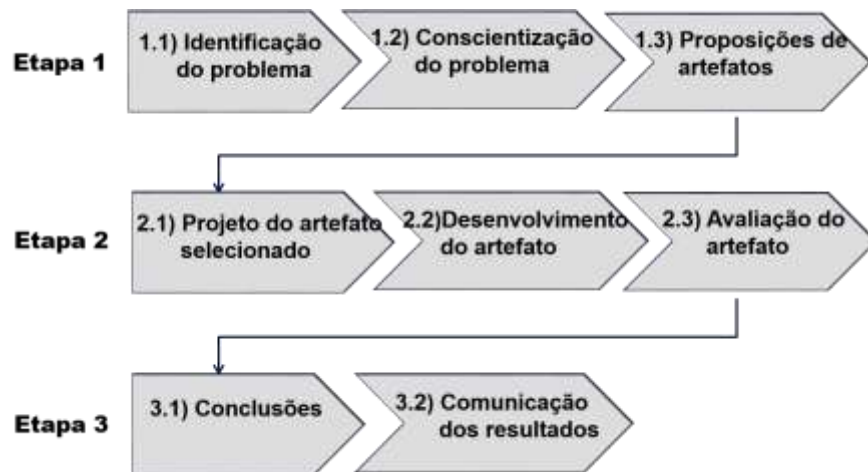
Com o propósito de um embasamento teórico mais consistente para a revisão da literatura, foi realizada uma revisão sistemática, com o objetivo de identificar os avanços e contribuições da área da telemedicina e sistemas ubíquos nos sistemas preventivos na área da saúde ocupacional.

Para a construção do dispositivo foram aplicadas técnicas de prototipagem e para a verificação e simulação dos circuitos foi utilizada a ferramenta *Fritzing* (Fritzing, 2016). Na construção do *software*, principalmente a interface de visualização, foram adotadas técnicas de *website* responsivo, a fim de que o usuário possa interagir independentemente da resolução de seu dispositivo.

Após a construção do protótipo e dos *softwares* foi realizada uma pesquisa a fim de validar o sistema perante profissionais da área da saúde, para mensurar sua importância como objeto na prevenção de doenças. Nessa etapa do trabalho foi desenvolvido um pré-questionário. A validação desse questionário, no apêndice 1, foi executada com uma amostra de cinco pessoas. Posteriormente, o questionário foi respondido por 16 profissionais da saúde, em várias áreas de atuação. Para essa etapa utilizou-se a escala Likert e em cada parâmetro estabeleceu-se uma escala que varia de (1) discorda fortemente a (5) concorda fortemente.

Para as questões de importância do sistema com a utilização da escala Likert foi possível obter dados mais relevantes por meio do agrupamento das questões, para uma melhor visualização das respostas. Com a análise desses resultados foi possível observar a existência ou não de correlações da temperatura corporal, umidade relativa do ar, temperatura ambiente, peso e idade, entre outros.

Figura 1: Etapas da *design science research* (DSR) utilizadas na pesquisa



Fonte: própria (adaptada de Dresch, 2013, p.171).

A figura 1 apresenta o detalhamento das etapas da DSR utilizadas neste trabalho, descritas a seguir:

1.1) Identificação do problema: seleção de um tema de interesse que seja relevante. a) definição do escopo e dos requisitos; b) determinar como os fatores externos (TA e UM) afetam a TC do trabalhador e conseqüentemente o desempenho da sua atividade; c) a seção 3.1 do artigo 3 mostra o detalhamento dos requisitos a partir do pensamento sistêmico.

1.2) Conscientização do problema e consultas às bases de conhecimento: entender o problema a ser estudado com base em revisões da literatura, identificar os trabalhos correlatos. O levantamento bibliométrico encontra-se no artigo 1.

1.3) Proposições de artefatos para resolver o problema específico: proposição dos artefatos que deverão ser construídos na pesquisa. a) desenvolver e construir um protótipo físico (*hardware*) para determinar a TC, TA e UM; b) desenvolver e construir um *software*: *App*, repositório central (*web service*) e um site responsivo e c) os mesmos devem ter viabilidade técnica e econômica.

2.1) Projeto do artefato selecionado: nesta etapa são definidas as proposições técnicas. Para o desenvolvimento e construção do protótipo foram utilizados diversos componentes. A lista de ferramentas e detalhamento dos componentes de *hardware* utilizados está na seção II-A e o detalhamento dos *softwares* utilizados está na seção II-B do artigo 4.

2.2) Desenvolvimento do artefato: abrange a construção do artefato. Foi implantado um sistema em que o profissional da saúde recebe um alerta se for identificada qualquer situação com parâmetros considerados fora dos limites (variação da temperatura corporal) no estado de saúde do trabalhador. O detalhamento do desenvolvimento do projeto está na seção III do artigo 4.

2.3) Avaliação do artefato: essa etapa consiste na verificação das etapas anteriores. Nesse estudo essa etapa foi realizada por meio de testes de integração do protótipo com o sistema. Foram criados três cenários para validar e testar o sistema. O detalhamento dos cenários do sistema está na seção III-f do artigo 4.

3.1) Conclusões: exposição dos objetivos da pesquisa e estão descritos no capítulo final desta tese.;

3.2) Comunicação dos resultados: trata da publicação dos resultados. Compõem essa tese quatro artigos (publicados e submetidos) para a consolidação desta etapa.

Uma descrição sucinta da aplicação da DSR proposta por Lacerda et al. (2013), possui a seguinte classificação: i) identificar e explicitar o ambiente interno, o ambiente externo (em que local o artefato funcionará); ii) explicar em detalhe como o artefato será testado e iii) descrever os mecanismos que medem os resultados.

O resultado de todo o processo consiste no desenvolvimento, construção e teste do protótipo, *hardware*, para realizar o sensoriamento de temperatura corporal, temperatura ambiente e umidade do ar do local no qual o trabalhador está realizando sua atividade. Posteriormente, os dados coletados são transmitidos para um *web service* em tempo real. Finalmente, após a análise dos dados, os mesmos serão visualizados graficamente numa interface, em um período predeterminado de tempo.

3.1 Estrutura da tese

A tese é composta por quatro artigos, cada qual cumprindo um objetivo no alcance do projeto final: desenvolvimento de um sistema de monitoramento remoto de temperatura corporal, temperatura ambiente e umidade do ar. A tabela 6 ilustra as etapas de construção da pesquisa.

Tabela 6: Detalhamento das etapas, métodos, conceitos fundamentais utilizados na pesquisa e os resultados

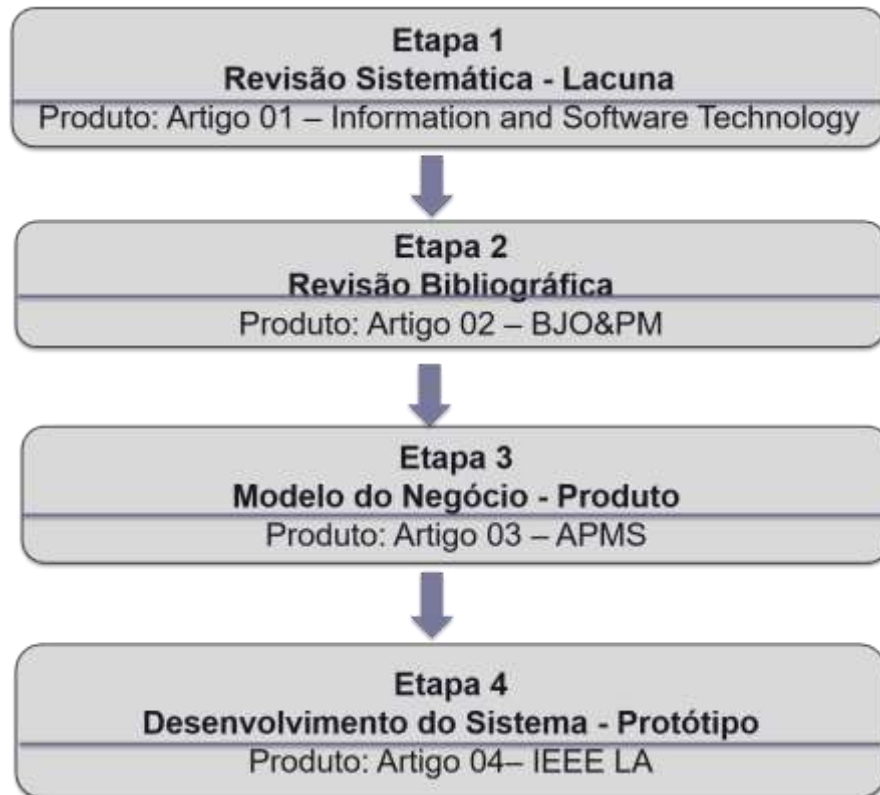
Objetivos específicos da pesquisa	Conceitos fundamentais	Métodos de Pesquisa	Resultado
<ul style="list-style-type: none"> • Encontrar as possíveis lacunas no campo da pesquisa da telemedicina aplicada à saúde ocupacional, relacionadas à prevenção. 	<ul style="list-style-type: none"> • Telemedicina • Saúde ocupacional • Preventivo • Ubíquo ou pervasivo 	<ul style="list-style-type: none"> • Revisão sistemática da literatura 	<ul style="list-style-type: none"> • Artigo 1: submetido à revista <i>Information and Software Technology</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Identificar como a temperatura corporal do trabalhador influencia no desempenho das suas atividades. 	<ul style="list-style-type: none"> • Saúde ocupacional • Segurança no trabalho • Homeostase corporal • Conforto térmico • Estresse térmico 	<ul style="list-style-type: none"> • Revisão da literatura e análise de conteúdo para comparação das teorias e processos. • Construção do modelo simplificado. • Pesquisa quantitativa (<i>survey</i>) e validação da proposição de pesquisa. 	<ul style="list-style-type: none"> • Seção 2.1 do artigo 2: publicado na <i>Brazilian Journal of Operations & Production Management</i> (BJO&PM – 2016) e o questionário no apêndice 1.
<ul style="list-style-type: none"> • Investigar como o pensamento sistêmico pode influenciar os aspectos do produto na modelagem de negócio com <i>business model Canvas</i> (BMC). 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Soft Systems Methodology (SSM)</i> • <i>Business model Canvas (BMC)</i> • Engenharia e análise de valor, • Marketing e inovação tecnológica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Revisão de literatura, voltada para a implantação de um modelo <i>Canvas</i> aplicada à inovação tecnológica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Artigo 3: aceito para publicação pela IFIP. Congresso Internacional Advances in Production Management Systems (APMS) 2016.
<ul style="list-style-type: none"> • Implantar uma solução que seja técnica e economicamente viável, considerando um sistema completo (<i>hardware</i> e <i>software</i>) que poderá auxiliar na eficiência do diagnóstico ao apresentar os dados (TC, TA e UM) em tempo real, possibilitando ao profissional de saúde uma análise histórica dos dados coletados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Engenharia de sistemas. • Engenharia de teste. • Resultados do sistema aplicado. 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Design Science Research (DSR)</i>. • Sistemas e protótipo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Artigo 4: submetido à revista <i>Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE-LA)</i>. Em fase de segunda revisão.

Fonte: própria

A tabela 6 detalha os objetivos específicos, a revisão teórica e os métodos utilizados na elaboração dos artigos ao longo da pesquisa.

A figura 2 apresenta de forma gráfica e resumida como as etapas foram alcançadas e os resultados gerados.

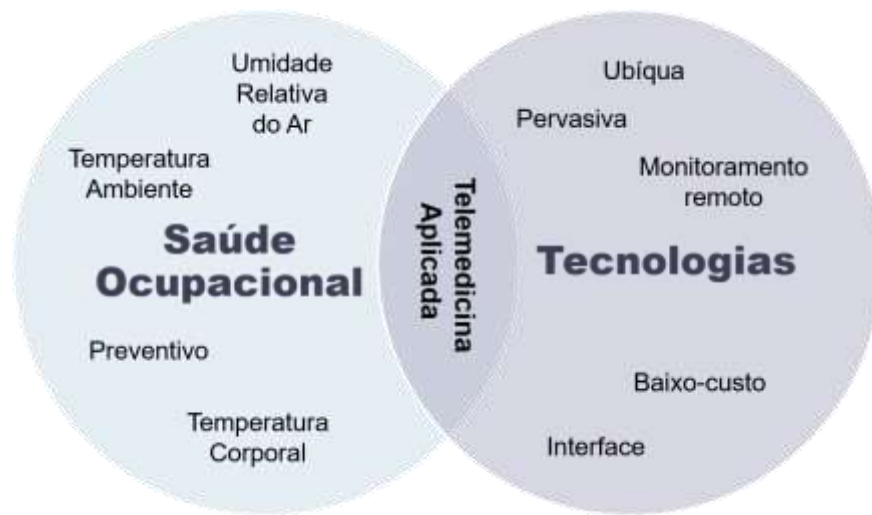
Figura 2: Detalhamento das etapas, métodos, conceitos fundamentais e os resultados alcançados na pesquisa



Fonte: própria

A figura 3 demonstra as áreas de abrangência da pesquisa, na cor azul clara destaca-se a área da saúde ocupacional, na cor cinza, os aspectos da tecnologia e a intersecção apresenta a área identificada como telemedicina aplicada.

Figura 3: Conceitos fundamentais abordados na pesquisa



Fonte: própria

Para a execução do sistema completo foram utilizados direta ou indiretamente os conceitos listados na figura 3.

4 ARTIGOS

4.1 Telemedicine applied to occupational health: a systematic review

Este capítulo apresenta uma revisão sistemática da literatura com ênfase na telemedicina e conceitos de computação ubíqua e pervasiva voltados à prevenção de doenças na saúde do trabalhador. O artigo atende ao primeiro objetivo específico dessa tese. A revisão sistemática da literatura permite que seja possível investigar possíveis lacunas de estudo e diminuir o viés do autor, pois o rigor técnico em sua execução permite replicar o trabalho.

O objetivo principal desse artigo foi verificar o número de estudos que abordam a prevenção utilizando a telemedicina no ambiente laboral. Foram selecionados 37 estudos, dos quais somente um deles aborda todos os conceitos que foram discutidos, sendo eles: telemedicina, sistema preventivo em tempo real, telemedicina na saúde do trabalhador e a construção de novos produtos ou protótipos físicos.

Por meio das análises dos trabalhos foi possível constatar que ainda existem poucos sistemas completos que abordam o tema e que há necessidade da popularização da telemedicina como ferramenta de prevenção para a população em geral, a qual teria como vantagem principal a redução de custos na saúde pública.

Os recursos técnicos permitem que esses sistemas sejam desenvolvidos, porém, existe pouco interesse e investimento de políticas públicas governamentais nessa área.

Este artigo foi submetido à revista *Information and Software Technology*.

Telemedicine applied to occupational health: A systematic literature review

Sergio Gustavo Medina Pereira.¹, Franciele Alves dos Santos Medina¹, Octavio Videira Filho¹, Rodrigo Franco Gonçalves¹

Program in Production Engineering, Paulista University, Dr. Bacelar, 1212, 04026002, São Paulo, Brazil
medinasergio.gustavo@gmail.com, cieli_fran@yahoo.com.br, ovideira@iron.com.br, rofranco@osite.com.br

ABSTRACT

Context: Many laborers worldwide work far from big cities and much of what they do expose them to some kind of health risk. These two aspects, together, relate these labors to higher probabilities of accidents and illnesses. Preventive systems are important, therefore, because, besides enhancing their quality of life, also reduce public and private health costs.

Objective: This work seeks to identify, in its first stage, the last ten-years studies in this area. As well as, proposes to verify the “state of the art” and eventual gaps in Applied Telemedicine.

Method: A systematic literature review was developed on published literature regarding the subject matter was accomplished on 5 different databases. Where it was possible to extract 151 articles published between 2012 and 2016. From those articles, 24 were disregarded due to content repetition and only 37 out of the remaining were selected to compose this work.

Results: From those 37 articles, only 7 used Telemedicine on Occupational Health, restricted, however, to astronauts, firefighters, farmers and maritime labors. Among those, 13 items were identified as preventive tools. Finally, we present directions for future research.

Conclusion: The results of this review lead to the conclusion that: there is a great potential towards a deeper emphasis on Telemedicine on Occupational Health; the existing technology nowadays supports technical demands in this area; but a higher investment on pervasive policies on Preventive Health Problems is required.

Keywords: Telemedicine, Preventive, Pervasive, Workers.

1 Introduction

Each day Internet access increases, therefore more and more people grant access to the Web. Mobile networks become popular to all classes of the population. Anastasiou et al. (2015) indicates that one third of smartphone users access health applications, certifying that this number doubled in the past two years. This piece of data may indicate a tendency, testifying that further to communication and leisure the smartphones are used to monitor health. This brings back the discussion of Telemedicine and its uses.

This model uses both Information Technology and Communication (ITC) which is available through remote services. This online set up turns easier the access to these services and contributes with cost reduction of face-to-face healthcare (LI et al., 2012). Furthermore, this set up can increase individuals' general health, through preventative actions and faster illnesses diagnosis.

Those enhancements launched and made possible ubiquitous systems, which were the predecessors for remote healthcare services (Telemedicine). Telemedicine can also be defined as: “a mobile health service which surpasses space and time limitations allowing environmental and biological variables to be monitored through sensors, transmitted online and treated by a specific healthcare professional” (PARK et al., 2014).

With all this technology, available nowadays, we live in a pervasive (omnipresent) environment where this technology is available but not recognized. This environment allows devices to interact establishing automated connection among them. The developed and countries in development should invest in Telemedicine, promoting besides sick person's care, illnesses prevention, as well as, promoting healthy habits (KAMSU-FOGUEM and FOGUEM, 2014).

Anastasiou et al. (2015) concludes in his studies that Telemedicine and all related resources may result in Health Systems benefits, besides increases treatment adherence of sick people.

This systematic literature review contributes to identify the existence of other Works which explore Telemedicine resources, mainly those applied to Occupational Health. This also explores the results and seeks for “state of the art”, and also new products or prototypes developed in this area.

This article is organized, as follows: Methodology used is described in section 2, together with the research strings and questions this article intends to answer; The numerical results of the systematic review are available in Graphics and Tables in section 3. The approach towards the answers to questions are available in section 4; The conclusions and suggestions to future Works compose the section of 5 of this work.

2 Methodology

A systematic literature review on published literature is a method of identifying, evaluating and analyzing all relevant researches available regarding the subject matter of the research, or a topic of a specific area, or even, one phenomenon of special interest (KITCHENHAM, 2004).

According to Contandriopoulos et al (2010), a systematic review on published literature, induces the reconstruction of the conceptual model, on the methodology adopted upon the related bibliographic sources previously selected. The method included steady procedures and disclosed in such a manner that allows its replication, turning the results scientifically valid.

A systematic literature review on published literature cares for the substantiation of empirical evidences, which may be obtained using a great variety of different techniques among different contexts (BRERETON, 2007).

The option for the systematic literature review as a method allows positive aspects to the research, as for example: the possibility of replication of the work; reduces authors’ bias; allows updates; allows identification of gaps in the subject matter.

The methodology is essentially based on three phases: Planning, execution, and report creation, as displayed in figure 1.

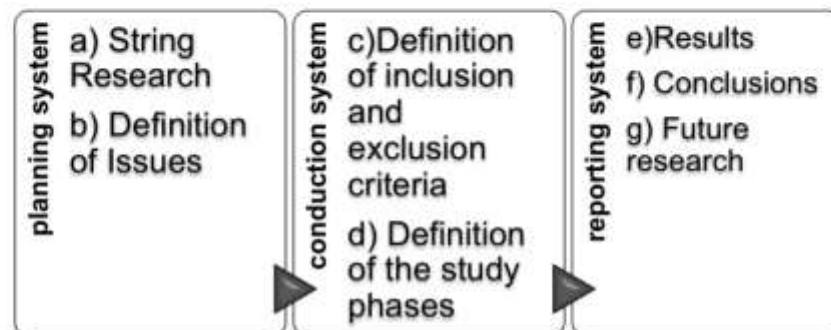


Figure 1: Activities in the systematic literature review
Source: Authors, adapted from Kitchenham (2004)

This work focused on investigating “state of the art” in Applied Telemedicine on Occupational Health. In this context, it was necessary to include other variables as ubiquitous systems and aspects of an illness preventive system based on Telemedicine.

2.1 Research Questions

The study of Telemedicine increases as the development of concerned technologies develops, thus supplying technical support to Telemedicine.

The main objective of this research it is to check for the existence applicable of Occupational Health preventive systems which uses Telemedicine as a source for new products and prototypes.

This reasoning rouse the 3 questions hereunder, which is the basis for this work:

Q1. Is there a relationship between Telemedicine and Occupational Health or any work on this matter?

- Q2. Which preventative areas of the Occupational Health were treated in these systems?
 Q3. Are there any prototypes already developed?

2.2 Search Strategy

This section discloses the strategy used in the research, thus facilitating the replication of the research focusing on answering the questions presented in section 2.1 above.

Table 1: Terms that form the search strings.

A1. Telemedicine	B1. Ubiquitous	C1. Preventive
	B2. Pervasive	C2. Occupational Health

The Keywords used in the search as displayed in Table 1, were combined and ordered as follows

1. A1 AND C1
2. A1 AND C2
3. A1 AND (B1 OR B2) AND C1
4. A1 AND (B1 OR B2) AND C2

The data bases researched were the international available data as displayed in Table 2, hereunder. These data bases have selected once they are relevant and adhering to the subject of this work.

Table 2: Databases used in the search.

Database	Source
ISI - Web of Knowledge	http://www.webofknowledge.com
Science Direct	http://www.sciencedirect.com
IEEE Xplore	http://ieeexplore.ieee.org
Scopus	http://www.scopus.com/
ACM Digital Library	http://dl.acm.org/

The research figures will be displayed in results of systematic literature review in section 3, through Tables and Graphics.

2.3 Study selection and the inclusion and exclusion criteria

This work was performed in 3 phases.

The first phase, stands for the development of the research questions as show in section 2.1.

The second phase consisted in the analysis of the existing Works comparing them to the subject of this work. In this phase the research Inclusion or Exclusion criteria displayed in Table 3 and the requisites related hereunder prevailed.

To the research the following steps were followed:

- 1) Research on pre-defined strings applied to all the years.
- 2) Research on pre-defined strings applied starting on 2012.
- 3) Filter the results per Title and Keywords.
- 4) Filter the results per abstract.
- 5) Filter the results per level of adherence to the subject of this work.

The step 1 focused on verifying the if there was any growth of publications towards the subject matter of this work in the past 10 years.

The step 2 focused on the material to be utilized in this work, aiming "state of the art" of the subject in the past 5 years.

The articles selected in step 2, were analyzed by its titles and against the keywords. In this step 42 articles were excluded.

In step 4, abstract analysis 48 articles were excluded.

The criteria adopted for the inclusion or exclusion of the Works towards adherence to the subject of this work are displayed in Table 3 hereunder.

Table 3: Inclusion and exclusion criteria per phase.

Criteria	
Inclusion	1) Only published work in journal or proceedings. 2) Works published in the past 10 years (2006-2016) 3) Only English.
Exclusion	1) Not duplicated, that appear in more than one database. These works were accounted for only once. 2) Congress works that not relevant in the area of study. 3) Not editorials, workshops or panels.

The third phase of the review was the analysis of the articles selected which had shown any adherence to the subject matter of this work. The section 4 will cover the analysis of the Works selected.

3 Results of systematic literature review

This section displays the results of the systematic review of the publications. The evaluation of the results through the questions made will be discussed in section 4.

Figure 2 displays the total number of articles published per year in the past 10 years (2006-2016).

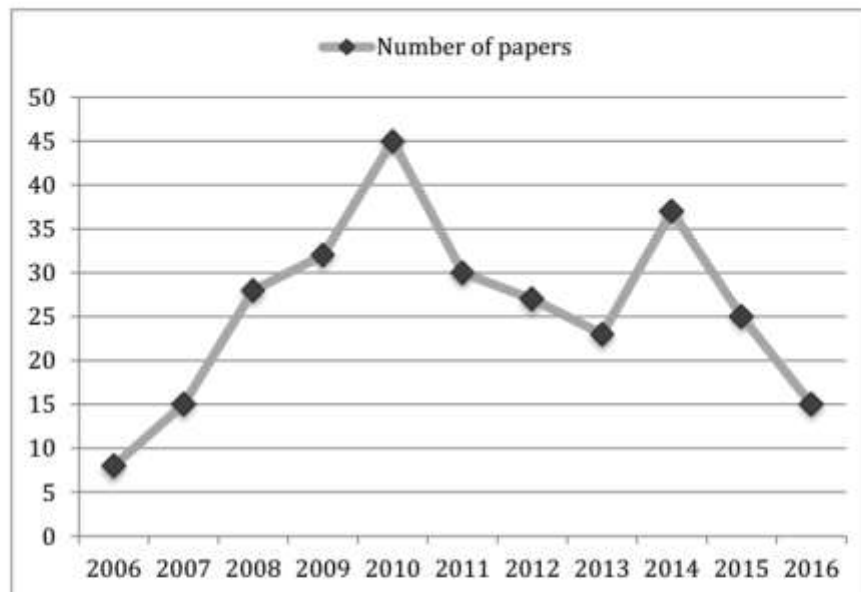


Figure 2: Number of papers published in the 2006-2016 period.

Between 2008 a 2015 the number of papers published averaged approximately 30 articles per year. The research performed in 2016 covered up to October, however, may increase in the last 3 months.

It is also possible to observe that specifically in 2010 and 2014 there was a significant increase in the number of articles. In 2010, 45 articles were published whereas in 2014 there were 37.

Figure 3 shows each data base contribution to the total researched areas.

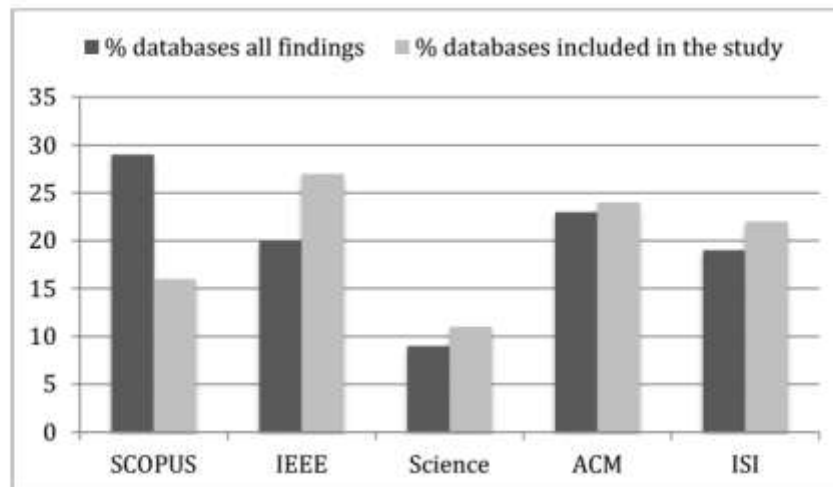


Figure 3: Number of papers found by databases between the years 2006-2016

The first bar displays the participation of the data bases in percentage in relation to the 127 articles found in the research. The second bar displays the percentage of the data bases in relation to the 37 articles included in this research. The major difference was found in Scopus data base, once the majority of the Works published were related to the medical area.

The table 4 display the quantity of articles found in different data bases using the strings defined in section 2.2 above. It is possible to observe that all data bases retrieved a great number of findings using the first two research strings. Whenever the Keyword ubiquitous and pervasive were added there had been a Strong reduction of findings, which may show a possible lack of Works on this area,

Table 4: Systematic literature review data from 2012 to 2016 by String and database.

Strings	Databases				
	SCOPUS	IEEE	SD	ACM	ISI
A1 AND C1	19	14	7	0	21
A1 AND C2	14	9	4	27	3
A1 AND (B1 OR B2) AND C1	4	3	0	1	0
A1 AND (B1 OR B2) AND C2	0	0	0	1	0

From a total of 151 articles found between 2012 and 2016, 24 articles were excluded due to duplications of the same work in different data bases. From the remaining 127 only 37 articles have adhered to the research. Figure 4 displays the relationship between the articles included and excluded from the work.

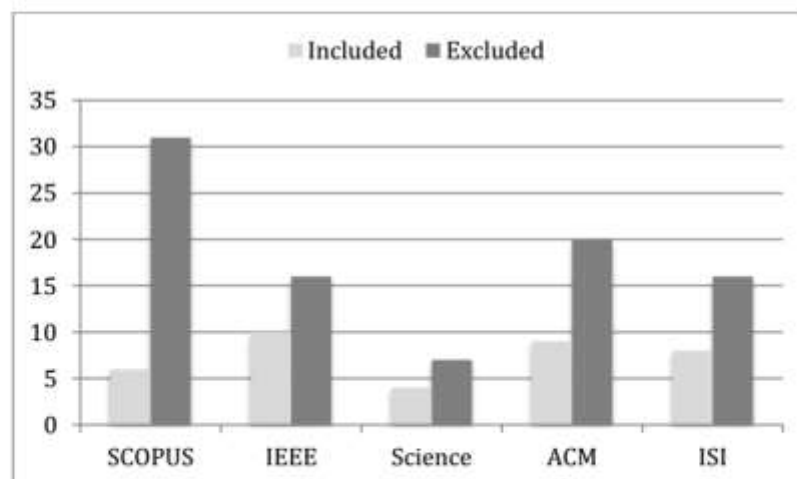


Figure 4: Relationship between included and excluded works in the survey per database.

The final analysis of the findings in the data bases focusing the technology areas, such as IEEE and ACM were the ones mostly useful for this work.

4. Discussion

In this section the objective it is to discuss the initial objectives of the work (answer the initial questions), and point out possible gaps and open question aiming future Works.

For the analysis of the Works a researched was performed towards the items developed in each of the Works. Only one of the Works did not include Telemedicine in its contents (Table 5).

Table 5: Studies selected in the review

Selected study	Telemedicine	Preventive (RealTime)	Telemedicine in Occupational Health	New Product or Prototype
ANASTASIOU A. et al. Monitoring of compliance on an individual treatment through Mobile Innovations.	X	X		
B. KAMSU-FOGUEM; C. FOGUEM. Could telemedicine enhance traditional medicine practices?	X			
BACHHAL G. S.; SANDHU A. K. Remote Patient Health Alert System.	X			
BAEVSKY, R. M. et al. Problems of developing space technologies for medical control applied to problems of «Home Medicine».	X			X
BHATIA, D.; AROUL, A. L. P. Antenna Designs for Wearable Body Sensor Communication.	X	X		
BROWN-CONNOLLY N. E. et al. Mobile Health Is Worth It! Economic Benefit and Impact on Health of a Population-Based Mobile Screening Program in New Mexico.	X			
EBERT D. D. et al. Efficacy and cost-effectiveness of minimal guided and unguided internet-based mobile supported stress-management in employees with occupational stress: a three-armed randomised controlled trial.	X		X	
GUPTA A. et al. Tele Health Therapy: An Ambient Technology.	X		X	
HOENIG H. A et al. A Quality Assurance Study on the Accuracy of Measuring Physical Function Under Current Conditions for Use of Clinical Video Telehealth.	X			
ILAHİ L. et al. Healthcare Information Systems Promotion: From an Improved Management of Telemedicine Processes to Home Healthcare Processes.	X			
JOSHI, V. et al. Highly Survivable Bed Pressure Mat Remote Patient Monitoring System for mHealth.	X			X
KIRKHORN, S; et al. Implementation of a Novel Occupational and Environmental Medicine Specialty Teleconsultation Service: The VHA Experience.	X		X	

KUSK K. et al. Feasibility of Using a Lightweight Context-Aware System for Facilitating Reliable Home Blood Pressure Self-Measurements.	X	X		X
LAI, D. T. Keynote Talk: Harnessing Health IOT for Smart Healthcare.	X	X		
LEFKOWITZ R. Y. et al. "Injury, Illness, and Work Restriction in Merchant Seafarers".	X		X	
LI S.-H. et al. Design and Implementation of a Telecare Information Platform.	X	X		
LIN Y.-D. et al. Simultaneous heartbeat and respiration monitoring using ppg and riiv on a smartphone device.	X			
LOKKERBOL J. et al. Improving the cost-effectiveness of a healthcare system for depressive disorders by implementing telemedicine: a health economic modeling study.	X			
LOVELOCK K. The injured and diseased farmer: occupational health, embodiment and technologies of harm and care.			X	
MARZUKI, N. M. et al. Evaluation of Telehealth implementation in government primary health clinics - A study protocol.	X			
MOHAMMAD, B. et al. Saleh, H. Portable Wireless Biomedical Temperature Monitoring System: Architecture and Implementation.	X	X		X
MOULIN, T; Simon, P. e-Health - The internet of things and telemedicine.	X	X		
ORLOV O. et al. Potential markets for application of space medicine achievements.	X			
PARK R. C. et al. Picocell based telemedicine health service for human UX/UI.	X			
PARK R.C. et al. Telemedicine health service using LTE-Advanced relay antenna.	X	X		X
POPOV A. System Health Management and Space Medicine Predictive Diagnostics. Common Concepts and Approaches.	X	X	X	
RANGEL J. M.; GARZON C. L. A Network Design Methodology Proposal for E-Health in Rural Areas of Developing Countries.	X			
RICCI G. et al. Medical assistance at the sea: legal and medico-legal problems.	X		X	
SANDULESCU, V.; DOBRESCU, R. Wearable System for Stress Monitoring of Firefighters in Special Missions.	X	X	X	X
SHOJANOORI R.; JURIC R. Semantic Remote Patient Monitoring System.	X	X		
SOH P. J. et al. Wearable Wireless Health Monitoring: Current Developments, Challenges, and Future Trends.	X	X		
SPETHMANN S. et al. Electrocardiographic monitoring during marathon running: a proof of feasibility for a new telemedical approach.	X	X		
SUZUKI T. et al. Wearable Wireless Vital Monitoring Technology for Smart Health Care.	X	X		X
TARAPIAH, S et al. Smart Real-Time Healthcare Monitoring and Tracking System using GSM/GPS Technologies.	X	X		X

TOTH-LAUFER, E.; VARKONYI-KOCZY, A.R. A Soft Computing-Based Hierarchical Sport Activity Risk Level Calculation Model for Supporting Home Exercises.	X	X
VELSEN L. V. et al. eLabEL: Living Labs for Implementation and Evaluation of Integrated Technology in Primary Care.	X	
ZHANG W. et al. A Secure and Scalable Telemonitoring System Using Ultra-Low Energy Wireless Sensor Interface for Long-Term Monitoring In Life Science Applications.	X	X

Q1. Is there a relationship between Telemedicine and Occupational Health or any work on this matter?

From a total of 36 articles analyzed in this work only 7 Works mentioned Telemedicine focusing in Occupational Health. This may represent that this area has not been well developed so far.

Telemedicine is recognized as an important matter by World Health Organization aiming the treatment of people with some kind of illness. An observatory had been established to identify and monitor the development initiatives in E-health. Additionally, a guide with best practices, policies and standards have been created towards the use and development of Telemedicine (Ricci et al., 2014).

Some definitions for the expression Telemedicine were found in the selected Works. Telemedicine can be split into two, once "tele" means afar and the word "medicine" is related to health. So, the expression Telemedicine had been forged to mean health care performed afar. Another definition found is that Telemedicine is a Health care system which is performed remotely, in which hospital and physicians must share information and Technologies. In short, Telemedicine is a technology that may be applied at any time anywhere, using technological resources and online services (either wired or wireless) (Bachhal and Sandhu, 2013; Ilahi et al., 2014; Park et al., 2015).

Telemedicine must also measure and analyze sick person's data (i.e. vital signs, among others) and transfer this data to the system that is simultaneously accessed and analyzed by a medical team. These solutions are part of the use of Information Technology and communication (ICT) via Internet and linkage with people involved in the process. The data may be accessed using desktop, notebook, tablets e smartphones (Bachhal and Sandhu, 2013; Park et al., 2015).

Once this is an innovation in Healthcare, one gap detected is the lack of legislation treating the medical doctors and team's liabilities (Ricci et al., 2014).

The authors (Ricci et al., 2014) conclude, in their Works that the ethical principles and applications are already available for the medicine and these must also apply to Telemedicine.

Telemedicine may apply not only in the treatment of illnesses, but also in preventative care, as well as in illnesses diagnosis (Park et al., 2015).

Q2. Which preventative areas of the Occupational Health care where treated in these systems?

In the researched articles, some Occupation health areas related to Telemedicine were detected. These, were not directly related to prevention care, however. Their scopes were related to astronauts, firemen, farmers and maritime labors

The Works, in this systematic review, that approach Telemedicine and real time prevention care amount 13 Works. The work of Sandulescu and Dobrescu (2015) was both considered in Q1 and Q3, once approaches Telemedicine, prevention care Occupational Health care also including a developed prototype.

The scarce number of Works about this subject, makes this work even more relevant when we relate the subject with the sick leave costs versus prevention health care policies that could be adopted.

In the United States of America, the prevention health care costs range from 5% to 10% of the total health care. This is places the States only in eighth place among 23 countries investing in organizations of development and public health care services. The results of the research point out that a strategy of a preventative public health care, if correctly applied, promotes a considerable return of tax-dollars (Brown-Connolly et al., 2014).

Another remarkable Work accomplished by Lefkowitz et al., (2015) indicates that in maritime

labors' illnesses occur 3 times more frequently than those related directly to maritime activities. Another Work (Ricci et al., 2014), still connected to maritime labors, conclude that Telemedicine can be considered as the most accessible healthcare technology, but it is still a challenge to all people directly involved with remote medicine. Authors also highlight the importance of supplying quality healthcare services to all labors subject to hazardous work in remote places.

Lefkowitz et al. (2015) in his work, suggests that there are few Works that relate the illness to its reduction on human labor performance. The conclusion is that the illnesses and the limitation caused by diseases may cause considerable restrictions to maritime work, which could be considerably reduced if preventative approach applies.

Other illnesses, such as depression (Lokkerbol et al., 2014) and Occupational stress (Ebert et al., 2014) were also evaluated, once they were regarded as relevant, and all acknowledged benefits of preventative healthcare treatment to heal these illnesses. In his Work Lokkerbol et al. (2014) used and analyzed two different scenarios applying Telemedicine and in both the Telemedicine was considered efficient to prevent the illnesses and their consequences.

The authors of the Works, above mentioned, testify that preventive healthcare treatments helps healthcare structures to be more profitable and preventive healthcare interventions in labor work are both efficient and bring cost-saving effectiveness, once they prevent sick leave which annually cost much to all organizations and public healthcare systems. The preventive Telemedicine was considered a promising strategical option to the traditional healthcare system (Lokkerbol et al., 2014; Ebert et al., 2014).

Q3. Are there any prototypes already developed?

There were prototypes developed on the subject, in 7 of the Works analyzed. To this Work, prototype was considered only the hardware (tangible product). Software or applications to mobile devices not related to hardware were disregarded.

From the 7 Works analyzed only 1 was developed to be used in Telemedicine for preventive Occupational Healthcare. Sandulescu and Dobrescu (2015) developed, in their Work, a shirt that monitored physiological signs of firemen and the environment conditions (temperature and relative humidity) while performing a specific mission.

Other 5 Works contained a system with a hardware prototype, which can also be used in preventive Occupational Healthcare as displayed in Table 6.

Table 6: Systems containing hardware prototypes (developed and built)

Year	Author	Description
2013	Kusk at al.	Local system that checks whether the user correctly measures blood pressure.
2013	Mohammad et al.	Local Body temperature monitoring, focusing seniors and babies, with no network connection.
2013	Suzuki et al.	Monitoring of Heart beats, temperature and a speed meter that transmits data using Bluetooth.
2015	Sandulescu and Dobrescu	A shirt that monitors real time physiological signs of firemen in action via ZigBee.
2016	Tarapiah et al.	Emits critical data and alerts of a specific patient to his physician in a Hospital Intensive Care room

Joshi et al. (2012) in his article deeply covered data transmission with special emphasis to mobile network in order to prevent data loss (DLP) due to disconnections to the network. Zhang et al. (2013) created a prototype for data security and information cryptography.

5 Conclusion and future works

The present existing technology grants the development of complete solution to the matter. This solution involves integrated hardware and software prototypes, enabling remote monitoring, thus including

ITC solutions that store and transmit real time data, which will be analyzed by a skillful physician hence supporting labor's needs, no matter how far, how remote and how hazardous labors activities are.

The countries invest a small portion of the Healthcare funds in preventative Healthcare procedures. Using Telemedicine, it will be possible to: prevent and diagnose illnesses in remote locations, prescribing the correct treatment to heal those. This will reduce the commuting costs and timing and the hospital overload, among other benefits. Electronic devices have become very popular in past few years, specially smartphones, which makes this healthcare approach nearer to the overall population.

The sick leave costs are high to the organizations and country governments and their healthcare systems.

A future Works suggestion is to check with organizations if there is any interest in adopting Preventive Healthcare policies via Telemedicine with their employees and calculate if the return rate to the investment to be made with (hardware and software) will pay the costs and bring benefits to the organizations.

6 References

ANASTASIOU A.; GIOKAS K.; KOUTSOURIS D. **Monitoring of compliance on an individual treatment through Mobile Innovations**. Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc. 2015.

BACHHAL G. S.; SANDHU A. K. **Remote Patient Health Alert System**. APCHI '13 Proceedings of the 11th Asia Pacific Conference on Computer Human Interaction. Pages 167-173, 2013.

BAEVSKY, R. M; BAEVSKY, A.; BERSENEV, E.; CHERNIKOVA, L. A. **Problems of developing space technologies for medical control applied to problems of «Home Medicine»**. Space Life Sciences Symposium (IAC), 2014.

BRERETON P.; KITCHENHAN B. A.; BUDGEN D.; TURNER M.; KHALIL M. **Lessons from applying the systematic literature review process within the software engineering domain**. The Journal of Systems and Software, 80, 571–583, 2014.

BROWN-CONNOLLY N. E.; CONCHA J. B.; ENGLISH J. **Mobile Health Is Worth It! Economic Benefit and Impact on Health of a Population-Based Mobile Screening Program in New Mexico**. TELEMEDICINE and e-HEALTH. 20, 18 – 23, 2014.

CONTANDRIOPOULOS D.; LEMIRE M.; J DENIS. -L. Tremblay E. **Knowledge exchange processes in organisations and policy arenas: a narrative systematic review of the literature**. *Millbank Quarterly*, 88, 444-483, 2010.

EBERT D. D.; LEHR D.; SMIT F.; ZARSKI A.-C.; ROPER H.; HEBER E.; CUIJPERS P.; BERKING M. **Efficacy and cost-effectiveness of minimal guided and unguided internet-based mobile supported stress-management in employees with occupational stress: a three-armed randomised controlled trial**. BMC Public Health 14:807, 2014.

GUPTA, A.; VERMA, A.; KALRA, P. **Tele Health Therapy: An Ambient Technology**. Proceedings of Global Conference on Communication Technologies (GCCT), 2015.

HOENIG H.; TATE L.; DUMBLETON S.; MONTGOMERY C.; MORGAN M.; LANDERMAN L. R.; CAVES K. **A Quality Assurance Study on the Accuracy of Measuring Physical Function Under Current Conditions for Use of Clinical Video Telehealth**. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. 94:998-1002, 2013.

ILAHİ L.; GHANNOUCHI S. A.; MARTINHO R. **Healthcare Information Systems Promotion: From an Improved Management of Telemedicine Processes to Home Healthcare Processes**. Second International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality – TEEM'14, 2014.

JOSHI, V.; HOLTZMAN, M.; ARCELUS, A.; GOUBRAN, R.; AND KNOEFEL, F. **Highly Survivable Bed Pressure Mat Remote Patient Monitoring System for mHealth**. 34th Annual International Conference of the IEEE EMBS, San Diego, California USA, 2012.

- KAMSU-FOGUEM B.; FOGUEM C. **Could telemedicine enhance traditional medicine practices?** European Research in Telemedicine/La Recherche Européenne en Télémedecine. 3:117—123, 2014.
- KIRKHORN S.; EATON J.; MOHAMMAD A.; HODGSON, M. **Implementation of a Novel Occupational and Environmental Medicine Specialty Teleconsultation Service: The VHA Experience.** Journal of occupational and environmental medicine / American College of Occupational and Environmental 57: 173–177, 2015.
- KITCHENHAM, B. **Procedures for Performing Systematic Reviews.** 2004.
- KUSK K.; NIELSEN D. B.; THYLSTRUP T.; RASMUSSEN N.H.; JØRVANG J.; PEDERSEN C. F.; WAGNER S. **Feasibility of Using a Lightweight Context-Aware System for Facilitating Reliable Home Blood Pressure Self-Measurements.** 7th International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare and Workshops, 2013.
- LAI D. T. **Keynote Talk: Harnessing Health IOT for Smart Healthcare.** Proceedings of the First Workshop on IoT-enabled Healthcare and Wellness Technologies and Systems, 2016.
- LEFKOWITZ R. Y.; SLADE M. D.; REDLICH C. A. **“Injury, Illness, and Work Restriction in Merchant Seafarers”.** AMERICAN JOURNAL OF INDUSTRIAL MEDICINE 58:688–696, 2015.
- LI S.-H.; WANG C.-Y.; LU W.-H.; LIN Y.-Y.; YEN D. C. **Design and Implementation of a Telecare Information Platform.** J Med Syst 36:1629–1650, 2012.
- LIN Y.-D.; HO H.-Y.; TSAI C.-C.; WANG S.-F.; LIN K.-P.; CHANG H.-H. **Simultaneous heartbeat and respiration monitoring using ppg and riiv on a smartphone device.** Biomedical Engineering: Applications, Basis and Communications 25, 2013.
- LOKKERBOL J.; ADEMA D.; CUIJPERS P.; REYNOLDS III C. F.; SCHULZ R.; WEEHUIZEN R.; SMIT F. **Improving the cost-effectiveness of a healthcare system for depressive disorders by implementing telemedicine: a health economic modeling study.** Am J Geriatr Psychiatry 22: 253–262, 2014.
- LOVELOCK K. **The injured and diseased farmer: occupational health, embodiment and technologies of harm and care.** Sociology of Health & Illness 34:576–590, 2012.
- MARZUKI N. M.; ISMAIL S.; MOHSEIN N. AL-SADAT A.; EHSAN F. Z. **Evaluation of Telehealth implementation in government primary health clinics - A study protocol.** International Conference in Green and Ubiquitous Technology, 2012.
- MOHAMMAD B.; ELGABRA H.; ASHOUR R., SALEH H. **Portable Wireless Biomedical Temperature Monitoring System: Architecture and Implementation.** 9th International Conference on Innovations in Information Technology (IIT), Abu Dhabi, 2013.
- MOULIN, T; SIMON, P. **E-Health - The internet of things and telemedicine.** Correspondances en MHND 20:58-64, 2016.
- ORLOV O.; BELAKOVSKIY M.; KUSSMAUL A. **Potential markets for application of space medicine achievements.** Acta Astronautica 104:412–418, 2014.
- PARK R. C.; JUNG H.; CHUNG K.; YOON K.H. **Picocell based telemedicine health service for human UX/UI.** Multimed Tools Appl 74:2519–2534, 2015.
- PARK R.C.; JUNG H.; SHIN DK.; CHO YH; LEE KD. **Telemedicine health service using LTE-Advanced relay antenna.** Personal and Ubiquitous Computing, 18:1325–1335, 2014.
- POPOV, A. **System Health Management and Space Medicine Predictive Diagnostics. Common Concepts and Approaches.** IEEE Aerospace Conference, 2012.

- RANGEL J. M.; GARZON C. L. **A Network Design Methodology Proposal for E-Health in Rural Areas of Developing Countries.** Proceedings of the 6th Euro American Conference on Telematics and Information Systems 339-345, 2012.
- RICCI G.; PIRILLO I.; RINUNCINI C.; AMENTA F. **Medical assistance at the sea: legal and medico-legal problems.** Int Marit Health 4: 205–209, 2014.
- SANDULESCU V.; DOBRESCU R. **Wearable System for Stress Monitoring of Firefighters in Special Missions.** The 5th IEEE International Conference on E-Health and Bioengineering – EHB, 2015.
- SHOJANOORI R.; JURIC R. **Semantic Remote Patient Monitoring System.** Telemedicine and e-health 19:129 – 136, 2013.
- SOH P. J.; VANDENBOSCH G. A. E.; MERCURI M.; SCHREURS D. **Wearable Wireless Health Monitoring: Current Developments, Challenges, and Future Trends.** IEEE Microwave Magazine, 2015.
- SPETHMANN S.; PRESCHER S.; DREGER H.; NETTLAU H.; BAUMANN G.; KNEBEL F.; F KOEHLER.. **Electrocardiographic monitoring during marathon running: a proof of feasibility for a new telemedical approach.** European Journal of Preventive Cardiology, 21: 32–37, 2014.
- SUZUKI T.; TANAKA H.; MINAMI S; YAMADA H.; MIYATA T. **Wearable Wireless Vital Monitoring Technology for Smart Health Care.** 7th International Symposium on Medical Information and Communication Technology (ISMICT), 2013.
- TARAPIAH S; AZIZ K; ATALLA S; ISMAIL S. H. **Smart Real-Time Healthcare Monitoring and Tracking System using GSM/GPS Technologies.** International Journal of Computer Applications 142, 2016.
- TOTH-LAUFER E.; VARKONYI-KOCZY A.R. **A Soft Computing-Based Hierarchical Sport Activity Risk Level Calculation Model for Supporting Home Exercises.** IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement 63, 2014 .
- VELSEN L. V.; D'HOLLOSY W. O. N.; HERMENS H. **eLabEL: Living Labs for Implementation and Evaluation of Integrated Technology in Primary Care.** Proceedings of the 8th International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare 256-257, 2014.
- ZHANG W.; PASSOW P.; JOVANOVC E.; STOLLA R.; THUROW K. **A Secure And Scalable Telemonitoring System Using Ultra-LowEnergy Wireless Sensor Interface For Long-Term Monitoring In Life Science Applications.** International Conference on Automation Science and Engineering (CASE), 2013.

4.2 Proposal for a low-cost technique for remote monitoring of body temperature: an application for work safety

Este artigo tem como objetivo propor uma solução técnica de baixo custo no acompanhamento a distância de trabalhadores que operam em áreas de risco, ou sob fortes influências externas. A metodologia utilizada foi a revisão da literatura pesquisada em artigos de congressos, revistas e teses. O protótipo I (dispositivo/*hardware*) foi desenvolvido e construído para medir a temperatura corporal de um trabalhador, a temperatura do ambiente e a umidade relativa do ar, por meio de uma pesquisa aplicada.

Este artigo está organizado da seguinte forma: a seção 1 corresponde à introdução; na seção 2 são apresentados os conceitos teóricos telemetria e trabalhos relacionados sobre saúde e segurança no trabalho e correspondem (seção 2.1), em parte, ao segundo objetivo específico dessa tese. A seção 3 trata da metodologia adotada e a seção 4 aborda algumas questões técnicas do sistema de monitoramento expresso em um diagrama de blocos. Os resultados são abordados na seção 5. Finalmente, na seção 6 são apresentadas as considerações finais, limitações, trabalhos futuros e implicações práticas.

Como discussão final, a escolha de monitorização remota de sinais tem como propósito auxiliar os trabalhadores envolvidos em atividades de risco e que precisam de monitoramento em tempo real.

O sistema pode auxiliar na eficiência de diagnósticos, fornecendo os dados em tempo real, permitindo que o profissional de saúde tenha mais confiança ao analisar o histórico de dados, que são apresentados em um gráfico e referem-se a um período predeterminado, no qual a faixa de medição pode ser facilmente definida.

Este artigo foi publicado no *Brazilian Journal of Operations & Production Management* (BJO&PM) - Vol. 13 (n.º 2). Ano 2016. Páginas 218 – 224.



PROPOSAL FOR A LOW-COST TECHNIQUE FOR REMOTE MONITORING OF BODY TEMPERATURE: AN APPLICATION FOR WORK SAFETY

Sergio Gustavo Medina Pereira^a; Franciele Alves dos Santos Medina^a; Rodrigo Franco Gonçalves^a; Sergio Schina de Andrade^b

^aUniversidade Paulista (UNIP) - São Paulo, SP, Brazil

^bECIL Energia - Santana de Parnaíba, SP, Brazil

ABSTRACT

Purpose – This study aims to propose a cost-effective technical solution in monitoring the distance of workers operating in hazardous areas or under strong external influences.

Design/methodology/approach – The methodology that was used is a literature review in two steps; a) Papers basis were survey for the data search without filter; b) It was included a filter in the research from the year 2010.

Findings – A prototype was built to measure body temperature, relative air humidity and ambient temperature through of an applied research. As a result, the system's first tests were stable solution and for using open source tools it was possible to develop a low cost prototype.

Research limitations/implications – The limitation of this work is that only were monitored body temperature, environment and humidity. In the future will be included monitoring of heart rate, blood pressure, and resistance galvanometer.

Practical implications – Body temperature data is displayed in a graph, within a predetermined period, wherein the measurement range can be easily set.

Originality/value – The system may assist in the efficiency of diagnosis by providing the data in real time, allowing a professional of health more reliability when analyze the historical of data.

Keywords: body temperature, mobile health, occupational health, safety, prototype, monitoring.



1. INTRODUCTION

Safety in the workplace is a topic that triggers many studies and raises some discussions on appropriate measures to be met by the organizations.

Sinelnikov *et al.*, (2015) asserts that when organizations increase health and safety at work for an important organizational value, it is expected considerable investments in resources for measurement and performance. The growth and popularization of systems aimed at occupational safety and health had significant rise in the world from the 90's which generates a significant increase in concern and adequacy of performance measurement techniques and tools.

When dealing with occupational health and safety, you can see two approaches, one which deals with security related to handling equipment and the second addressing workers' health (Sinelnikov *et al.*, 2015). This research addresses the prevention of accidents with a focus on health and well being of the person, considering that working environments should provide good conditions for workers, as follows: appropriate temperature and humidity, light enough, among others.

An important point is the well being of workers who labor in environments with extreme situations; external work is an example where they face very high or low temperatures. Workers with excessive exposure to heat can suffer elevation of body temperature and sleepiness can lead to physical collapse (Steen, 2001; Alahmer *et al.*, 2011; Medeiros *et al.*, 2013).

In this context, the biggest challenge is to detect the oscillation of the worker's body temperature in the workplace, performed remotely, and how health professionals can intervene before any type of abnormality occurs, which can cause more serious accident. And also when there is the need to maintain a continuous patient monitoring. The updating of vital data is essential for obtaining successful treatment of diseases considered critical, such as the treatment of diabetic patients in which the aim is to keep the level of insulin at a level considered stable and vital to the survival of the same. Thus, there are systems capable of monitoring the insulin level in real time, such as equipment CGMS (continuous glucose monitoring system) of Meditronic - Multinational development of medical equipment, which ended up being the most widely used equipment worldwide (Minicucci *et Franco*, 2010).

The choice of remote monitoring system topic of body temperature wireless emerged in order to give more aid to those involved in risky activities and who need real-time monitoring. A large part of the initiatives related to safety and health of workers are still evaluated precariously. Outdated based on metrics such as the mortality rate and injury accidents.

It is noticed that these measures focused on failure ever conducted, evaluated after the incident, are less useful to assist organizations in their decision-making and actions for continuous improvement (Sinelnikov *et al.*, 2015). The system helps the efficiency of diagnosis by providing the data in real time, allowing health professionals to greater safety due to the possibility of a historical analysis of data, allowing predict or foresee a situation that may expose the worker to a hazardous situation which consequently lead to occurrence of an accident.

This study is an applied research that aims to present a low-cost solution for remote and real-time monitoring of body temperature. This aimed at workers who put up with in hazardous areas. The device performs the measurements and makes access and the faster and more accurate service, acting to prevent possible accidents.

This paper is organized as follows: initially it presented the theoretical concepts of health and safety at work, telemetry and related work. Section 3 deals with the methodology adopted. Section 4 examines the issues relating to the monitoring system. Section 5 is the results. Finally, Section 6 contains a summary of the work, final considerations, limitations and future work.

2. LITERATURE REVIEW

2.1 Occupational health and safety at work

For Fiedler *et al.*, (2010), the work environment consists of a combination of several interrelated factors. They act directly or indirectly on the quality of life of workers and of their own work results. Some of these negative factors cause malaise, discomfort, thereby increasing the risk of accidents, which can cause considerable damage to workers' health.

It was identified by Lida (2005), that a major source of stress at work are unfavourable environmental conditions such as excessive heat, humidity, noise and vibration, that influence directly and negatively on the performance of human labor.

Sinelnikov *et al.*, (2015), discuss the differences in terms used in the measurement of indicators related to safety at work, although there is standardization there are still many close terms, and used interchangeably. The main points observed on the indicators are: feasibility, significance, transparency, ease of communication, validation, utility. They were identified as part of the utmost importance on the quality of metrics. It emphasizes that the most important of the main indicators is the use of the object itself, that is, its main purpose is to identify the steps to reduce or eliminate the risk.



Al-Shanini *et al.*, (2014) addresses the accidents in process / factory plants in order to keep the economy at desired levels. It also debates that the process plants are often equipped with a comprehensive process control system to ensure smooth operation and to prevent accidents. The system provides protection through different degrees of automation, facilitated by human intervention and protected by additional layers of protection as mitigating measures in case the system fails. An effective means of combating accidents is to formulate appropriate preventive measures. However, this is difficult to realize unless accidents can be predicted and are completely understood, before it is identified the occurrence of an accident.

Koskela (2014) discusses about the social responsibility of corporations, which identifies three key factors in this process: the economy, the environment and social impacts. In their study the author uses the backdrop of this division, but addresses the issue of health and safety at work in the section on social impacts. In this context the responsibility of organizations is internal or external. It is understood that the company should provide a safe and healthy work environment in both cases.

In their studies Fan *et al.*, (2014), point the economic factors involved in occupational safety and health. He asserts that the governments of developed countries have to pay close attention to security issues and Occupational Health. According to these numbers it was observed that approximately US\$ 583 million are earmarked for this sector annually. Despite these investments occupational accidents and diseases are still common factors in the removal and termination of employees. It was found that in the US about 4 million are injured in their workplace each year and about 13 workers die each day. Related losses amount to US\$ 170 billion each year according to 2003 data, with a significant increase when compared to the '90s.

The study of the development of DIMOR-TC also deals with the prevention of accidents but focused on the person / employee before the employee has any ailment that can take you to shoot a possible accident the device to recognize and avoid the failures and incidents that refer to workers' health and can be minimized.

According to Lee (1996), the safety is directly involved with the organizational culture and the culture he defined as a "product of the individual and the group as: values, attitudes, perceptions, competencies and patterns of behaviour that determine the health management commitment and safety of the organization."

Fan *et al.*, (2014), in his literature systematic review reports relevant data on the number of studies conducted

in the area. Through Figure 1, it can be observed that the concern for occupational health and safety had considerable growth in 2008, with a fall in 2010 and growing back in 2012.

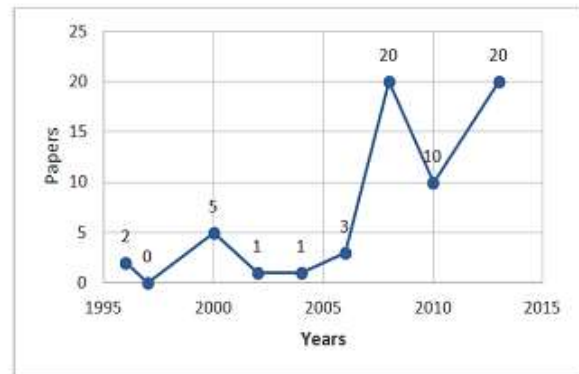


Figure 1. Growth of the number of safety and health publications in the workplace

Source: Compiled from Fan *et al.* (2014)

From these data we note that studies focused area still have much importance, the increasing amount of publications show the interest in the subject matter.

2.2 Telemetry

The word Telemetry is from Greek origin, and it means far remote, and $\tau\epsilon\lambda\epsilon\mu\epsilon\tau\epsilon\tau\alpha$, meaning measure (Dias, 1992).

The possibility of monitoring remote systems is applied when the systems are classified with a high level of importance or dangerous, unhealthy or not favor the existence of human life, and when there is the need for a high level of monitoring. Systems capable of performing such activities are called telemetry systems.

With the progress of technology, telemetry has become necessary for the development of various systems and is applied to the aid of different fields such as medicine, engineering, safety, geography and so on. Telemetry is also used in the biological area allowing the collection of biological data from aquatic animals. (ABECASIS, 2009), the monitoring of agricultural machinery used in planting, cultivating and harvesting products (Piovesan, 2008), among others.

2.3 Related work

As technological advances occur, there are a variety of electronic devices. A problem observed in technological innovations is that for the most part of these artifacts reaches the consumer with a very high price.

Table 1. Shows the similar research conducted in the field of health informatics.

General Objective	References
System that connects the patient, located in your home, health professionals, integrating the various relevant services to remote monitoring of patient health.	Carvalho and Filho (2011).
System that connects the home of the patient and a web server where mobile phones interact with a service Webservice for sending patient information.	Machado et al (2011).
A Pervasive and intelligent approach Low Cost for Patient Monitoring with Cardiovascular Diseases.	Silva and Siebra (2012).
Shimmer – a wireless sensor platform for noninvasive biomedical research	Burns et al (2010).
Information about the NeXus-10	Mind Media (2011).
AMON: a wearable multiparameter medical monitoring and alert system	Anliker et al (2004).
Mobile wearable device for long term monitoring of vital signs. Computer methods and program in Biomedicine.	Klingeberg and Schilling (2012).

Source: The authors own.

3. METHODOLOGY

In a first step a survey of literature review was conducted. The databases used in the survey were: Science Direct, IEEE eXplore and Scholar Google.

The survey is composed of two stages. In the first stage, papers basis were survey for the data search without filter. After, this survey was included a filter in the research from the year 2010 in order to lift the state of the art.

The key words utilized were: telemetry, occupational health and safety, prototyping and telemedicine. In the second stage, table 1 in the Section 2.3 shows related works compiled by the topics.

To develop the prototype we used some concepts and methods of prototyping. The system constructions of the methodology are described in Section 4.

According to Choi et Chan (2013) using virtual prototyping, the system can be constructed for viewing and simulation engine to validate and enhance performance. In prototyping, failures related to development, design and planning could be detected before many expenses were compromised

We used the concept of prototyping proposed by Warfel (2009), as shown in Figure 2.

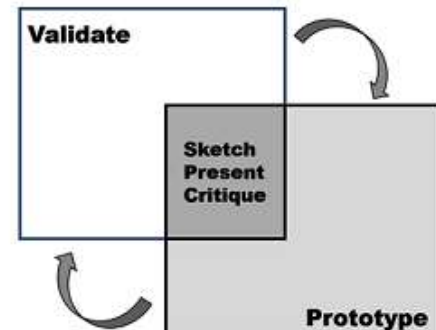


Figure 2: Diagram of the iterative design and critique process.

Source: Compiled from Warfel (2009)

Preece *et al.* (2002) classifies prototype into two types: a) Prototypes Low Fidelity: which are those that do not resemble the final product and b) Prototypes of High Fidelity: are those that most resemble the final product.

Another aspect of prototyping techniques is the Mixed prototyping. It is an emerging approach for usability testing. It is considered as a multimodal environment, which can involve vision, hearing and touch providing better valuations in the analysis of the interrelationships between the physical form and behavior of products (Barbiere *et al.*, 2013).

This research used physical prototyping concepts for the construction of electronic measuring device and for modeling interfaces and software development were included low-fidelity prototypes, wireframes to the screen.

4. SYSTEM DEVELOPMENT METHOD

For the first phase of the research, the literature search method through a literature review was used, available both in national international databases, for analysis of similar systems conducted in telemedicine, health informatics.

The second phase of the research involves the development of the prototype, construction and device test, hardware, to perform the sensing body temperature signals, environment and relative humidity, with the transmission of data collected to the Webservice in real time. Finally after analysis of the data, they will be displayed graphically on an interface, within a predetermined period of time.

The developed system, referred to herein Body Temperature Monitoring Device (DIMOR-TC), consists of a device (hardware) with ability to perform body temperature sensing worker.

Figure 3 shows a block diagram, picturing the system development stages, from the measurement of data generated by the sensors, which is captured by the microcontroller and processes the data, eliminating noise and make the necessary amplification.

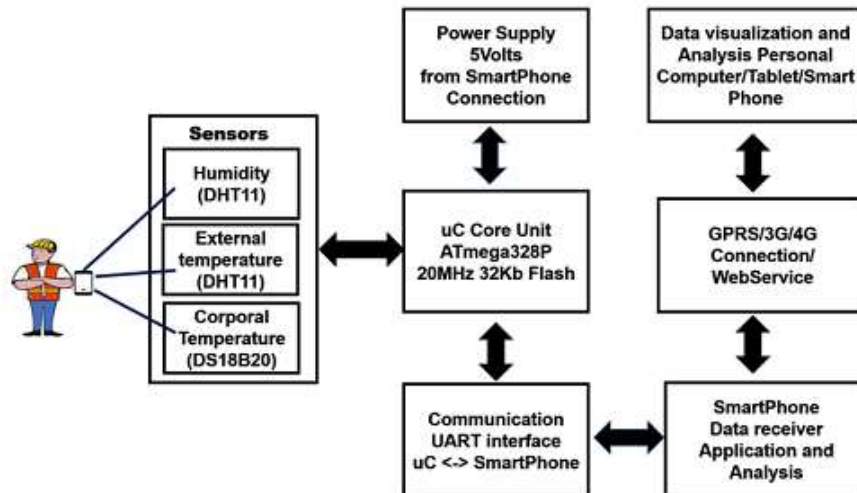


Figure 3. Blocks Diagram System
Source: The authors own.

The prototype is connected to the worker's phone, so using the device's battery in the low power mode. An application shall transmit the data to a device chosen by the health professional who can view the data in graph form. The measurement data can be easily set, at predetermined time intervals.

Table 2 lists the current consumption in active mode and Low Power Mode. And the table 3 shows sampling frequency in Bytes per second.

Table 2. Current requirements in active mode and low power mode

Component	Required current at Active Mode	Required current at Low Power Mode
DHT11 – Humidity and Temperature	2.5mA	150uA
DS18B20 - Temperature	9mA	7.8nA
Atmega328P	9mA	1nA

Source: The authors own.

Table 3. Current requirements in active mode and low power mode

Sensor	Sampling Frequency	Bytes per second
DHT – Humidity and Temperature	1KHz	5kB/s
DS18B20 - Temperature	1KHz	5kB/s

Source: The authors own.

5. RESULTS

The remote device signals, specifically in this paper deal with the body temperature, relative humidity and ambient temperature (DIMOR-TC). Hardware and software have been developed with free platforms and open-source tools, allowing a reduction in costs and also in the final price.

By monitoring, the recorded data allow to create a history of the user, which allows the initiation of an abnormal event, sending alert signals to the health team and then to users themselves, which may stop or decrease your pace, or activity being performed. The device (DIMOR-TC) intends to act before there is a negative event, working to prevent these events.

The development of a system with an architecture that integrates sensors, mobile devices and Web Service to:

- continually monitor the health of workers by sending alerts in case of emergency and
- the development of technical solution, considering a complete system (hardware and software) aimed at targeting telemetry wireless data transmission and real-time, with low cost limitations considered from the perspective of Systems Engineering.

6. CONCLUSION

The choice of remote monitoring of vital signs via wireless system theme emerged in order to give more aid to those involved in risky activities and who need real-time monitoring.

Because it is a mobile device, it has numerous applications, for instance: monitoring workers at risky areas or of difficult



access, or in execution of tasks that can be considered dangerous to the worker. Thus, a skilled team can monitor workers without displacement and provide greater safety to the worker.

The system may assist in the diagnosis efficiency by providing the data in real time, allowing a professional of health greater safety due the possibility of a historical analysis of data.

In the market there are several products that measure body temperature, but the differential of DIMOR-TC is that it not only keeps a history of measurements performed on an electronic medical record but also measures the temperature and humidity of the environment where the measurement is being performed. This can be visualized in a graphic body temperature within a predetermined period. The measurement range can be easily configured.

In this paper, only one type of monitoring was addressed : the body temperature. As future work, it is planned to implement new aspects to the project, such as monitoring of heart rate, blood pressure, and galvanometer resistance (for measurement of stress), which would allow the system to perform more accurate diagnoses.

REFERENCES

- ABECASIS, D. (2009), *Telemetria: Conceitos e Aplicações*. Algarve Portugal: Centro de Ciências do Mar- Universidade do Alga.
- Alahmer, A., Omar, M. A., Mayyas, A. and Dongri, S. (2011), Effect of relative humidity and temperature control on in-cabin thermal comfort state: Thermodynamic and psychometric analyses. *Applied Thermal Engineering* 31 (2011) 2636e2644.
- Al-Shanini, A., Ahmad, A. and Khan, F. (2014), Accident modelling and analysis in process industries. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries* 32: 319-334.
- Anliker, J. A., Ward, P., Lukowicz, G., Tröster, F., Dolveck, M. B. F., Keita, E. B., Schenker, F., Catarsi, L., Coluccini, A., Belardinelli, D., Shklarski, M., Alon, E., Hirt, R. and Schmid, M. (2004), AMON: a wearable multiparameter medical monitoring and alert system, *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine* 8:415-427.
- Barbieri, L., Angilica, A., Bruno, F. and Muzzupappa, M. (2013), Mixed prototyping with configurable physical archetype for usability evaluation of product interfaces. *Computers in Industry* 64, 310-323.
- Burns, B. R., Greene, M. J., McGrath, T. J., O'Shea, B., Kuris, S. M., Ayer, F. and Stroiescu, V. (2010), Cionca Shimmer – a wireless sensor platform for noninvasive biomedical research, *IEEE Sensors* 10:1527-1534.
- Carvalho, S. T., Copetti, A. and Filho, O. G. L. (2011), Ubiquitous computing system in home health care. *J. Health Inform.* 2: 51-7.
- Choi, S.H and Chan, A.M.M. (2013), A virtual prototyping system for rapid product development. HongKong.
- DIAS, O. (1996), *Telemetria e sensoriamento remoto*. São Paulo: Copel.
- Fan D, Lo C K Y, Ching V, Kan C W (2014). Occupational health and safety issues in operations management: A systematic and citation network analysis review. *Int. J. Production Economics* 158: 334-344.
- Fiedler, N. C., Guimarães, P. P., Alves, R. T. and Wanderley, F. B. (2010), Avaliação ergonômica do ambiente de trabalho em marcenarias no sul do Espírito Santo. *Revista Árvore* 34:5 - 12.
- Koskela, M. (2014), Occupational health and safety in corporate social responsibility reports. *Safety Science* 68:294-308.
- Klingeberg, T. and Schilling, M. (2012), Mobile wearable device for long term monitoring of vital signs. *Computer methods and program in Biomedicine* 106:89-96
- Lee T R (1996). Perceptions, attitudes and behaviour: the vital elements of a safety culture. *Health Saf.*10:1-15.
- Lida, I. (2005), *Ergonomia: projeto e produção*. Edgard Blucher Ltda, São Paulo
- Machado A, Padoin E L, Salvadori F, Righi L, Campos M De, Sausen P S. E, Dil S L (2011). Utilização de Dispositivos Móveis, Web Services e Software Livre no Monitoramento Remoto de Pacientes. CBIS.
- Medeiros, E. G. S. de, Filho, F. A. G, Silva, L. B. da (2013), Proposta de avaliação termoambiental em viaturas utilizadas nos serviços de radioparalhamento no estado da Paraíba. XXXIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUCAO.
- Mind, M. B. V. (2011), Available via Information about the NeXus-10. <http://www.mindmedia.nl/english/nexus10.php/>. Cited July 2011.
- Minicucci, W. J. and Franco, D. (2010), Monitorização contínua da glicose: Novas tecnologias. <http://ebook.diabetes.org.br/component/k2/item/90-capitulo-2-monitorizacao-continua-daglicose-novas-tecnologias>.
- Piovesan, F. C. (2008), *Telemetria Aplicada na Mecanização Agrícola Utilizando o Datalogger CR 1000*. Santa Maria.
- Preece, J.; Rogers, Y., et Sharp, (2005), *Design de Interação: além da interação homem-computador*. Bookman.
- Silva, M. D, and Siebra, C. A. (2012), Uma Abordagem Pervasiva e Inteligente de Baixo Custo para o Monitoramento de Pacientes com Doenças Cardiovasculares. XII Workshop de Informática Médica.



Sinelnikov, S., Inouye, J. and Kerper, S. (2015), Using leading indicators to measure occupational health and safety Performance. *Safety Science* 72: 240–248

Steen, R. (2014), American Red Cross Offers Travel Safety Tips. The American National Red Cross. Available at: <http://www.redcross.org/> title of subordinate document. Cited 27 Dez 2014.

Warfel, T. Z., (2009), *Prototyping: A Practitioner's Guide*. Rosenfeld Media, New York, NY.

4.3 *System thinking and business model Canvas for collaborative business models design*

Este capítulo apresenta o artigo 3, que atende ao terceiro objetivo específico deste trabalho, que é investigar a possibilidade de utilização de uma metodologia com ênfase no pensamento sistêmico (*soft systems methodology*), em conjunto com uma forma de modelagem de negócios. Nesse trabalho foi adotado o *business model Canvas* (BMC).

Após a aplicação da *soft systems methodology* (SSM) em todas as suas etapas, foi possível estabelecer requisitos importantes para a construção do sistema, os quais foram utilizados para alimentar o *business model Canvas* (BMC), como uma ferramenta para garantir a definição de colaboração dos elementos de negócios.

A SSM é uma representação de abstração mental da realidade, de acordo com a interpretação dos atores que participam dessa realidade. O BMC é uma representação visual de como uma organização cria, entrega e agrega valor. Os fatores aplicados no SSM foram relacionados com a primeira fase do projeto, que é a idealização de negócios e as suas principais características. A proposta foi verificar se o negócio é viável economicamente, para isto, foi aplicado a um sistema completo, que abrange o desenvolvimento de um *hardware* e de um *software* (Dimor-TC). Finalmente, foi observado que a utilização do SSM como recurso para identificar requisitos do sistema foi importante para a obtenção de um modelo BMC mais completo e detalhado, pois várias dúvidas e pontos conflitivos a serem alimentados no BMC já haviam sido discutidos na implantação do SSM.

Este artigo foi aceito para publicação nos anais do APMS 2016 *International Conference (IFIP) – Advances in Production Management Systems. Production Management Initiatives for a Sustainable World*, 2016.

System Thinking and Business Model Canvas for collaborative business models design

Sergio Gustavo Medina Pereira.^{1,*}, Franciele Alves dos Santos Medina¹, Rodrigo Franco Gonçalves¹, Márcia Terra da Silva¹.

¹ Graduate Studies Program in Production Engineering, Paulista University, Dr. Bacelar, 1212, 04026002, São Paulo, Brazil
 medinasergiogustavo@gmail.com, cieli_fran@yahoo.com.br,
 rofranco@osite.com.br, marcia.terra@uol.com.br

Abstract. The purpose of this research is to reduce the existing gap between the abstraction of the real world and business modeling. For that, we combine two solutions: the soft systems methodology (SSM) and business model canvas (BMC). The first step is to introduce the theoretical concepts of both. The second step is the application of each methodology separately. Moreover, the final stage is to feed the BMC with the outputs of SSM. Was verified in the results what the concept of approximate the real world to systemic world (SSM) bring several benefits in the application of the BMC.

Keywords: Soft Systems Methodology. Body Temperature. Mobile Health.

1 Introduction

The design of a new business model evolves the definition of business aspects or elements, like value proposition, cost structure, revenue structure, customer and suppliers relationship definition and so on, that can be integrate in a whole. In addition evolves a complex view of the reality and demands collaborative work.

The Soft Systems Methodology (SSM) is a methodology of System Thinking Theory focused on structuring issues. The SSM is a comparison between the real world and some models of the world as it should be (world systems). With this comparison, there is the potential for expanding the real-world understanding to later be implemented to systems [1].

The SSM applications are growing in structuring decision problems of organizations, due to their usefulness in clarifying the problem and help decision makers to think about possible actions in feasible and desirable changes, before taking a decision [2].

A system is a representation of mental abstraction of reality according to the interpretation of the participating actors of this reality [3].

The Business Model Canvas (BMC) is a visual representation of how an organization creates, delivers and adds value [4]. The business model term has a large number of different settings. In general, a business model describes how an organization creates value [5].

There are also contributions that explicitly addresses business-modeling task. They aim to guide the process of modeling and design when it comes to developing a new business [5].

The steps have been designed by a multidisciplinary team involving the principles of Design Collaborative in system modeling and also addressed the business model.

The aim of this study is to combine two methods. With the purpose to reduce the existing gap between the abstraction of the real world and business modeling through the application SSM at a high level and BMC as a tool to ensure the collaborative definition of the business elements.

2 Literature review

This section aims to discuss issues related to Soft Systems Methodology (SSM) and Business Model Canvas (BMC).

2.1 Characteristics of Soft Systems Methodology (SSM)

Created by Peter Checkland in the early 70s, the Soft Systems Methodology (SSM), came about when the author and his colleagues searched a better approach to the resolution of bad structured problems that characterized human affairs [6, 7].

The crucial move in the research was to add to the 'natural' notions and systems "designed / drawn" the idea that a set of activities linked together could form a whole. Therefore, they realized that such systems could be clearly and adequately described only in relation to a particular problem, considering the view of the world individually [6], [11].

The SSM methodology goes on to consider the cultural and political aspects to better address the situations studied. For the development of the methodology, Checkland proposes that the situation studied is developed through seven stages as shown in Figure 1, resulting in possible and desirable measures, according figure 1.

The seven stages include the following features [1], [3], [6].

Stage 1: The first stage is to obtain information related to an unstructured problem. Project stakeholders explain their views on the problem.

Stage 2: It aims to express the problem more formally in order to identify and record what changes slowly and which is constantly changing. A graphic called rich picture represents this step.

Stage 3: After specifying the actual situation and their understanding, the definition of the causes is established. At the stage it is also elaborated the formulation of the problem root settings, the system ideal setting, who will be part and who will be affected. This stage follows the CATWOE structure: C – Costumer; A- Actors; T- Transformations; W- Weltanschauung (view of the world); O- Owner and E-Environmental constraints.

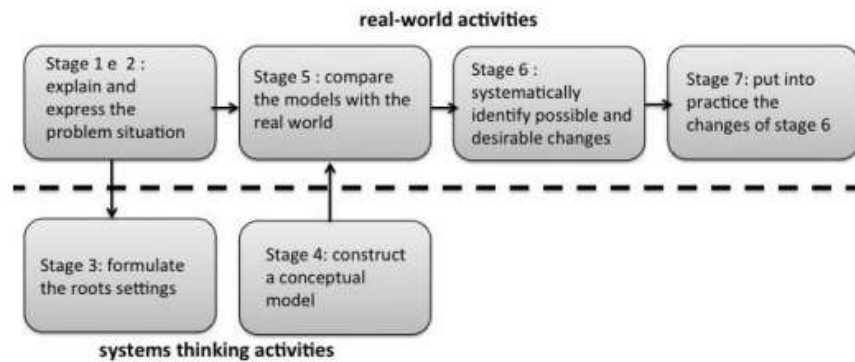


Fig. 1. Seven stages of SSM (Source Adapted by Checkland, 1988).

Stage 4: the construction of the conceptual model identifying intentional activities and a set of logical actions implicit by the root of definition.

Stage 5: In this stage, a comparison is made of the conceptual model to the real world. A comparison may be represented by four different ways: informal discussion, formal interrogation scenarios description, creating a real world model in the same way that the conceptual model and then compare them [9].

Stage 6: This stage deals with the possible changes that may occur after the comparison made in the fifth stage, these changes should follow two criteria systematically desirable and culturally achievable [9].

Stage 7: The latter refers to the implementation of actions; here are elaborate plans of actions, which will only occur when any of the criteria mentioned in stage 6 is accepted.

2.2 BMC (Business Model Canvas) Features

A business model (BMC) can be considered as a tool to represent the core logic of an organization, and to communicate their strategic choices. It also describes how a company creates, delivers and adds value based on their strategic choices. The main contribution of a business model is due to fact that allows the creation of practices that enable and help organizations capture, understand, design, and analyze their logical business changes [10].

The business model is composed of nine building blocks that cover the four major areas a business: customers, supply, infrastructure and economic viability, and they are inter connected.

	Functions	Definition
For who?	Customer segments:	The stakeholder the company aims to achieve and serve.
	Customer Relationships	Describes the types of relationships that a company establishes with specific customer segments

	Distribution Channels	Explains how to the company communicates and reaches its customer segments to offer a value proposition.
What?	Value Propositions	Determines the value generated to a particular customer.
How?	Key Resources	Assets required offering and delivering the aforementioned elements.
	Key Activities	It presents the most important factors a company should do to model its business.
	Key Partners	Represent the network of partners and suppliers that support the execution of the business model.
How much?	Revenue Streams	Is the monetary values.
	Cost Structure	The costs incurred to operate a business model.

Table 1. Elements of Canvas Business Model

Several studies have suggested elements that should make the business models. Among the studies, it was contacted that there are more than fifty-four different elements [10].

These elements include value network, target market, value proposition, skills, cost elements, the company's strategy, processes and activities, considerations of income and prices, competitors, customer relationships, and many others.

For to create different models, exists a variety of elements in the business model shows that different structures. This can be confusing to establish the related characteristics for each element and therefore can make it difficult the development of a complete business model.

2.3 Definitions of Collaborative Design

A define for collaborative design as a new methodological concept for developing the systems field [11] It consists of a concept based on optimization of engineering processes. Its main objectives: to improve product quality, shorter time, promoting greater competitiveness and costs also focuses on increasing customer satisfaction [12].

Products created by collective efforts this process is called collaborative design. The aims are to disseminate knowledge, ideas, resources or responsibilities [12].

3 Business Model Design

The system developed here called REMote MONitoring System of body temperature (REMOS-BT), consists of a device (hardware) with the ability to perform remote sensing worker's body temperature.

Figure 2 shows a system overview. Where a device, non-invasive, is coupled via a clamp to the worker. The device will perform measurements of their body temperature,

relative humidity and temperature of the workplace. The generated data are sent to a Web Service, via a mobile device.

The data shall be processed by software and presented in a form of graphical interface and / or tables, either on a personal computer, notebook or a mobile device, regardless of platform and operating system. The visualization of data is allowed by pre-determined permissions to a health professional who can analyze and make a diagnosis.

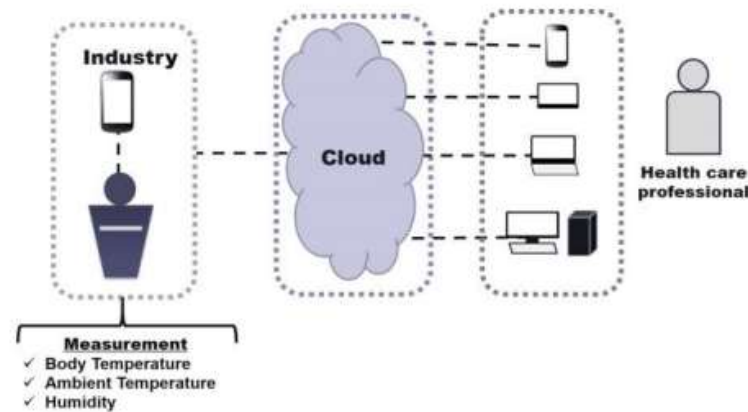


Fig. 2. Representation of system elements (Source The authors).

The recorded data enable to create a user history, electronic medical record. These data can be used to predict an abnormal event by sending alerts to the health team and later for the users themselves, who can stop / slowing down the activity that carry on.

This model integrates hardware, software and service as its differential. The service makes possible the monitoring happens in real time, with data sent over a dedicated server.

3.1 Implementation of the seven stages of SSM

Stage 1 (Explore the problematic situation): Survey of technical information about sensors, and low-cost components for the construction of the device (hardware). Check areas that have interest in adopting the device in its activities.

Stage 2 (Expressing the problematic situation): After completion of step 1, It was decided to allocate the worker who operates in areas that have extreme temperatures.

Stage 3 (succinct definitions): the CATWOE will be set after the extracted information of rich picture (picture 2).

Table 2. Situations modeled by CATWOE

Acronyms	Definition
C	Companies with focus on accident prevention / health worker
A	Professionals and workers responsible for monitoring. Also supervisors of workers and the health sector and responsible for production planning.
T	Prevention that implies the reduction of factors that affect worker productivity, causing lower losses to the organization.

W	Company performing on prevention.
O	The persons responsible for organization that adopts the system.
E	Acceptance of the monitoring by the employee which implies a cultural change in the organization

Considering the raised situations, the root definition is as follows: the proposed system aims to prevent accidents related to occupational health, and prevent future situations that injure the health of it, and consequently generate savings for the company.

Stage 4: Conceptual model (processes and sub-processes) represented in Table 3.

Table 3. Models of the processes

Processes	Sub processes
User registration	The system must allow access to users who are allowed through the authentication process
Device Registration	Each employee assigned a device with login and password. Every device must have a unique identification number. The data should be sent to the mobile device of the worker and transmitted to the network via a server.
Data transmitting and receiving alerts	The system will send the data to a central repository (web service). The system should receive an alert if there is any abnormal situation in the worker's health status.
Accessibility	Message should be brief Simple Vocabulary
Portability	Responsive Website, accessible from any platform and / or mobile.
Usability	Graphical representations for easy understanding.

Stage 5: A comparison of models. They have related features; modelling the processes in both steps.

Stage 6: possible and desirable changes as shown in the representation of Table 4.

Table 4. Changes possible and desirable.

Conceptual model	Desirable	Possible
- The system must have an authentication system for each type of user.	yes	yes
- Each device has a unique identifier code	yes	yes
- The system will allow the registration of new devices, users and healthcare professionals	yes	yes
- Each device will perform three types of measurements: body temperature (BT), ambient temperature (AT) and humidity (HU).	yes	yes
- The device should be low cost and less non-invasive as possible	yes	yes
- The data transmission can be synchronous mode (online) and asynchronous mode (offline).	yes	yes

- | | | |
|--|-----|-----|
| - The health care professional can visualize in a chart the three measurements (BT, AT and HU) of the worker inside a set interval of time in minutes. | yes | yes |
|--|-----|-----|

Stage 7: Action to improve the situation Interface Prototyping developed for each step. Creating functional prototypes and cases of real tests with some users in a predefined environment, application submission for professionals, both those who use the devices as the health care professionals who carry out remote monitoring.

3.2 Results obtained from BMC.

All information acquired is organized according the nine dimensions of BMC approach. The potential customer segment is companies that want to prevent accidents and problems in occupational health.

The value proposition defines the value of the service. Here, the system provides a service for the monitoring of real-time enterprise worker health, quickly and safely. Finally, the data of workers' body temperature can be collected through a low-cost and non-invasive device.

In the business model channels, the main element is the digital media, Internet, via the Web, e-mail and disclosure companies. This connection is built on ads and other promotions. Additional services such as after-sales and interactions offered between the service and its customers.

The business owner has the guarantee of an online service (24 x 7 x 365). As well as the health professional is in direct contact, online mode, with the worker who can monitor their body temperature.

Many different computing devices (desktops, notebooks, tablets, mobile devices) can perform access to the service. The main source of revenue is the sale of devices, usage rates, online service maintenance fees, support and system upgrade.

Licenses, patents and trademarks are necessary to finalize these business resources. Elements of infrastructure, such as web services, applications for mobile devices (iOS, Android and Windows phone) and for systems with access via browser are needed to allow access the service. Moreover, it is necessary human resources to enable the different activities. The required activities include research and development (R & D), advertising and marketing and logistics / distribution.

Some resources and activities need to be provided by partners such as component suppliers and web hosting service providers. An important detail is the technology and hardware infrastructure that the web service provider must have, thus offering a good service.

The cost structure is mainly derived from the need of activities and resources. Costs occurs during the manufacturing process, R & D, marketing and logistics system. In addition, to be considered the cost of infrastructure, the operation of the service, advertising and promotion.

4 Final discussion

Soft System Methodology (SSM) aims to make a connection between the system of the world and the real world. This research studied a complete system, which covers the development of a hardware and software. The goal is verify if the business is economically viable. The factors applied in the SSM were related to the first stage of the project, which is the idealization of business and their main features.

The problematic of the business through a collaborative multidisciplinary environment with the application of SSM, the model proposed in this research, it has become quite effective as an aid to the business model of filling the canvas.

Many aspects have already been studied during the seven stages of SSM, making the modeling easier and BMC closest real world because the questioning of some situations that were not included in BMC, could be addressed in the SSM, which allowed a more comprehensive view of the business as a whole, as a complete system.

Using the SSM as a pre-stage, we observe several benefits in the application of BMC. With results in a model canvas more complete and detailed.

5 References

1. Soares, V. M. S., Cosenza, O. N., Gomes, C. F. S.: Técnicas qualitativas e Soft Systems Methodology aliadas ao enfoque sistêmico. *Revista de Administração*. 36, 100-107 (2001)
2. Curo, R. S. G., Belderrain, M. C. N.: Uma aplicação de soft systems methodology para estruturar o problema da produção científica de um curso de ensino superior. In XVIII simpósio de engenharia de produção, 2010 (in portuguese)
3. Donaires, O. S.: A Systemic Approach To Map And Improve The Software Development Process. *FACEF Pesquisa*. 12, 148-162 (2009)
4. Desai, H. P.: Business Models for Inclusiveness. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. 157, 353 – 362 (2014)
5. Otto, B., Ebner, V., Baghi, E., Bittmann, R. M.: Toward a business model reference for interoperability services. *Computers in Industry*. 64, 887–897 (2013)
6. Checkland, P.B.: Information Systems and Systems Thinking: Time to Unite? *International Journal of Information Management*. 8, 239-248 (1988)
7. Checkland, P.B.: Holwell, S. *Information, Systems, and Information Systems*, 1997
8. Checkland, P.: Scholes, J. *Soft Systems Methodology in Action*. Wiley, New York (1990)
9. Checkland, P.: *Systems Thinking, Systems Practice*. Wiley, New York (1999)
10. Barquet, A. P. B., Oliveira, M. G, Amigo, C. R., Cunha, V. P.: Employing the business model concept to support the adoption of product–service systems (PSS). *Industrial Marketing Management*. 42, 693–704 (2013)
11. Alles, M. G., Kogan, A., Miklos, A. Vasarhely.: Collaborative design research: Lessons from continuous auditing. *J. Accounting Information Systems*. 14, 104–112 (2013)
12. Du, J., Shikai, J., Jihong, L.: Creating shared design thinking process for collaborative design. *J. Network and Computer Applications*. 35, 111–120 (2012)

4.4 *Software project for remote monitoring of body temperature*

Este último artigo tem como objetivo apresentar uma visão técnica do sistema de monitoramento médico remoto na área ocupacional, de baixo custo e não invasivo. Atende ao quarto objetivo específico dessa tese.

O sistema pode auxiliar o profissional de saúde (médico ou enfermeiro) no acompanhamento a distância e em tempo real dos trabalhadores que estão em locais com condições de temperatura e umidade extrema. Os dados gerados pelo dispositivo desenvolvido são: 1) temperatura corporal (TC), 2) temperatura do ambiente (TA) e 3) umidade relativa do ar, que serão transmitidos de forma síncrona ou assíncrona a um servidor *web*.

No projeto foi adotada a tecnologia *bluetooth* para a comunicação *wireless* (transmissão e recepção dos dados) entre o *smartphone* e o protótipo. A escolha dos componentes eletrônicos utilizados torna o dispositivo economicamente viável, quando comparado às soluções voltadas à saúde disponíveis no mercado. Quando conectado à internet, modo síncrono, os dados são enviados diretamente para o *web service* e na ausência de conexão, modo assíncrono, esses dados são armazenados localmente no dispositivo móvel para assim que conectado serem sincronizados com o *web service*.

A visualização dos dados em forma gráfica pode ser acessada por um profissional da saúde por meio de computadores pessoais, celulares, *notebooks* ou *tablets*. Para facilitar a identificação de qualquer anomalia na temperatura corporal do trabalhador foi adotada uma escala de cores no *website* e no *App* no qual os profissionais da saúde poderão visualizar as informações. Para atingir tais objetivos foram utilizados conceitos de engenharia *web*, banco de dados, computação vestível, telemedicina e temperatura corporal.

No decorrer do trabalho foi projetado e desenvolvido um protótipo físico (*hardware*), um *website*, um aplicativo e um *web service*. Após a integração dos componentes foram realizados alguns testes. A comunicação entre o dispositivo e o celular (envio de dados via comunicação *bluetooth*) mostrou-se eficaz. Todos os dados gerados são utilizados para obter o máximo de informações possíveis sobre o estado atual do trabalhador. O mesmo poderá atuar de forma preventiva na identificação de possíveis distúrbios (doenças) e acidentes de trabalho, monitorando os dados de TC, TA e UM.

O presente artigo foi submetido à revista *Institute of Electrical and Electronic Engineers América Latina* (IEEE –LA) e está em processo de segunda revisão.

Software project for remote monitoring of body temperature

S. G. M. Pereira, F. A. S. Medina, R. F. Gonçalves, D. S. D. Santos

Abstract— This research aims to provide a low-cost technical solution in remote medical monitoring in the occupational area. The system helps the health professional (doctor and / or nurse) in monitoring the distance of workers who are in dangerous areas of strong external influences. The data (1-body temperature, 2-temperature environment and 3-humidity) will be transmitted synchronously and / or asynchronously to a Web server. The system may contribute to the efficiency of a pre-diagnosis providing data in real time.

Keywords— System Engineering, Body temperature, Design science research and Telemedicine.

I. INTRODUÇÃO

ESTE TRABALHO apresenta uma solução técnica de baixo custo, voltada ao monitoramento médico que permite ao profissional da saúde acompanhar o estado de trabalhadores à distância, monitorando sua temperatura corporal, temperatura ambiente e umidade do ar, de modo que o profissional da saúde não precise se deslocar até a área de atuação do trabalhador para intervir caso haja alguma anomalia ocorrendo com o funcionário.

Telemedicina é uma ciência aberta e em constante evolução, que utiliza os novos avanços da tecnologia aplicados às necessidades da saúde e da sociedade.

Segundo dados da Previdência Social [1] (2008-2013) foram gastos 50.094 bilhões de reais com acidentes de trabalho e doenças relacionadas ao trabalho no Brasil. Sendo que no ano de 2011 cerca de 720.000 mil trabalhadores foram afastados por algum tipo de acidente ocasionado no trabalho.

O principal objetivo desta pesquisa é apresentar um sistema preventivo de custo acessível que ajude a minimizar o número de acidentes de trabalho por doenças que podem ser diagnosticadas com alterações na temperatura corporal, do ambiente e a umidade do ar no local que está sendo realizada a atividade. Consequentemente diminuir os custos decorrentes pelo afastamento do trabalhador de seu local de trabalho.

Atualmente a utilização da tecnologia está presente em todas as especialidades e cada vez mais incluída no consumo pessoal por meio de dispositivos eletrônicos.

Com o decorrer dos anos alguns diferentes termos foram criados, como Tele-saúde, Cibermedicina e E-Saúde, utilizados para serviços da saúde oferecidos por meio da internet.

A relevância do monitoramento remoto do trabalhador pode ser de grande ajuda a funcionários que atuem em locais com alta diversidade de temperatura e pessoas que possam estar passando por um mal súbito no momento de execução de alguma tarefa. Tais alterações podem prejudicar o andamento e segurança do trabalhador, é fundamental reduzir o tempo de atendimento quando alguma anormalidade for detectada [2, 3].

Com a criação do aplicativo espera-se reduzir e prevenir acidentes que possam ser ocasionados aos trabalhadores em tempo de execução, reduzir o tempo de ação do médico perante o trabalhador monitorado e minimizar os gastos que as empresas acabam obtendo com o afastamento desses trabalhadores por motivo de acidentes no trabalho.

Atualmente a utilização da tecnologia está presente em todas as especialidades e cada vez mais incluída no consumo pessoal por meio de eletrônicos.

Este estudo utiliza os conceitos de Engenharia Web, Banco de Dados, Computação Vestível, Telemedicina e Temperatura Corporal, para o desenvolvimento do projeto de um sistema de monitoramento médico remoto.

II. MATERIAS E METÓDOS

Os materiais e recursos utilizados neste projeto serão descritos nesta seção a seguir:

A. Materiais

Para o desenvolvimento e construção do protótipo foram utilizados diversos componentes, listados a seguir:

- Uma placa Arduino Uno Rev. 3 O principal diferencial da placa é ser open-source e de custo acessível [4].
- Um módulo Bluetooth HC-06 para realizar a comunicação entre dois dispositivos de comunicação wireless a baixo custo [5,6].
- Um sensor de temperatura e umidade DHT22, que pode medir temperaturas de -40°C até 80°C com uma precisão de aproximadamente 0,5°C e umidade relativa de 0% a 100% com uma precisão de aproximadamente 2%, pode realizar medições a cada 2 segundos [7].
- Um sensor de temperatura DS18B20, que se comunica com o Arduino utilizando apenas um fio [8].

S. G. M. Pereira, Universidade Paulista (UNIP), São Paulo-SP, medinasergiojgustavo@gmail.com

F. A. S. Medina, Universidade Paulista (UNIP), São Paulo-SP, cieli_fran@yahoo.com.br

R. F. Gonçalves, Universidade Paulista (UNIP), São Paulo-SP, rofranco@osite.com.br

D. S. D. Santos, Universidade Paulista (UNIP), São Paulo-SP, dan.sampaio93@hotmail.com

- Uma fonte de alimentação de 9,0 V para o protótipo.

B. Métodos

As definições do projeto foram realizadas em uma primeira etapa voltada a análise de requisitos. Para destacar a relevância do projeto foi elaborado um questionário direcionado aos profissionais da área da saúde.

Para atingir os objetivos do projeto e desenvolvimento do sistema, foram desenvolvidos três softwares. O primeiro software (Projeto Dimor) é um website responsivo que permite que o profissional da saúde visualize os dados do dispositivo de um período pré-determinado, através de uma autenticação previamente definida. O segundo software, aqui denominado APP-DIMOR, é um aplicativo desenvolvido e instalado no smartphone do trabalhador que irá gerar os dados (temperatura corporal, temperatura e umidade do ambiente) do dispositivo. O terceiro é o webservice que terá como entrada os dados gerados e transmitidos pelo dispositivo e que posteriormente será enviado para outro dispositivo (notebook ou smartphone).

Todos os softwares foram desenvolvidos utilizando o sistema Operacional (SO) Windows 10. Para a desenvolvimento do website Projeto Dimor foram utilizadas as seguintes ferramentas: HTML 5, CCS3, Linguagem: ASP.NET, Banco de Dados: SQL Server 2008, Bootstrap: Bootstrap v3.0.3. O mesmo funciona nos seguintes navegadores: Google Chrome 46, Mozilla Firefox 42 e Vivaldi. Para o App-Dimor foi utilizado a Integrated Development Environment (IDE) – App Inventor [9]. Para a desenvolvimento do Webservice foram utilizadas as seguintes ferramentas: Linguagem: ASP.NET e Banco de dados: SQL Server 2008

III. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

Nesta seção será apresentado o processo de desenvolvimento do Sistema de monitoramento de temperatura corporal. O sistema será dividido em duas fases. A primeira fase está relacionada ao desenvolvimento do hardware (não invasivo e de baixo custo), o protótipo, aqui denominado DIMOR-TC, foi construído para captar a medição da temperatura corporal (TC) do trabalhador, a temperatura do ambiente (TA) e a umidade relativa do ar (UM).

O dispositivo está acoplado no trabalhador e conectado via Bluetooth ao smartphone do trabalhador.

A segunda fase está composta pelo desenvolvimento dos softwares, sendo eles: desenvolvimento da aplicação (App Dimor), website responsivo e web Service, que realizará o tratamento dos dados recebidos, para posteriormente o profissional da área da saúde visualizar graficamente em um notebook e/ou dispositivo móvel.

Neste trabalho será abordado unicamente a segunda fase: a especificação, desenvolvimento e testes dos softwares que compõem o Sistema.

Para verificar a viabilidade técnica e econômica da implementação do projeto foram realizadas revisão bibliográfica e entrevistas com profissionais da saúde.

Para o desenvolvimento do Sistema foi utilizado as boas práticas da Engenharia Web, paradigmas de orientação a objeto e o processo adotado de desenvolvimento ágil de projetos iterativos e incrementais denominado Scrum [10].

A Engenharia Web sugere uma estrutura de processos ágeis, no entanto organizada, para a construção de aplicações Web de qualidade. Uma estrutura de processos ágeis é necessária, pois no mercado atual as mudanças são frequentes, vindas das constantes alterações das regras e estratégias do negócio e também mudança de ideia das partes interessadas (stakeholders: equipe medica, administrador e trabalhador), por isso os engenheiros Web devem estar preparados para acompanhar esta demanda. Os clientes esperam um produto confiável, que seja entregue na data combinada, funcional, que possibilite extensão e que atenda às suas necessidades, diferente do que podemos observar no modelo da escola antiga. Para atender essas necessidades e reduzir os problemas, uma alternativa é utilizar a Engenharia Web [11, 12].

Foram realizadas as seguintes etapas no trabalho:

- ✓ Planejamento: definição do escopo do projeto, Regras de negócio;
- ✓ Especificação de Requisitos: funcionais e não-funcionais;
- ✓ Análise e Projeto;
- ✓ Definição da plataforma;
- ✓ Prototipagem rápida das interfaces gráficas.
- ✓ Integração e testes.

a. Escopo do Projeto

A função do escopo é capturar os requisitos, o contexto e restrições mais importantes para definir os critérios de aceite do produto final [11, 12].

O objetivo principal do sistema desenvolvido é auxiliar o profissional de saúde no acompanhamento à distância dos trabalhadores, atuando de forma preventiva na identificação de possíveis distúrbios (doenças) e acidentes de trabalho, monitorando os dados de TC, TA e UM.

A figura 1 mostra em detalhe o ciclo do funcionamento do sistema proposto. O trabalhador tem instalado/acoplado no corpo o protótipo com três sensores: o primeiro sensor mede a TC, o segundo sensor mede a TA e o terceiro a UM. Os dados coletados pelo protótipo são enviados para o dispositivo móvel do trabalhador via App Dimor (desenvolvido no App Inventor).

A transmissão (TX) dos dados gerados pelo protótipo para o dispositivo móvel (smartphone) será via Bluetooth, via telefonia móvel celular para o Web Service (armazenamento dos dados), que pode ser realizada de dois modos diferentes, modo Síncrono (on-line) e modo Assíncrono (off-line).

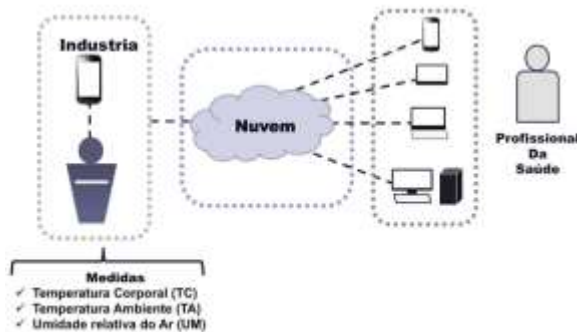


Figura 1. Arquitetura completa do sistema Dimor (Fonte: Dos Autores)

Após a autenticação do profissional da saúde através de outro dispositivo móvel ou em um navegador web, pode selecionar e visualizar os dados em um gráfico, dentro de um período predeterminado, no qual o intervalo de medição é de fácil configuração. Com base nos dados, o profissional poderá analisar/identificar se houve alguma anormalidade com a temperatura do trabalhador e assim tomar alguma ação preventiva.

b. Regras do Negócio

São formas de como a empresa deve elaborar o seu conjunto de regras para que possa satisfazer e atingir os objetivos do negócio. Regras do negócio se tornam requisitos, que podem ser implementados em um sistema web como forma de requisitos desse sistema [13].

Na tabela I, estão especificadas as regras do negócio para o funcionamento do sistema, analisados a partir do escopo do projeto

TABELA I
REGRAS DE NEGOCIO DO SISTEMA DIMOR

Regras de Negocio	Descrição
RN-01	O Sistema terá três atores (usuários), administrador, profissional da saúde e trabalhador.
RN-02	Para acessar o Sistema, todos os usuários devem estar autenticados.
RN-03	O ator medico poderá cadastrar os trabalhadores.
RN-04	O ator administrador deverá cadastrar, usuários e dispositivos.
RN-05	Os sensores devem medir a temperatura corporal, temperatura ambiente e a umidade relativa do ar.
RN-07	O profissional da saúde poderá ver o prontuário eletrônico em um dispositivo móvel ou em um navegador web.
RN-08	O período (data e horário) das leituras deve ser de fácil configuração.
RN-09	Todos os campos deverão ser preenchidos.

c. Requisitos Funcionais

Os requisitos funcionais de software são condições ou capacidades que devem ser contempladas pelo software, solicitadas pelo cliente ou usuário para resolver um problema ou alcançar um objetivo [14, 15].

Conforme descritos na tabela II, a lista de requisitos está diretamente ligada à funcionalidade do Software (SW) e descrevem as funções que o mesmo deve executar.

TABELA II
REQUISITOS FUNCIONAIS DO SISTEMA DIMOR

Req. Funcional	Descrição
RF-01	O Sistema deverá permitir a autenticação dos usuários.
RF-02	O Sistema deverá permitir as operações do CRUD para usuários.
RF-03	O Sistema deverá permitir as operações do CRUD para dispositivos.
RF-04	O Sistema deverá emitir um sinal de alerta (visual, sonoro e enviar um E-MAIL) em caso a temperatura do trabalhador atingir valores fora do normal ou que o conforto térmico seja afetado.
RF-05	O Sistema deverá permitir a impressão dos gráficos em pdf ou em papel.
RF-07	O Sistema deverá permitir que o profissional da saúde solicite a visualização da leitura atual.

d. Requisitos Não Funcionais

Os requisitos não funcionais são os requisitos que expressam condições que o SW deve atender ou qualidades específicas do SW, ou seja, colocam restrições no sistema [14, 15].

A tabela III apresenta os requisitos não funcionais do sistema Dimor.

TABELA III
REQUISITOS NÃO FUNCIONAIS DO SISTEMA DIMOR

Req. Funcional	Descrição
RNF-01	Portabilidade: a versão web é compatível com os navegadores, Google Chrome, Mozilla e o IE.
RNF-02	Desempenho: O Sistema garante que o retorno das consultas não seja superior a 20 segundos.
RNF-03	Responsividade: o site deve ser responsivo e acessível para diferentes tipos de dispositivos.
RNF-04	Segurança: O Sistema dispõe de mecanismo de segurança para autenticação de usuário, controle de acesso a conteúdo e funcionalidades do Sistema.
RNF-05	Apresentação da interface gráfica: O idioma utilizado no Sistema é a língua Portuguesa, para todo e qualquer texto apresentado no portal de conteúdos.
RNF-07	Arquitetura de software: Para a implementação do sistema foi utilizada uma arquitetura em camadas Model View Controller (MVC).

Os diagramas UML (caso de uso e de atividades) foi fundamental importância para a correta documentação e especificação de todos os aspectos do projeto conforme a OMG [16].

e. Caso de Uso

O Caso de Uso é um modelo da interação entre usuários externos de um produto de software (atores) e o produto de software em si, um diagrama de casos de uso é um conjunto de casos de uso [16].

O diagrama de Casos de Uso apresentado na Fig. 2 mostra a interação dos Atores do sistema, com as suas respectivas funções

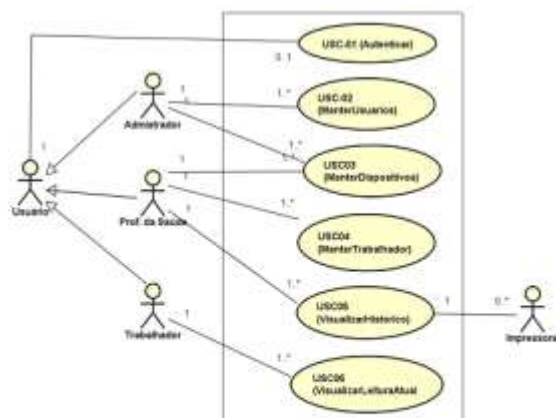


Figura 2. Ilustração do Diagrama de Caso de Uso.

A tabela IV mostra em detalhe a relação de Atores/Processos, conforme diagrama da Figura 2.

TABELA IV
RELAÇÃO DOS ATORES/PROCESSOS (Fonte: Dos Autores)

Atores	Processos
Administrador	USC-01 (Autenticar)
	USC-02 (ManterUsuarios)
	USC-03 (ManterDispositivos)
Profissional da Saúde	USC-01 (Autenticar)
	USC-03 (ManterDispositivos)
	USC-03 (ManterTrabalhador)
Trabalhador	USC-05 (VisualizarHistorico)
	USC-06 (Consultar Medição Atual)
Impressora	USC-05 (VisualizarHistorico)

1. CENÁRIOS DE USO

Nesta seção são apresentados alguns diagramas de atividades, que representam cenários do Sistema Dimor [16].

Na fig. 3 é apresentado o Cenário Administrador, o mesmo pode consultar/cadastrar o profissional da saúde e dispositivos utilizados.

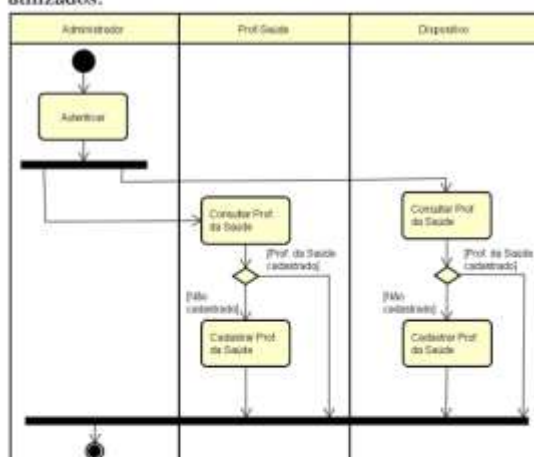


Figura 3. Cenário Administrador, o mesmo pode consultar/cadastrar o profissional da saúde e dispositivos

Cenário profissional da saúde é apresentado na Fig. 4, onde destaca-se o processo consultar/cadastrar trabalhador e atribuir dispositivos.

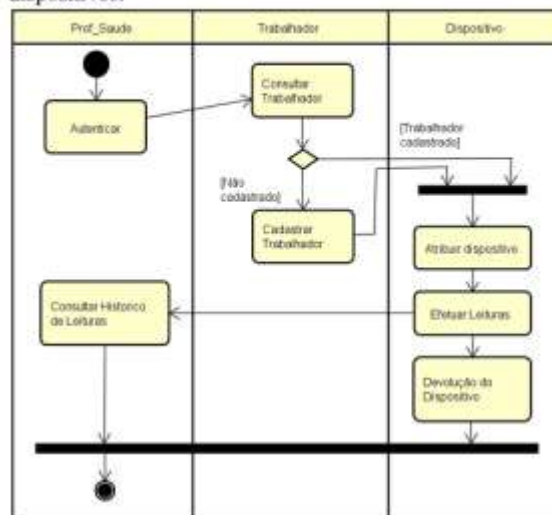


Figura 4. Cenário profissional da saúde.

Na fig. 5 é apresentado o Cenário trabalhador profissional da saúde.

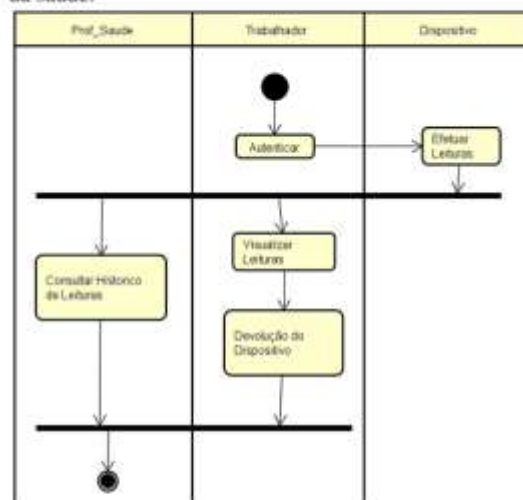


Figura 5. Cenário trabalhador profissional da saúde.

O modelo de banco de dados adotado foi o relacional, que é fundamental para o armazenamento dos dados gerados pelos dispositivos. Para posteriormente criar um prontuário eletrônico.

Os usuários do sistema poderão executar as quatro operações básicas no banco de dados. Como o tradicional CRUD (acrônimo da expressão do idioma Inglês: C (Create) cadastrar novos dados em arquivos existentes, R (Read) buscar dados de arquivos existentes, U (Update) alterar dados em arquivos existentes e D (Delete) deletar dados de arquivos existentes [17]

IV. RESULTADOS

Neste projeto foi adotada a tecnologia Bluetooth para a comunicação wireless (transmissão e recepção dos dados) entre o smartphone e o protótipo.

Quando conectado à internet, modo síncrono, os dados são enviados diretamente para o Web Service, e na ausência de conexão (modo assíncrono) esses dados são armazenados localmente no dispositivo móvel para assim que conectado serem sincronizados com o Web Service. A visualização dos dados em forma gráfica, poderão ser acessadas por um profissional da saúde através de um Browser (Crome, Mozilla ou IE). Esses dados poderão ser visualizados através de computadores pessoais, celulares, notebooks ou tablets, pois o website do sistema é responsivo e permite acesso em qualquer tipo de dispositivo.

A fig. 6 apresenta a interface gráfica de autenticação para o acesso ao App Dimor.



Figura 6. Interface gráfica autenticação

A fig. 7 apresenta a interface gráfica de pareamento, conexão e configuração do dispositivo no App Dimor.



Figura 7. Interface gráfica para configurar o modo de requisição (automático ou manual).

Para facilitar a identificação de qualquer anomalia na temperatura corporal do trabalhador foi adotada uma escala de cores no website e no APP no qual os profissionais da saúde poderão visualizar as informações está descrito na tabela V. Além do alarme sonoro com frequências diferentes.

TABELA V
CÓDIGO DE CORES NO WEBSITE

Código de Cores	Temperatura (valores)
Verde	(35.9 a 37)
Amarelo	(34 a 35.9) ou (37 a 38.5)
Vermelho	(< 34) ou (> 38.5)

Essa visualização ocorre no website do sistema quando os dados são exibidos de forma gráfica.

A figura 8 apresenta os resultados das medições de um trabalhador em um determinado período, no qual pode ser observado que quando a temperatura corporal registra medições abaixo ou acima do normal, muda da cor verde para vermelha.

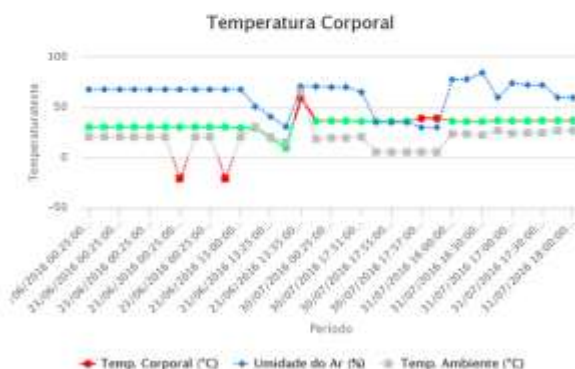


Figura 8. Gráfico que apresenta os resultados das medições de um trabalhador.

V. CONCLUSÃO

Por meio das pesquisas realizadas foi possível obter um bom embasamento teórico, adquirindo conhecimento sobre a telemedicina, os critérios para avaliação da temperatura corporal, conhecendo os produtos e tecnologias existentes no mercado, e metodologias de desenvolvimento, informações necessárias para o desenvolvimento do trabalho.

No decorrer do trabalho desenvolveu-se o protótipo físico, um website, um aplicativo e um webservice.

Após a integração dos componentes foram realizados alguns testes. A comunicação entre o dispositivo e o celular (envio de dados) mostrou-se eficaz.

A escolha dos componentes eletrônicos utilizados torna o dispositivo economicamente viável, quando comparado a soluções voltadas a saúde que estão disponíveis no mercado.

Todos estes dados são utilizados para obter o máximo de informações possíveis sobre o estado do trabalhador. O monitoramento em tempo real permite ao profissional da saúde realizar uma análise mais detalhada para assim prevenir futuros problemas.

Pode-se perceber que o sistema como um todo tem um potencial corporativo, podendo ser utilizado tanto para o monitoramento de trabalhadores como o proposto, como para outros fins, monitoramento em tempo real de pacientes, idosos, ou qualquer necessidade que precise da verificação de temperatura corporal, temperatura ambiente e umidade do ar.

REFERÊNCIAS

- [1] PREVIDENCIA SOCIAL. *Dataprev*, 2015. URL: <dataprev.gov.br>.
- [2] P. Maia, T. Batista, E. Cavalcante, A. Baffa, F. C. Delicato, P. F. Pires e A. Zomaya, *A Web platform for interconnecting body sensors and improving health care*. *Procedia Computer Science* 40, 2014, 135-142.
- [3] B. M. Pérez, I. T. Díez, M. L. Coronado, *Mobile Health Applications for the Most Prevalent Conditions by the World Health Organization*. Review and Analysis, JANEIRO 2015. 1-14.
- [4] Arduino Uno Ver 3. URL: <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno#techspecs>.
- [5] Bluetooth HC-06. URL: <https://www.olimex.com/Products/Components/RF/BLUETOOTH-SERIAL/HC-06/resources/hc06.pdf>
- [6] T. O. Loup, M. Torres, F. M. Milian and P. E. Ambrósio, *Bluetooth Embedded System for Room-Safe Temperature Monitoring*. *IEEE Latin America Transactions*, 2011.
- [7] DHT22. URL: <https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Temperature/DHT22.pdf>
- [8] DS18B20. URL: <http://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Temp/DS18B20.pdf>
- [9] App Inventor 2. URL: <http://appinventor.mit.edu/explore/ai2/windows.html>
- [10] K. Schwaber, J. Sutherland, *Um guia definitivo para o Scrum: As regras do jogo*. URL: <http://www.scrumguides.org/docs/scrumguide/v1/Scrum-Guide-Portuguese-BR.pdf>
- [11] R. S. Pressman, B. R. Maxim, *Engenharia de software: uma abordagem profissional*. McGraw-Hill, 2016
- [12] I. Sommerville, *Software Engineering*. Pearson Education, 2016.
- [13] International Institute of Business Analysis (IIBA). *Um guia para o Corpo de Conhecimento de análise de negócios (Guia BABOK) Versão 2.0*, 2011. <https://reservada.eseg.edu.br/graduacao/biblioteca/guiaabokmembercopy.pdf>
- [14] IEEE - Institute Of Electrical And Electronics Engineers. Std 610.12. [S.l.]: [s.n.], 1990
- [15] Standard glossary of terms used in Requirements Engineering. Requirements Engineering Qualifications Board, 2011. http://en.gasq.org/fileadmin/user_upload/redaktion/en/Data/REQB_Standard_glossary_of_terms_used_in_Requirements_Engineering_1.0.pdf
- [16] OMG. Unified Modeling Language TM (OMG UML) Version 2.5. URL: <http://www.omg.org/spec/UML/2.5/PDF/>
- [17] R. Elmasri, Navathe. *Sistemas de Banco de Dados*. Pearson Addison Wesley, 2010.



S. G. M. Pereira é Doutorando (stricto sensu) em Engenharia de Produção (UNIP), Mestre em Ciência da computação (área de Inteligência Artificial) pelo Instituto Tecnológico de Tóquio-Japão (1996). Graduado em Engenharia Elétrica (Modalidade Eletrônica) pela Escola Politécnica de Pernambuco da UPE-PE (1990). Atualmente professor das seguintes IES: a) Universidade Paulista (Unip). Professor do curso de Ciência da Computação, Engenharia de Automação e Controle (Mecatrônica), Engenharia Eletrônica. b) Universidade Santa Cecília (Unisantia). c) Fatec Rubens Lara (Baixada Santista - Santos). Experiência na área de Ciência da Computação, Engenharia Mecatrônica, Engenharia Eletrônica, Engenharia de Produção, Integrador de Sistemas (Domótica - Casa inteligente), Qualidade em processos de Software. <http://lattes.cnpq.br/2227550014469250>



F. A. S. Medina é Doutoranda em Engenharia de Produção pela Universidade Paulista. Mestra em Engenharia de Produção pela Universidade Paulista. Graduada em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Católica de Santos, (2012). Especialista em Tecnologia e Sistemas de Informação pela Universidade Santa Cecília (2008). Possui graduação em Informática com Ênfase em Gestão de Negócios pela Faculdade de Tecnologia da Baixada Santista (2005). Tem experiência na área de Ciência da Computação e Engenharia de Produção. Ergonomia (produto, processo e cognitiva), Desenvolvimento de interfaces gráficas (Layout). Usabilidade. Interação humano-computador e User Experience. Atualmente professora das seguintes IES: a) Universidade Paulista (Unip - Santos) b) Universidade Santa Cecília (Unisantia). Atua com projeto de pesquisa voltado ao idoso. <http://lattes.cnpq.br/2325666788307030>



R. F. Gonçalves possui graduação em Bacharelado Em Física pela Universidade de São Paulo (1999), mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Paulista (2004) e doutorado em Engenharia (Engenharia de Produção) pela Universidade de São Paulo (2010). Tem experiência na área de Engenharia de Produção, projeto e desenvolvimento de sistemas e inovação tecnológica. Atua nas seguintes áreas: gestão da produção, engenharia econômica e financeira, sistemas de informação, gestão do conhecimento, inovação e empreendedorismo. Atualmente, é professor titular do programa de pós-graduação stricto sensu em Engenharia de Produção da UNIP, professor do departamento de Engenharia de Produção da Poli-USP e professor de pós-graduação lato sensu da USP/Fundação Vanzolini. <http://lattes.cnpq.br/0192507285209291>.



D. S. Santos Nasceu em Santos, São Paulo, Brasil, em 19 de Junho de 1993. Graduou-se em Engenharia de Controle e Automação na Universidade Paulista - Campus II - Santos em 2016, no qual participou de diversas atividades pela Universidade, dentre elas pode-se destacar uma Iniciação Científica em que foi premiado e participou de um evento nacional sobre avanço científico e tecnológico. As áreas de interesses estão relacionados com Sistemas Embarcados, Inteligência Artificial e Robótica. <http://lattes.cnpq.br/0004354713621790>

5 RESULTADOS

Esse capítulo tem por objetivo a descrição do sistema implementado e os resultados gerados por ele e, pela pesquisa realizada no decorrer da tese.

5.1 Descrição do sistema implementado

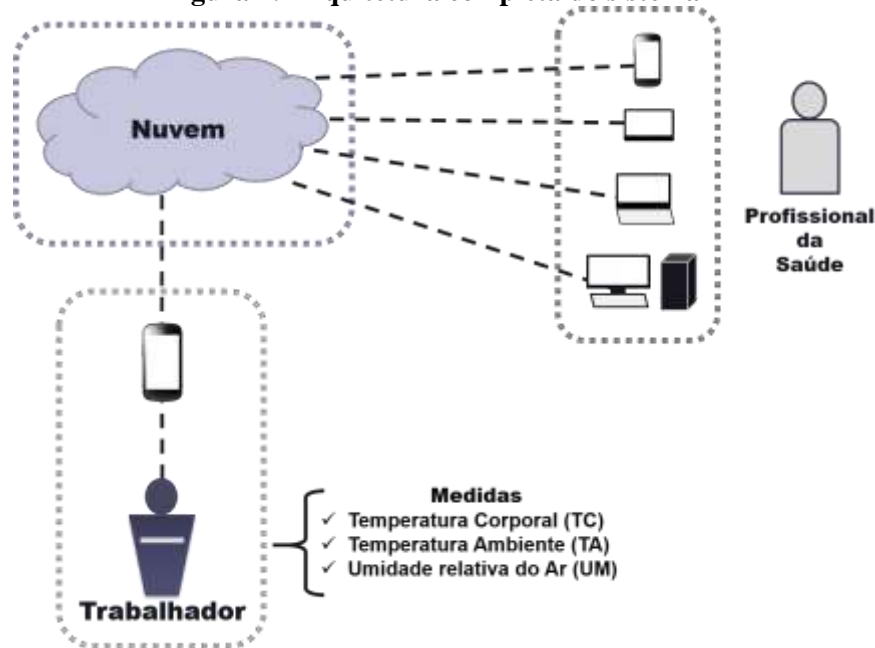
Nesta seção é apresentado o processo de desenvolvimento do sistema de monitoramento de temperatura corporal, temperatura ambiente e umidade do ar. Para verificar a viabilidade técnica e econômica do projeto foram realizadas revisões bibliográficas e entrevistas com profissionais da saúde.

O sistema foi dividido em duas fases. A primeira fase está relacionada ao desenvolvimento do *hardware* não invasivo e de baixo custo. O protótipo, denominado Dimor-TC, foi construído para captar a medição da temperatura corporal (TC) do trabalhador, a temperatura do ambiente (TA) e a umidade relativa do ar (UM). O dispositivo está acoplado ao trabalhador e conectado via *bluetooth* ao seu *smartphone*.

A segunda fase foi composta pelo desenvolvimento dos *softwares*, sendo eles: desenvolvimento da aplicação para o dispositivo móvel (*App* Dimor), um *website* responsivo e um *web service*, que realiza o tratamento dos dados recebidos, para posteriormente o profissional da área da saúde visualizar graficamente em um *notebook* ou em um dispositivo móvel.

A figura 4 apresenta em detalhes o ciclo do funcionamento do sistema. O trabalhador tem instalado e acoplado no corpo o protótipo com três sensores: o primeiro sensor mede a temperatura corporal (TC), o segundo sensor mede a temperatura do ambiente (TA) e o terceiro, a umidade relativa do ar (UM). Os dados coletados pelo protótipo são enviados para o dispositivo móvel do trabalhador via *App* Dimor (desenvolvido no MIT *App Inventor* 2). O MIT *App Inventor* 2 é uma ferramenta de *software*, *open source* desenvolvida inicialmente pela Google e atualmente mantida pelo Massachusetts Institute of Technology (MIT). A ferramenta permite o desenvolvimento de aplicativos para dispositivos móveis que são executados no sistema operacional *Android*.

Figura 4: Arquitetura completa do sistema



Fonte: própria

Os dados coletados pelo protótipo são transmitidos (TX) para o dispositivo móvel (*smartphone*) do trabalhador via *bluetooth*. O envio dos dados do dispositivo móvel para *web service* (armazenamento dos dados) é via telefonia móvel celular ou *wi-fi*. A transmissão dos dados pode ser realizada de dois modos diferentes: modo síncrono (*on-line*) e modo assíncrono (*off-line*). O ciclo finaliza quando o profissional da saúde seleciona a opção visualizar os dados TC, TA e UM em um gráfico. O período de leitura e o intervalo de medição em minutos são de fácil configuração. Para realizar tais tarefas o profissional da saúde deve estar primeiramente autenticado no sistema.

O sistema possui os seguintes requisitos: a) proporciona uma leitura confiável, b) gera dados confiáveis, c) leve e fácil de instalar, d) é o menos invasivo possível e e) apresenta graficamente os dados para fácil análise.

Para o desenvolvimento do sistema foram utilizadas as boas práticas da engenharia *web* e paradigmas de orientação a objeto.

Foram realizadas as seguintes etapas de trabalho:

- Planejamento: definição do escopo do projeto. Regras de negócio;
- Especificação de requisitos: funcionais e não funcionais;

- Análise e projeto;
- Definição da plataforma;
- Prototipagem rápida das interfaces gráficas;
- Integração e testes.

5.1.1 Componentes do protótipo

Para o desenvolvimento e construção do protótipo, especificamente do esquema elétrico, foi utilizado o *software Fritzing*, que permite a criação de esquemas em uma *protoboard*, que facilita a visualização do circuito.

A seguir são apresentados os diversos componentes que foram utilizados no projeto:

- Uma placa Arduino Uno Rev. 3, que possui as seguintes características técnicas: 14 pinos de entrada e saída digitais (dos quais seis pinos podem ser utilizados como saídas PWM), seis pinos de entrada analógica, um pino de tensão referencial, um pino de tensão 3,3 V para alimentação de periféricos externos, interface para a comunicação com o computador embutida, pinos para comunicação serial e paralela (I2C), um oscilador cristal de 16MHz até 20MHz, memória *flash* de 32 KB (512 *bytes* são utilizados para o *bootloader*), 2 KB de memória *RAM* e 1KB de *EEPROM*. Tem um microcontrolador Atmega328, da Atmel, de baixo consumo (em torno de 12 mA, utilizando o oscilador interno de 8MHz). Aceita três tipos de formas de alimentação: a) valor máximo de 5 V de tensão nos pinos de entrada/saída, b) o regulador de tensão NCP1117, permitindo utilizar fontes de 7V a 12V e c) é possível utilizar a porta USB tipo B para alimentação e comunicação simultaneamente. O principal diferencial da placa é ser *open-source* e de custo acessível (ARDUINO, 2016).
- Um módulo *bluetooth* HC-06 para realizar a comunicação entre dois dispositivos de comunicação *wireless* com baixo custo. Suas principais características são: comunicação serial com o Arduino, alimentação pode variar entre 3,6 V a 6 V, permitindo maior flexibilidade e com alcance de aproximadamente 10 metros (seguindo o padrão do *bluetooth* 2.0), baixo consumo de corrente (em torno de 30 mA a 40 mA, durante o pareamento e 8 mA durante a comunicação) (BLUETOOTH HC-06, 2016).

- Um sensor de temperatura ambiente e umidade relativa do ar DHT22, também conhecido por AM2302. Suas principais características são: possui internamente um sensor de umidade capacitivo e um termistor; para comunicação com o Arduino possui um conversor analógico/digital e se comunica por um fio, precisando apenas utilizar um resistor para *pull-up*, tipicamente utilizado um no valor de 10k Ohms; pode medir temperaturas de -40°C até 80°C, com uma precisão de aproximadamente 0,5°C e umidade relativa de 0% a 100%, com uma precisão de aproximadamente 2%; pode realizar medições a cada dois segundos. A alimentação pode variar entre 3,3-6,4V, baixo consumo (1,5 mA durante as medições e 50uA em *stand-by*) (DHT22, 2016).
- Um sensor de temperatura corporal DS18B20, que possui as seguintes características técnicas: comunica-se com o Arduino utilizando apenas um fio, necessita de um resistor de *pull-up*, recomendado pelo fabricante um valor em torno de 5k Ohms. A tensão de alimentação varia de 3 V até 5,5 V e sua corrente de operação é de aproximadamente 1,5 mA. Pode medir uma faixa de temperaturas de -55°C até 125°C, com uma precisão de aproximadamente 0,5°C. Possui um encapsulamento isolado, podendo ser utilizado até de baixo da água (DS18B20, 2016).
- Uma fonte de alimentação de 9,0 V para o protótipo.

Os circuitos foram desenvolvidos e testados com o simulador de circuitos *open-source* *Fritzing* com o objetivo de facilitar a construção física do dispositivo.

A tabela 7 apresenta a corrente mínima de consumo no modo ativo e modo de espera dos componentes utilizados no desenvolvimento do protótipo, isto é fundamental para determinar a autonomia e durabilidade da bateria do dispositivo.

Tabela 7: Corrente mínima de consumo no modo ativo e modo de espera

Componente	Corrente necessária (Modo ativo)	Corrente necessária (Modo de espera)
DHT22 – Sensor de temperatura ambiente e de umidade relativa do ar.	1.5mA	50uA
DS18B20 – Sensor de temperatura corporal	9mA	7.8nA
Atmega328P	9mA	1nA

Fonte: própria

Desse modo, o sistema proposto visa reduzir custos decorrentes de afastamentos de trabalhadores, prevenir e reduzir o índice de acidentes de trabalho por doenças que podem ser identificadas com alterações na temperatura corporal e do local que está sendo realizada a atividade.

Tabela 8: Lista de componentes utilizados no protótipo (Dimor-TC)

Quantidade	Componente	Valor unitário (R\$)
1	Placa Uno R3 + Cabo USB para Arduino	39,90
1	Modulo Bluetooth Arduino Hc6	59,90
1	Sensor de umidade relativa do ar e temperatura AM2302 DHT22 Arduino	23,90
1	Sensor de temperatura DS18B20 <i>waterproof</i> Arduino	11,50
1	Caixa Patola	7,00
1	Caixa Case - suporte para bateria 9v chave <i>on/off</i>	9,00
1	Bateria de 9V	13,90
Total		290,00

Fonte: própria

A tabela 8 apresenta em detalhe a quantidade de componentes utilizados na construção do protótipo e o seu valor unitário, na qual é possível verificar que o valor total do protótipo físico tem um baixo custo.

5.2 Resultados e discussão

Nesta seção são apresentados os resultados obtidos no decorrer da pesquisa. Para a validação da proposta, especificamente a relevância na área da saúde, foi aplicado um questionário a 16 profissionais de diferentes especialidades da área médica, conforme tabela 9.

Tabela 9: Amostra e especialidade dos respondentes

Profissão	Quantidade	%
Médico	3	19
Enfermeiro	3	19
Fisioterapeuta	6	38
Educador físico	3	18
Dentista	1	6
Total	16	100

Fonte: própria

A tabela 10 apresenta, de acordo com a escala Likert, a relevância dos aspectos levantados no questionário.

Tabela 10: Aspectos do sistema de acordo com sua relevância

%	Discorda fortemente	Discorda	Sem opinião	Concorda	Concorda fortemente
Importância da TC				37,5	62,5
Relevância do horário da medição da TC		6,2	6,2	31,3	56,3
Importância da TA para a TC				18,7	81,3
Importância da UM para a TC		6,3		25,0	68,7
Importância TC na atividade laboral				31,2	68,8
Importância da idade na TC		12,5	6,3	43,7	37,5
Importância do peso na TC		25,0	6,3	37,5	31,2
Trabalhador deveria utilizar o produto diariamente		6,3	12,5	62,5	18,7
Importância da TC, TA e UM na prevenção de doenças		12,5		50,0	37,5
Importância do prontuário eletrônico <i>on-line</i>				43,7	56,3

TC - temperatura corporal; TA - temperatura ambiente; UM - umidade relativa do ar.

Fonte: própria

De acordo com a tabela 10, pode-se observar a importância da TC do trabalhador e a influência direta da TA e da UM na TC, durante a realização da atividade laboral. A necessidade de possuir esses dados de forma eletrônica e *on-line* teve uma aceitação de 100% entre concorda e concorda fortemente. Esses dados em conjunto demonstram a importância atribuída pelo profissional da saúde ao sistema completo (*hardware* e *software*), mostrando que são relevantes para facilitar e prover uma melhor qualidade de vida ao usuário do sistema, neste caso o trabalhador.

O protótipo construído (*hardware*), como descrito na capítulo 5, faz a medição da TC, TA e UM, dados que foram validados como relevantes pelos profissionais da saúde. Foi observado durante os testes do protótipo que a UM e a TA são compatíveis (quando comparado a outros dispositivos disponíveis no mercado) desde o início do funcionamento. O

sensor DS18B20, que capta a TC, possui um tempo de ajuste até que consiga captar com fidelidade a temperatura real do sensor (em comparação aos termômetros digitais), entre 3 e 5 minutos quando acoplado ao corpo humano. Após esse tempo mínimo, as medições mantiveram-se estáveis e de acordo com dispositivos reconhecidos e utilizados no mercado, os quais já possuem a habilitação do INMETRO.

Esses dados gerados pelo protótipo foram transmitidos via conexão sem fio (*bluetooth*) ao aplicativo (*App Dimor*) instalado no dispositivo móvel do trabalhador, em tempo real e com um período de leitura programável em minutos de fácil configuração. Os dados foram enviados com fidelidade, sem perda ou inconsistência. Na seguinte etapa, os dados armazenados no dispositivo móvel são transmitidos via internet, podendo ser rede celular (3G/4G) ou conexão *wi-fi*, para um *web service*.

Em caso de falha na conexão, os dados são armazenados no dispositivo móvel e serão enviados assim que a conexão de internet for restabelecida.

Para ter acesso ao sistema, os usuários (profissional da saúde, trabalhador e administrador) devem estar previamente cadastrados e habilitados para a visualização do protótipo selecionado, tornando o acesso restrito unicamente ao profissional da saúde que irá acompanhar o trabalhador em questão. A figura 5 mostra a interface gráfica do Projeto Dimor disponível em: <http://projetodimor.net/>.

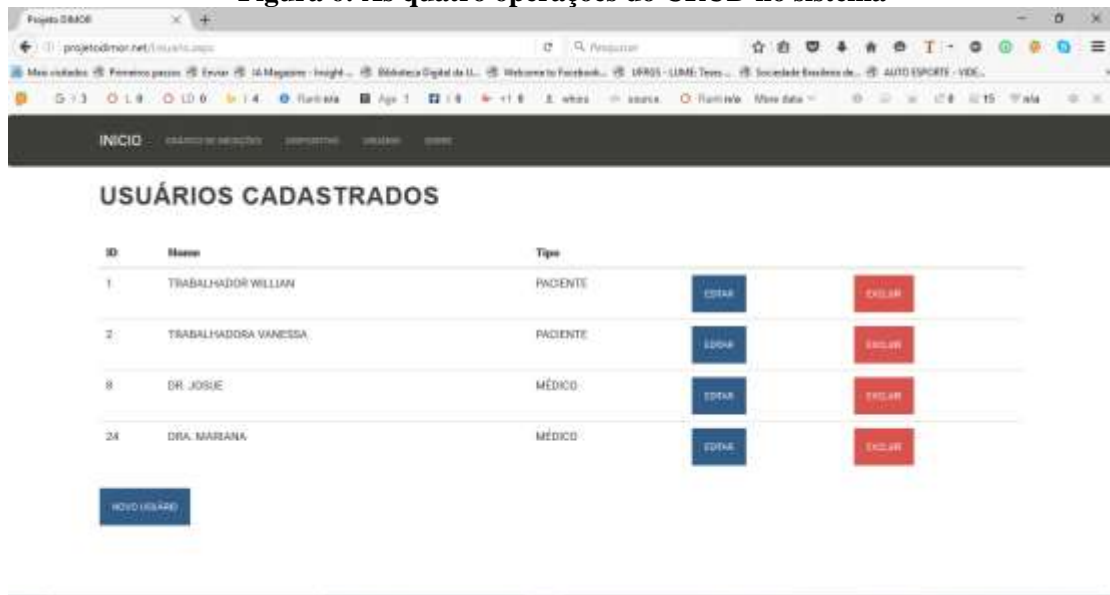
Figura 5: Tela principal do projeto Dimor



Fonte: própria

A figura 6 mostra a interface gráfica na qual são realizadas as quatro operações do CRUD (cadastrar usuário, consultar usuário, atualizar usuário e deletar usuário em um banco de dados) do sistema. No campo chamado ID está o número de identificação dos usuários, sejam eles trabalhadores ou profissionais da saúde. Em 'tipo' deve ser especificada a atuação do usuário.

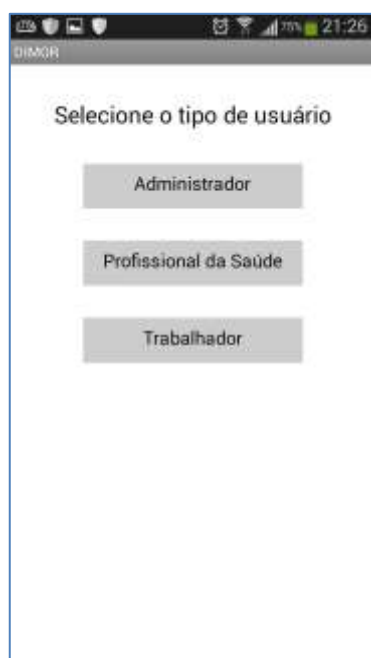
Figura 6: As quatro operações do CRUD no sistema



Fonte: própria

A figura 7 mostra duas interfaces gráficas de autenticação do usuário (profissional da saúde, trabalhador e administrador) do App Dimor. Na figura 7a a tela apresentada é para a seleção do tipo de usuário, na tela (figura 7b) é executado o *login* do usuário com seu nome e senha previamente cadastrados.

Figura 7a e b: Interfaces gráficas de autenticação do usuário do aplicativo



7a



7b

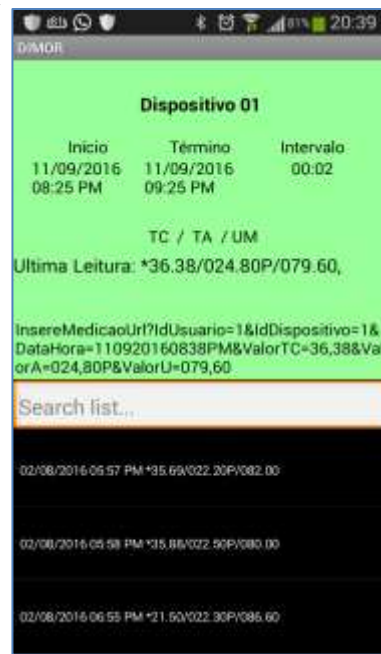
Fonte: própria

A Figura 8 mostra a interface gráfica que apresenta a configuração, pareamento, conexão e modo de leitura do dispositivo 01. Na figura 8a é possível determinar as datas de início e término das leituras, e também, os horários. O dispositivo pode ser configurado para que a leitura ocorra de forma automática como mostrado na figura, ou de forma manual. A figura 8b mostra o nome do dispositivo conectado e os intervalos definidos na tela da figura 8a. Mostra a última leitura e abaixo todas as leituras efetuadas até o momento.

Figura 8a e b: Interface gráfica que apresenta a configuração, pareamento, conexão e modo de leitura do dispositivo 01



8a



8b

Fonte: própria

A figura 9 mostra o resultado de uma consulta realizada por um profissional da saúde, após a configuração do horário e intervalo de tempo em minutos.

Figura 9: Gráfico de medições de um usuário em um período de tempo



Fonte: própria

A tela apresentada mostra um gráfico com o histórico de medições que pode ser definido pelo responsável pelas leituras.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

6.1 Conclusões

O embasamento teórico e técnico foi adquirido por meio de pesquisas realizadas sobre telemedicina, critérios para avaliação da temperatura corporal, levantamento dos produtos e tecnologias existentes no mercado, metodologias de desenvolvimento de *software* e *hardware*.

Como este trabalho está composto por duas partes: conceituação teórica e engenharia aplicada, a metodologia utilizada foi a DSR. A razão da escolha desta metodologia deve-se ao fato que ela permite alinhar teoria com a prática, diminuindo a distância existente entre pesquisa e engenharia.

Com a revisão sistemática da literatura foi identificado que há a possibilidade de explorar os conceitos e aplicações da telemedicina aplicada ao trabalhador. A tecnologia existente hoje é capaz de atender às demandas técnicas. Dos 27 artigos selecionados, 37 artigos foram adotados na pesquisa. Somente sete deles utilizaram a telemedicina na saúde ocupacional em áreas específicas como: trabalhadores marítimos e rurais, astronautas e bombeiros.

A telemedicina na saúde ocupacional como ferramenta de prevenção foi identificada em 13 artigos e com protótipos ou produtos tangíveis (*hardware*) implementados apenas sete, sendo que dois deles atuam na segurança dos dados. Nesta pesquisa o termo protótipo foi adotado somente para produtos tangíveis (*hardware*). Assim, estudos que apresentavam *softwares* e aplicativos para dispositivos móveis que não estavam alinhados com um *hardware* foram descartados.

Dos cinco estudos somente um foi desenvolvido para ser aplicado na saúde ocupacional de forma preventiva com o uso da telemedicina. Sandulescu e Dobrescu (2015) desenvolveram uma camisa que monitora sinais fisiológicos do bombeiro e as condições do ambiente (temperatura e umidade relativa do ar) no momento de sua atuação. O sistema projetado não permite a utilização em outras áreas, por exemplo, o acesso de uma equipe remota em várias regiões, pois sua forma de transmissão dos dados necessita de um

dispositivo dedicado. O estudo mostra-se importante, pois grande parte dos acidentes com esses trabalhadores são decorrentes do estresse térmico.

A importância da telemedicina é enfatizada principalmente para o diagnóstico e prevenção, a popularização dessa nova forma de atendimento médico está diretamente ligada à redução de custos operacionais e à melhora da qualidade de vida. Na compilação desses trabalhos verificou-se ainda que são poucos os investimentos em políticas de prevenção em saúde pública, quando estende-se essa mesma questão à área privada. Nesse estudo não foi identificada nenhuma ação.

Por meio da revisão da literatura sobre saúde ocupacional, segurança do trabalho e tecnologia na área da saúde observou-se que o trabalhador que sofre uma exposição excessiva ao calor ou estresse térmico ambiental (temperatura do ambiente, velocidade do ar, umidade relativa, vento e outros) pode ter consequências graves à saúde, fatores que podem ocasionar um colapso físico.

No decorrer da pesquisa foi projetado e desenvolvido um protótipo físico (*hardware*), um aplicativo para dispositivo móvel, um *web service* e um *website* responsivo. Após a integração dos componentes foram realizados alguns testes. A comunicação, transmissão dos dados (TC, TA e UM) entre o protótipo e o dispositivo móvel mostrou-se eficaz.

O dispositivo, quando utilizado em ambientes sem conexão com internet, terá os dados captados pelo aplicativo primeiramente gravados localmente. Assim que a conexão com a internet for restabelecida, os dados são enviados para um *web service*. O profissional da saúde poderá acessar de forma remota as leituras realizadas no trabalhador, utilizando um aplicativo a ser desenvolvido ou por *site* responsivo.

Todos os dados gerados pelo protótipo são utilizados para obter o máximo de informações possíveis sobre o estado de saúde do trabalhador. O monitoramento em tempo real permite ao profissional da saúde realizar uma análise mais detalhada para assim prevenir futuros problemas.

Pode-se perceber que o sistema como um todo tem um potencial corporativo, podendo ser utilizado tanto para o monitoramento de trabalhadores como o que foi proposto, como para outros fins, tais como monitoramento em tempo real de pacientes, idosos, ou qualquer

necessidade que precise da verificação de temperatura corporal, temperatura ambiente e umidade do ar.

A escolha dos componentes eletrônicos utilizados torna o protótipo e o sistema economicamente viável, quando comparado a soluções voltadas à saúde que estão disponíveis no mercado. A limitação deste trabalho é que apenas foram monitoradas a temperatura do corpo, temperatura ambiente e umidade relativa do ar. No futuro será incluído o monitoramento de outros sinais vitais como a frequência cardíaca, estresse, outros.

6.2 Indicações para trabalhos futuros

Neste trabalho apenas um tipo de monitoramento foi abordado, a temperatura corporal do trabalhador. Como trabalho futuro está prevista a diminuição do tamanho do equipamento e a substituição do sensor de temperatura corporal por um sensor do tipo adesivo.

Também está prevista a implantação de novos aspectos para o projeto, como o monitoramento da frequência cardíaca, pressão arterial e a medição de estresse, o que permitiria ao sistema executar diagnósticos mais precisos.

Com o estudo da telemedicina e o avanço da Tecnologia de informação e comunicação tornam-se viáveis econômica e tecnicamente a construção desses sistemas, pode-se avaliar os dados gerados pelos sensores com a aplicação de inteligência artificial para que também sejam geradas propostas de prognósticos auxiliando os profissionais da área da saúde, principalmente em atendimentos que forem realizados remotamente.

REFERÊNCIAS

ABECASIS, D. **Telemetria: Conceitos e Aplicações**. Algarve Portugal: Centro de Ciências do Mar- Universidade do Alga, 2009.

ABEPRO - **Associação Brasileira de Engenharia de Produção**. Áreas da Engenharia de Produção. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/arquivos/websites/1/Áreas%20da%20Engenharia%20de%20Produção.pdf>. Acesso em: 20 out. 2016.

ANLIKER, J. A.; WARD, P.; LUKOWICZ, G.; TRÖSTER, F.; DOLVECK, M. B. F.; KEITA, E. B.; SCHENKER, F.; CATARSI, L.; COLUCCINI, A.; BELARDINELLI, D.; SHAKLARSHI, M.; ALON, E.; HIRT, R.; SCHMID, M. AMON: a wearable multiparameter medical monitoring and alert system. **IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine** 8:415–427, 2004.

ARDUINO Uno Ver 3. Disponível em: <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno#techspecs>. Acesso em: 20 jul. 2016.

BLUETOOTH HC-06. Disponível em: <https://www.olimex.com/Products/Components/RF/BLUETOOTH-SERIAL-HC-06/resources/hc06.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2016.

BRANCO, A. **Telemetria, 2010**. Disponível em: <http://infogpsonline.uol.com.br/revistas-interna.php?id_noticia=8527>. Acesso em: 24 nov. 2015.

BURNS, B. R.; GREENE, M. J.; McGRATH, T. J.; O'SHE, B.; KURIS, S. M.; AYER, F.; STROIESCU, V. Cionca Shimmer – a wireless sensor platform for noninvasive biomedical research. **IEEE Sensors** 10:1527–1534, 2010.

CARVALHO, S. T.; COPETTI, A.; FILHO, O. G. L. **Ubiquitous computing system in home health care**. Journal of Health Informatics 2: 51-7, 2011.

COHEN, B. J.; WOOD, D. L. **O corpo humano na saúde e na doença**. São Paulo, SP: Manole, 2002

DHT22. Disponível em: <https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Temperature/DHT22.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2016.

DIAS, O. **Telemetria e sensoriamento remoto**. São Paulo: Copel, 1992.

DRESCH, A. **Design Science e Design Science Research como Artefatos Metodológicos para Engenharia de Produção**. São Leopoldo: UNISINOS, 2013. 184 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas), 2013.

DS18B20. Disponível em: <http://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Temp/DS18B20.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2016.

FIEDLER, N. C.; GUIMARÃES P. P.; ALVES R. T.; WANDERLEY F. B. Avaliação ergonômica do ambiente de trabalho em marcenarias no sul do espírito santo. **Revista Árvore**, 34:907-915, 2010.

FRITZING. Disponível em: <http://fritzing.org/download/>. Acesso em: 30 jul. 2016.

GAMBRELL, R. C. Doenças térmicas e exercício. In: LILLEGARD, W. A.; BUTCHER, J. D.; RUCKER, K. S. **Manual de medicina desportiva**: uma abordagem orientada aos sistemas. São Paulo, SP: Manole, 2002. p. 457-464.

GHORBANI, S.; DU, W. Personal Health Service Framework. **Procedia Computer Science** 21: 343-350, 2013.

IIDA, I. **Ergonomia**: Projeto e produção. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2005. 360p.

JIANG, X; WANG, C. Body-temperature circadian rhythm in 67 patients after heart valve replacement surgery secondary to valvular heartdisease. **International Journal of Nursing Sciences**, 1: 64-68, 2014.

KIELHORN, J; MELCHING-KOLLMUß, J.; MANGELSDORF, I. Dermal Absorption: EHC 235. **World Health Organization**, 2006. Disponível em: <http://www.who.int/ipcs/publications/ehc/ehc235.pdf?ua=1>. Acesso em 01 mai 2015.

KLINGEBERG, T.; SCHILLING, M. Mobile wearable device for long term monitoring of vital signs. **Computer Methods and Programs in Biomedicine** 106: 89–96, 2012.

KOSKELA M. Occupational health and safety in corporate social responsibility reports. **Safety Science** 68:294–308, 2014.

KROEMER, K. H. E.; GRANDJEAN, E. **Manual de ergonomia**: adaptando o trabalho ao homem. 5. ed. São Paulo, SP: Bookman, 2005.

LACERDA, D. Design Science Research: método de pesquisa para a engenharia de produção. **Gestão & Produção**, 20: 741-761, 2013.

LEROUGE, C. M.; GARFIELD, M. J.; HEVNER, A. R. Patient perspectives of telemedicine quality. **Dove Press Journal** 9:25-40, 2014.

MACHADO, A.; PADOIN, E. L.; SALVADORI, F.; RIGHI, L.; CAMPOS, M. D.; SAUSEN, P. S. E.; DIL, S. L. Utilização de Dispositivos Móveis, Web Services e Software Livre no Monitoramento Remoto de Pacientes. **CBIS**, 2011.

MAIA, F. F. R.; ARAÚJO, L. R. Impacto do sistema de monitorização contínua da glicose em pacientes diabéticos. **Revista da Associação Médica Brasileira**, vol.52, n.6, São Paulo Nov./Dec. 2006.

MAIA, P.; BATISTA, T.; CAVALCANTE, E.; BAFFA, A.; DELICATO, F.; PIRES, P. G.; ZOMAYA, A. A Web platform for interconnecting body sensors and improving health care. **Procedia Computer Science** 40: 135-142, 2014.

MACKOWIAK PA. Concepts of Fever. Arch Intern Med. 17:1870-1881, 1998.

MARTÍNEZ-PÉREZ, B.; TORRE-DIEZ, I.; LOPEZ-CORONADO, M. Mobile Health Applications for the Most Prevalent Conditions by the World Health Organization. Review and Analysis. **Journal of Medical Internet Research** 15: 1-20, 2013.

MEDEIROS, E. G. S.; FILHO, F. de A. G.; SILVA L. B. Avaliação do conforto térmico em veículos – uma visão geral da ISSO 14505. **Anais. XXXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP)**, 2013.

MIND, M. B. V. **Available via Information about the NeXus-10**. Disponível em: <http://www.mindmedia.nl/english/nexus10.php/>. Acesso em: 19 jul. 2015.

Ministério da Saúde do Brasil. Organização Pan-Americana da Saúde/Brasil. Doenças Relacionadas Ao Trabalho - Manual de Procedimentos para os Serviços de Saúde. Série A. **Normas e Manuais Técnicos**; n. 114. Brasília/DF – Brasil, 2001.

Ministério da Saúde do Brasil. **Política nacional visa à redução de acidentes e doenças do trabalho**. Portaria GM/MS nº 1.823, de 23 de agosto de 2012. Disponível em: http://www.conselho.saude.gov.br/web_4cnst/docs/Portaria_1823_12_institui_politica.pdf >. Acesso em: 20 out. 2016.

MIT App Inventor 2. Disponível em: <http://appinventor.mit.edu/explore/ai2/windows.html>. Acesso em: 22 ago. 2015.

NEHMY, R. M. Q.; DIAS, E. C. Os caminhos da saúde do trabalhador: para onde apontam os sinais? **Revista Médica de Minas Gerais**, Belo Horizonte, v. 20, p. S5-S12, 2010. Suplemento 2. Disponível em: <http://rmmg.org/artigo/detalhes/1030>. Acesso em: 25 out. 2016.

OIT - Organização Internacional do Trabalho. **Doenças profissionais são principais causas de mortes no trabalho**. Disponível em: <http://www.oitbrasil.org.br/content/doencas-profissionais-sao-principais-causas-de-mortes-no-trabalho>, 23 abr. 2013. Acesso em: 29 set. 2015.

PASTORE, J. **O custo dos acidentes e doenças do trabalho no Brasil**. Palestra proferida no Tribunal Superior do Trabalho, 20/10/2011. http://www.josepastore.com.br/artigos/rt/rt_320.htm. Acesso em: 29 set. 2015.

PIOVESAN, F. C. **Telemetria Aplicada na Mecanização Agrícola Utilizando o Datalogger CR 1000**. Santa Maria, 2008.

ROBERTS, W. O. Exertional heat stroke: life-saving recognition and onsite treatment in athletic settings. **Rev. Bras. Med. Esporte**, v. 11, n. 6, p. 329e-332e, 2005.

RHOADES, R. A.; TANNER, G. A. **Fisiologia médica**. 2. ed. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara Koogan, 2005.

SANDULESCU, V.; DOBRESU, R. Wearable System for Stress Monitoring of Firefighters in Special Missions. **The 5th IEEE International Conference on E-Health and Bioengineering - EHB 2015**.

SILVA, M. D.; SIEBRA, C. A. **Uma Abordagem Pervasiva e Inteligente de Baixo Custo para o Monitoramento de Pacientes com Doenças Cardiovasculares**. XII Workshop de Informática Médica, 2012.

SIMON, H. B. Hyperthermia, fever, and fever of undetermined origin. **ACP Medicine**: 1-13, 2006.

RHOADES, R. A.; TANNER, G. A. **Fisiologia médica**. 2. ed. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara Koogan, 2005.

SIMON H. **The Sciences of the Artificial**. 3. ed. Cambridge, USA: MIT Press, 1996.

SU, X-Y; LIN, F-C; CHEN, L; HUANG, K-C; LU, C-W; CHEN, C-Y; HO, T-W; LAI, F. A Service Oriented Tele-health Promotion Information System with Mobile Application. **Procedia Computer Science** 37: 274 – 281, 2014.

TEIXEIRA, S. T.; COPETTI, A.; FILHO O. G. L. Sistema de computação ubíqua na assistência domiciliar à saúde. **Journal of Health Informatics**. 3(2): 51-7, abril-junho 2011.

WARREN, I.; WEERASINGHE, T.; MADDISON, R; WANG, Y. OdinTelehealth: A Mobile Service Platform for Telehealth. **Procedia Computer Science** 5: 681-688, 2011.

WOOTTON, R; PATIL, N. V; SCOTT, E. E.; HO, K. **Telehealth in the Developing World**. Royal Society of Medicine Press Ltd, International Development Research Centre, 2009

APÊNDICE

Apêndice 1: Questionário para avaliação da importância da temperatura corporal

PROFISSIONAL DA SAÚDE

Breve descrição do produto/serviço

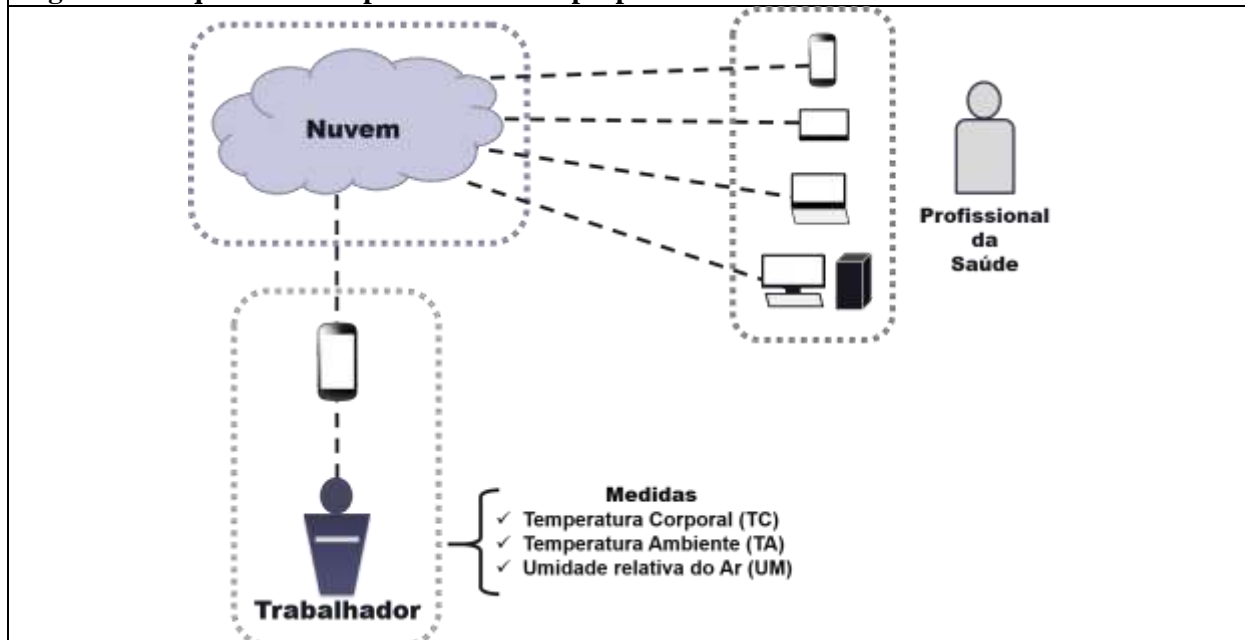
O sistema proposto foi dividido em duas etapas, a primeira etapa está relacionada ao desenvolvimento do *hardware* (não invasivo e de baixo custo), o protótipo, aqui denominado Dimor-TC, foi construído para captar a medição da **temperatura corporal (TC)** do trabalhador, a **temperatura do ambiente (TA)** e a umidade relativa do **ar (UM)**.

Na segunda etapa foi realizado o desenvolvimento do *software* e da aplicação que realizará o tratamento dos dados recebidos, para posteriormente o profissional da área da saúde visualizar graficamente em um dispositivo móvel ou *notebook*.

A figura A mostra em detalhe a arquitetura completa do sistema proposto. O trabalhador tem instalado no corpo o protótipo com três sensores:

- o primeiro sensor mede a **temperatura corporal (TC)** o
- segundo mede a **temperatura do ambiente (TA)** e
- o terceiro a **umidade relativa do ar (UM)**.

Figura A: Arquitetura completa do sistema proposto



Os dados coletados pelo protótipo são enviados para o dispositivo móvel do trabalhador. A transmissão dos dados, do dispositivo móvel para o *web service*, pode ser realizada de dois modos diferentes, modo síncrono (on-line) e modo assíncrono (off-line).

Os dados da temperatura corporal (TC), temperatura de ambiente (TA) e umidade relativa do ar (UM) podem ser visualizados em um gráfico por um profissional da saúde, após autenticação, dentro de um período predeterminado, no qual o intervalo de medição pode ser facilmente configurado

Procedimento para o preenchimento do questionário

Em uma escala de 1 a 5, em que 1 é Discorda fortemente e 5 é Concorda fortemente

Nome do respondente	Profissão	Escolaridade

Função do respondente	Gerencial	Técnica

- 1) Na sua opinião, a medição da temperatura corporal é importante? Em caso afirmativo, justifique a sua resposta.

Discorda fortemente	Discorda	Sem opinião	Concorda	Concorda fortemente
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Comentários

- 2) Na sua opinião, o horário da medição da temperatura corporal é relevante? Em caso afirmativo, justifique a sua resposta.

Discorda fortemente	Discorda	Sem opinião	Concorda	Concorda fortemente
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Comentários

- 3) Fatores externos, como temperatura ambiente, podem influenciar na temperatura corporal do trabalhador?

Discorda fortemente	Discorda	Sem opinião	Concorda	Concorda fortemente
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Comentários

- 4) Fatores externos, como umidade relativa do ar e de ambiente, podem influenciar na temperatura corporal do trabalhador?

Discorda fortemente	Discorda	Sem opinião	Concorda	Concorda fortemente
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Comentários

- 5) Em sua opinião, a temperatura corporal (TC) é importante, para que o trabalhador realize sua atividade?

Discorda fortemente	Discorda	Sem opinião	Concorda	Concorda fortemente
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Comentários

- 6) A idade do trabalhador é importante?

Discorda fortemente	Discorda	Sem opinião	Concorda	Concorda fortemente
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Comentários

--

7) O peso do trabalhador é importante?

Discorda fortemente	Discorda	Sem opinião	Concorda	Concorda fortemente
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Comentários

--

8) Em sua opinião, o trabalhador deveria utilizar o produto diariamente (no período que está realizando sua atividade)?

Discorda fortemente	Discorda	Sem opinião	Concorda	Concorda fortemente
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Comentários

--

9) O monitoramento em tempo real da temperatura corporal, temperatura ambiente e umidade relativa do ar de um trabalhador poderia ajudar na prevenção de doenças?

Discorda fortemente	Discorda	Sem opinião	Concorda	Concorda fortemente
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Comentários

--

ANEXOS

Anexo 1: Comitê de Ética em Pesquisa

UNIVERSIDADE PAULISTA -
UNIP / VICE-REITORIA DE
PESQUISA E PÓS



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE MONITORAMENTO REMOTO DE SINAIS VITAIS

Pesquisador: SERGIO GUSTAVO MEDINA PEREIRA

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 59635416.4.0000.5512

Instituição Proponente: ASSOCIAÇÃO UNIFICADA PAULISTA DE ENSINO RENOVADO - OBJETIVO

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.784.606

Apresentação do Projeto:

adequada

Objetivo da Pesquisa:

adequado

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Não há

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O projeto não fere princípios éticos

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

adequado

Recomendações:

não há

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

não há

Considerações Finais a critério do CEP:

Endereço: Rua Dr. Barcelar, 1212

Bairro: Vila Clementino

CEP: 04.026-002

UF: SP

Município: SÃO PAULO

Telefone: (11)5586-4090

Fax: (11)5586-4073

E-mail: cep@unip.br

**UNIVERSIDADE PAULISTA -
UNIP / VICE-REITORIA DE
PESQUISA E PÓS**



Continuação do Parecer: 1.784.606

AO TÉRMINO DA PESQUISA É OBRIGATÓRIA A ENTREGA DO RELATÓRIO FINAL.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_779783.pdf	06/09/2016 12:34:18		Aceito
Folha de Rosto	FolhaRosto.pdf	06/09/2016 12:34:02	SERGIO GUSTAVO MEDINA PEREIRA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	ProjetoPesquisa_SergioMedina.pdf	29/08/2016 11:16:51	SERGIO GUSTAVO MEDINA PEREIRA	Aceito
Outros	IntencaoPesquisa.JPG	29/08/2016 11:15:13	SERGIO GUSTAVO MEDINA PEREIRA	Aceito
Outros	Apresentacao.JPG	29/08/2016 11:14:10	SERGIO GUSTAVO MEDINA PEREIRA	Aceito
Orçamento	Orcamento.JPG	29/08/2016 11:12:57	SERGIO GUSTAVO MEDINA PEREIRA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	frm_termo_de_consentimento_TCLE.pdf	29/08/2016 11:10:51	SERGIO GUSTAVO MEDINA PEREIRA	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Compromisso.JPG	29/08/2016 11:10:25	SERGIO GUSTAVO MEDINA PEREIRA	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

SAO PAULO, 20 de Outubro de 2016

Assinado por:
MENDEL ABRAMOWICZ
(Coordenador)

Endereço: Rua Dr. Barcelar, 1212

Bairro: Vila Clementino

CEP: 04.026-002

UF: SP

Município: SAO PAULO

Telefone: (11)5586-4090

Fax: (11)5586-4073

E-mail: cep@unip.br