



Universidade Presbiteriana Mackenzie



Universidade Presbiteriana Mackenzie

Ciências da Computação e Informática | Ensino a distância

Pós-Graduação *Lato Sensu*

**Utilizando Técnicas de Aprendizado
de Máquina com Internet das Coisas
para Análise do Sedentarismo no
Trabalho**

Aleksander Sabino da Silva

São Vicente

2019



Universidade Presbiteriana Mackenzie



Aleksander Sabino da Silva

**Utilizando Técnicas de Aprendizado
de Máquina com Internet das Coisas
para Análise do Sedentarismo no
Trabalho**

Monografia apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Ciência de Dados (Big Data Analytics) da Universidade Presbiteriana Mackenzie para a obtenção do título de Especialista em Ciência de Dados (Big Data Analytics).

Orientador: Prof. Ms. Vladimir Aparecido Esteves

São Vicente

2019



Universidade Presbiteriana Mackenzie



RESUMO

A presente pesquisa objetivou estudar o comportamento dos funcionários de uma empresa de tecnologia da informação, onde normalmente exercem as suas atividades na postura sentada, o que contribui para as doenças relacionadas ao sedentarismo e os afastamentos das suas atividades laborais. Com auxílio de dispositivos vestíveis baseados em internet das coisas, coleta de dados, técnicas de aprendizado de máquina e dois voluntários foi observado que eles não se levantam adequadamente de suas cadeiras, levando ao sedentarismo. Após a determinação das possíveis causas, duas soluções foram propostas para resolver parte do problema. A primeira proposta utiliza alertas disparados através de dispositivo vestível, o qual também forneceu os dados para esse estudo. A segunda proposta define melhorias nos processos da empresa que visam otimizar o trabalho, deixando os funcionários seguros para se levantarem da cadeira, sem prejuízo no tempo de solução das tarefas.

Palavras-chave: Sedentarismo no trabalho. Internet das Coisas. Aprendizado de Máquinas. Afastamento de funcionários.

ABSTRACT

This research aimed to study the behavior of employees of an information technology company, which normally carry out their activities in a sitting posture, which contributes to diseases related to sedentary lifestyle and absenteeism from their work activities. With the aid of wearable IoT devices, data collection, machine learning techniques and two volunteers, it was observed that they do not get up properly from their chairs, leading to physical inactivity. After determining the possible causes, two solutions were proposed to solve part of the problem. The first proposal uses alerts triggered through wearable device, which also provided the data for this study. The second proposal defines improvements in company processes that aim to optimize work, leaving employees safe to get up from the chair, without prejudice to the time to solve tasks.

Keywords: Sedentary lifestyle at work. Internet of Things. Machine Learning. Absenteeism from work.



SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	8
1 RELATÓRIO DA SITUAÇÃO.....	10
1.1 A EMPRESA.....	10
1.2 DESAFIO.....	11
1.3 OS SINTOMAS.....	11
1.4 OBJETIVO.....	12
1.5 MATERIAIS E MÉTODOS.....	12
2 DIAGNÓSTICO.....	15
2.1 AS INFORMAÇÕES.....	15
2.2 ANÁLISE E DIAGNÓSTICO.....	17
3 SOLUÇÃO.....	24
3.1 PROPOSTAS DE SOLUÇÃO.....	24
3.2 CONEXÃO DA PROPOSTA E CONCEITOS TEÓRICOS.....	27
4 PLANEJAMENTO.....	30
4.1 PLANO DE AÇÕES.....	30
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	34
REFERÊNCIAS.....	35
GLOSSÁRIO.....	38
APÊNDICES.....	39



Universidade Presbiteriana Mackenzie



LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Ações utilizadas na criação da base de treinamento do SVM.....	15
Quadro 2	Dispositivo x Voluntário.....	17
Quadro 3	Propostas adotadas.....	29
Quadro 4	Proposta de solução A: Emitir alerta de sedentarismo com auxílio de IOT.....	31
Quadro 5	Proposta de solução B: Capacitação das equipes de atendimento de 1º nível.....	33



Universidade Presbiteriana Mackenzie



LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Dispositivos programáveis <i>M5Stickc</i>	13
Figura 2	Arquitetura proposta para implementação.....	14
Figura 3	Acuracidade do treinamento e matriz de confusão no R.....	16
Figura 4	Dispositivo <i>M5Stickc</i> nos pulsos dos voluntários “A” e “B”.....	17
Figura 5	Fórmula para cálculo da métrica.....	29
Figura 6	Cronograma da proposta “A”.....	31
Figura 7	Cronograma da proposta “B”.....	32



Universidade Presbiteriana Mackenzie



LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Medidas de posição da coluna “status” em relação ao tempo do voluntário “A”	20
Tabela 2	Medidas de posição da coluna “status” em relação ao tempo do voluntário “B”	20
Tabela 3	Diagrama de Pareto com 78,49% das notas obtidas na pesquisa.....	22



Universidade Presbiteriana Mackenzie



LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	Série temporal do voluntário “A” conforme o quadro 2.....	18
Gráfico 2	Série temporal do voluntário “B” conforme o quadro 2.....	19
Gráfico 3	Diagrama de <i>Ishikawa</i> obtido com o <i>Brainstorming</i>	21
Gráfico 4	Gráfico de Pareto com 78,49% das notas obtidas na pesquisa.....	22



INTRODUÇÃO

A comodidade gerada pelos avanços tecnológicos propicia cada vez mais oportunidades para uma vida sedentária, no ambiente doméstico com os eletrônicos e os eletrodomésticos cada vez mais acessíveis, na vida social com o uso as redes sociais e os aplicativos de mensagens instantâneas, nas horas de lazer com os videogames e os serviços de transmissão de áudios e vídeos por demanda e etc. A postura sentada é a forma mais comum que o homem contemporâneo desfruta das suas horas de lazer, e é desta mesma forma que ele exerce as suas atividades profissionais, pois com o auxílio de telas, botões e pequenos movimentos que frequentemente são repetitivos já são suficientes para a completa gestão de um setor inteiro, um processo industrial e quiçá uma corporação inteira. Para Carvalho e Lessa (2016, p.2), “[...] a substituição das atividades que demandam força física, por outras em que o indivíduo é obrigado a passar grande parte do tempo sentado, parado e fazendo movimentos repetitivos o que provoca outros tipos de doenças [...]”, algumas das doenças relacionadas ao sedentarismo são as lesões por esforço repetitivo (LER), distúrbio osteomuscular relacionado ao trabalho (DORT), hipertensão arterial, diabetes, aumento do colesterol, obesidade e etc. Dados divulgados recentemente pela Organização Mundial da Saúde (OMS) (2018, p. 6, tradução nossa), mostram que “1 em cada 4 adultos e 3 a cada 4 adolescentes de 11 a 17 anos atualmente não cumprem as recomendações globais de atividade física estabelecidas”, e o “custo global da inatividade física em assistência médica direta é de US\$ 54 bilhões, dos quais 57% são incorridos pelo setor público e outros US\$ 14 bilhões são atribuíveis à perda de produtividade.” OMS (2018, p. 16, tradução nossa). Outra importante contribuição deste relatório refere-se a proposta principal desta pesquisa é que “[...] é importante que os adultos possam ser fisicamente ativos e menos sedentários no trabalho.” OMS (2018, p. 7, tradução nossa). Na intenção de atender essa recomendação através dos mesmos recursos tecnológicos que permite trabalhar de forma sedentária foi apresentado um dispositivo vestível do tipo internet das coisas (IOT) com sensores que são capazes de coletar os dados dos movimentos e enviar para um repositório central. Esses dados podem ser classificados através de um algoritmo de aprendizado de máquina e, em poucos minutos é possível identificar o tempo que o funcionário ficou em pé



Universidade Presbiteriana Mackenzie



ou caminhando pelo local de trabalho e o tempo em que o funcionário permaneceu sentado, realizando apenas pequenos movimentos. Fornecendo por esse método dados para análise do sedentarismo no trabalho, em contrapartida, também pode-se oferecer estudos e ações mais precisas para que o funcionário tenha a oportunidade de movimentar-se, reduzindo ou até estatisticamente eliminando o sedentarismo no trabalho.



1 RELATÓRIO DA SITUAÇÃO

A seguir será apresentado um estudo de uma empresa de tecnologia da informação a fim de analisar os aspectos de sedentarismo mapeados nos processos de trabalho desenvolvido nela.

1.1 A empresa

A empresa XTZ Tecnologia, criada para o desenvolvimento desta pesquisa presta serviços de tecnologia da informação para vários setores empresariais que vão do agronegócio, indústrias, varejo e governo. Em 2018 o faturamento anual foi de aproximadamente R\$ 28 milhões, a empresa presta serviços de consultoria especializada nas áreas da tecnologia da informação abrangendo telecomunicações, *softwares* e *hardwares*, em tem como premissa fornecer todo o amparo tecnológico para seus clientes.

A empresa XTZ Tecnologia tem em seu quadro 155 funcionários, sendo 138 funcionários técnicos especializados nas funções:

1. Administradores de bancos de dados;
2. Administradores de rede;
3. Analistas de negócios;
4. Analistas de sistemas;
5. Analistas de suporte;
6. Cientistas de dados;
7. Engenheiros de telecomunicações;
8. Técnicos de programação;
9. Técnicos de suporte.

Frequentemente há vagas abertas para contratação, porém encontrar os profissionais qualificados neste setor comumente é custoso e demorado, eventualmente é necessário contratar mão de obras terceirizadas para suprir algumas funções.



1.2 Desafio

A XTZ Tecnologia em 2018 teve o total de 5 funcionários afastados por um período maior que 15 dias por consequência de doenças relacionadas ao LER e DORT. Nesta empresa os funcionários passam grande parte de seu tempo nas atividades que são exercidas na postura sentada, na frente de um computador, ou seja, da forma propícia para o sedentarismo. Sabe-se que no trabalho intelectual é comum o trabalhador permanecer sentado por muitas horas consecutivas, porém, as consequências podem levar a ausência do trabalhador por muitos dias, impactando na entrega do serviço. Para evitar o afastamento dos colaboradores sabe-se que a prevenção é a melhor opção, a XTZ Tecnologia tem a intenção em investir no bem-estar de seus funcionários, pois funcionários com boa saúde melhoram o desempenho global da empresa.

Em uma reportagem publicada pela revista Você S/A por Gasparini (2016), foi entrevistado o médico Victor Matsudo, consultor da OMS, foi recomendado para aqueles que trabalham sentado ficar em pé por 5 minutos a cada 30 minutos sentados, ou 10 minutos a cada uma hora, e assim sucessivamente com múltiplos de 5 minutos, o desafio é identificar se de fato, essa recomendação é cumprida ou não pelos funcionários, caso não seja, o que pode ser feito para o cumprimento dessa recomendação.

1.3 Os sintomas

Foi publicado um relatório na Secretaria do Trabalho, Ministério da Economia (BRASIL, 2018), indicando que no ano de 2017 houve 22 mil afastamentos por motivos relacionados a LER e DORT de trabalhadores que precisaram ficar por mais de 15 dias afastados do trabalho, e o mais assustador é que essa quantidade representou por 11,19% de todos os benefícios concedidos naquele ano. Como acontece em muitas profissões do mundo contemporâneo, o profissional de tecnologia também sofre com o sedentarismo, e isso se deve aos longos períodos sentados em um ambiente de escritório na frente de um computador, realizando apenas movimentos leves, e com o passar dos anos os afastamentos dos



funcionários para recuperação das doenças se tornam mais frequentes, e a contratação de funcionários especializados nesta área para reposição tem um custo muito alto.

1.4 Objetivo

O objetivo dessa pesquisa é de fornecer estudos baseados em dados coletados diretamente de sensores vestíveis, na intenção de fornecer soluções para o problema, evitando o possível diagnóstico enviesado, onde eventualmente alguns funcionários possam omitir informações em pesquisas baseadas em formulários, evitando o mascaramento do real quadro de sedentarismo na empresa.

1.5 Materiais e Métodos

O modelo do aparelho que fornece os dados sobre o sedentarismo no trabalho para análise é um dispositivo vestível semelhante a um relógio de pulso, conhecido como *M5Stickc* conforme apresentado na figura 1, fabricado pela M5Stack (2019), onde este permite a sua programação baseada em fluxo. Conforme Wikipédia (2019), a programação baseada em fluxo é naturalmente orientada a componente, onde as redes de processos caixas-pretas “black-box”, trocam mensagens através de conexões pré definidas, as caixas-pretas podem ser reconectadas indefinidamente para formar aplicativos. Em seu *hardware* o *M5Stickc* possui as seguintes especificações:

1. Interface USB Type-C;
2. 4 Mbyte de armazenamento flash + 520Kb de memória RAM;
3. Sensor IMU MPU6886;
4. Led Vermelho;
5. Transmissor infravermelho;
6. Microfone;
7. 3 botões, sendo 1 para power/reset;
8. Tela LCD com resolução de 80x160;
9. WIFI 2.4 GHz;



10. Bateria de polímero de lítio com 80 mAh.



Figura 1 - Dispositivos programáveis *M5Stickc*. Fonte: Elaborado pelo autor.

Os dados referentes aos sensores de rotação, inclinação, acelerômetro e giroscópio serão coletados através de uma rede local sem fios (WIFI) de 2.4 GHz e do protocolo de mensagens leves para pequenos sensores (MQTT). Segundo Yuan (2017), o protocolo MQTT foi desenvolvido pela IBM no final dos anos 90, e seu objetivo é fornecer suporte a comunicação assíncrona entre as partes, onde na prática ele usa um modelo de publicação e assinatura das mensagens entre os clientes MQTT e o servidor *broker* MQTT. O dispositivo *M5Stickc* foi programado conforme o apêndice E, para coletar e enviar ao protocolo MQTT a cada 30 milésimos de segundo, quando em boas condições de sinal WIFI, os dados referentes aos sensores de rotação, inclinação, acelerômetro e giroscópio, data com hora, minuto, segundo e a identificação do aparelho cliente, separados por vírgula, formando um arquivo de extensão “.csv” conforme o dicionário de dados disponível no apêndice B.

O servidor MQTT broker foi instalado com um sistema operacional linux baseado na distribuição “Debian” com os pacotes “mosquitto” e “mosquitto-clients”. Para o funcionamento dos dispositivos com o MQTT foram criados dois *scripts* do terminal *bash*, sendo o *script* “datahora_msg_MQTT.sh”, no apêndice F, que faz a publicação da data, hora, minuto e segundo para fornecer aos dispositivos *M5Stickc*, e o *script* “grava_msg_csv.sh”, no



apêndice G, tem a finalidade de receber os dados dos dispositivos *M5Stickc* publicados no protocolo MQTT.

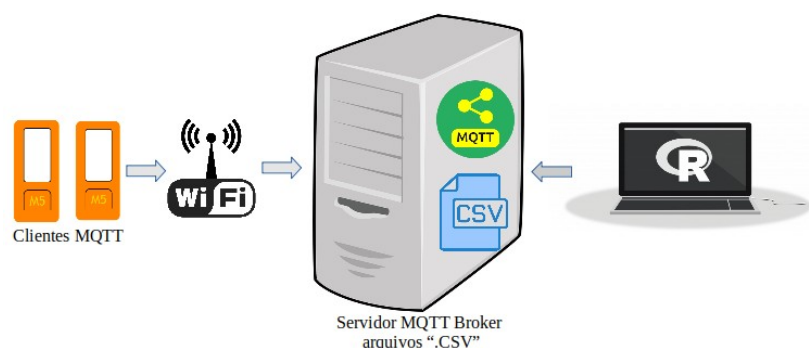


Figura 2 – Arquitetura proposta para implementação. Fonte: Elaborado pelo autor.

A base de treinamento foi gerada a partir do *script* “grava_msg_csv.sh”, e posteriormente aplicada no algoritmo de aprendizado de máquina supervisionado “máquina de vetores de suporte”, do inglês “Support Vector Machine” (SVM), com auxílio da linguagem programação para manipulação, análise e visualização gráfica de dados (R), conforme apresentado na arquitetura da figura 2. Para Lopes Filho (2016, p. 36) “[...] A SVM constrói um hiperplano separador de máxima margem entre os hiperplanos que separam cada uma das classes. [...]”, com essa separação das classes através do treinamento foi possível para o algoritmo realizar a classificação da ação correspondente nos dados coletados.



2 DIAGNÓSTICO

Para o diagnóstico do sedentarismo no ambiente de trabalho na XTZ Tecnologia foram realizadas duas coletas de dados distintas, a primeira coleta de dados foi a responsável por gerar a base de treinamento para o algoritmo SVM. Procedimento esse realizado pelo próprio autor fazendo uso do dispositivo *M5Stickc*, simulando as ações e coletando os dados referentes aos movimentos que serão identificados nos funcionários. A segunda coleta de dados foi obtida com o auxílio de dois funcionários voluntários que utilizaram o dispositivo *M5Stickc* por um período aproximado de 3 horas e 30 minutos, durante suas atividades laborais.

Com as duas coletas realizadas em mãos, e um modelo preditivo gerado pelo treinamento do algoritmo SVM foi aplicada a classificação preditiva, possibilitando dessa forma realizar uma abordagem quantitativa desses dados, onde pode-se efetuar as análises e obter diagnósticos precisos para o quadro de sedentarismo.

2.1 As informações

A primeira coleta foi dividida em três categorias para gerar a base de treinamento, conforme apresentado no quadro 1.

Quadro 1: Ações utilizadas na criação da base de treinamento do SVM:

Status	Categoria	Descrição
0	Parado	Simulação do dispositivo parado.
1	Em pé ou caminhando	Simulação em pé ou caminhando.
2	Sentado	Simulação sentado no escritório, com pequenos movimentos com o braço para digitação no teclado, mouse, atendendo o telefone e etc.

Fonte: Elaborado pelo autor

Após a coleta das três categorias foi adicionada a coluna “status” em cada uma delas com seu valor correspondente, e posteriormente a junção das três categorias conforme o



dicionário de dados disponível no apêndice A, gerando uma única base de treinamento. A partir dos dados coletados para treinamento do algoritmo SVM foi necessário validar a sua acurácia, conforme o *script* R “m5watch_treinamento_predicao.R” disponível no apêndice I. De acordo com Oliveira (2019), esse procedimento pode ser realizado a partir da função de predição, utilizando como base de testes a mesma base de dados de treinamento e o modelo obtido no SVM, porém removendo da base de treinamento no momento da predição a coluna que define o “status”. Conforme apresentado na figura 3, a matriz de confusão “c_matrix” nas colunas X e Y (0,0 = 975), (1,1 = 1059) e (2,2 = 2707) é possível visualizar que nessas posições estão grande parte dos acertos, indicando uma boa taxa de assertividade do modelo, onde a acuracidade final foi de “94,08613%”.

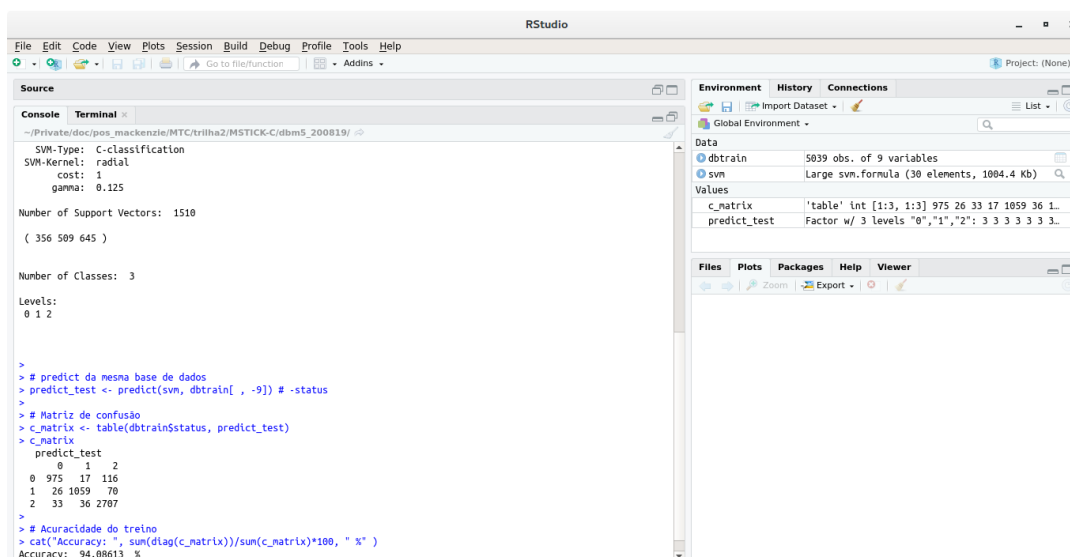


Figura 3: Acuracidade do treinamento e matriz de confusão no R. Fonte: Elaborado pelo autor.

Em posse da base de treinamento realizada na primeira coleta, e com uma acuracidade dentro dos padrões aceitáveis, foi realizada a segunda coleta no ambiente de trabalho da XTZ Tecnologia. Para realização da segunda coleta foi solicitado a dois voluntários que utilizassem os dispositivos *M5Stickc* em seus pulsos durante suas atividades, conforme a figura 4 e o quadro 2 por um período aproximado de 3 horas e 30 minutos.



Quadro 2: Dispositivo x Voluntário

Código do Aparelho	Voluntário	Idade (anos)	Sexo	Cargo
m5-001	A	38	Masculino	Engenheiro de Telecomunicações
m5-002	B	40	Masculino	Analista de Suporte

Fonte: Elaborado pelo autor

Devido ao limite de alcance do sinal do roteador WIFI os voluntários foram orientados para deixar o dispositivo *M5Stickc* em sua mesa de trabalho quando fosse necessário frequentar o sanitário.



Figura 4: Dispositivo “M5Stick-c” nos pulsos dos voluntários “A” e “B”. Fonte: Elaborado pelo autor

2.2 Análise e diagnóstico

De posse das coletas realizadas com o auxílio do dispositivo *M5Stickc* realizou-se a classificação preditiva, conforme o *script* R “m5watch_predict_git.R” disponível no apêndice J. A partir do modelo gerado pelo algoritmo de aprendizado de máquina SVM com a coleta de treinamento, foi criada uma nova coluna “status” na coleta realizada no ambiente de trabalho, representando as ações correspondentes no quadro 1. A acuracidade obtida pelo modelo de treinamento em sua própria base no SVM foi de “94,08613%”, sabe-se que existe a



possibilidade de erro em cada classificação obtida para a coluna status, mas como o dispositivo *M5Stickc* pode fornecer vários registros de coleta em um único segundo, foi necessário agregar esses registros pelas colunas “client_id” e a coluna data, hora e minuto (sem os segundos), ou seja, foi utilizado um operador de agrupamento. Para Laverde (2018), nesta situação a agregação é aplicada para cada grupo, e posteriormente retornam um único valor por grupo ao invés da relação completa de registros. Desta forma, a coluna “status” foi alimentada pelo valor com mais frequência naquele minuto, ou seja, foi calculado a moda da coluna “status”, e nessa agregação foi possível obter a ação correspondente de cada voluntário por minuto completo, facilitando assim a visualização dos resultados em gráficos, evitando que algum possível erro de classificação apresente resultados imprecisos.

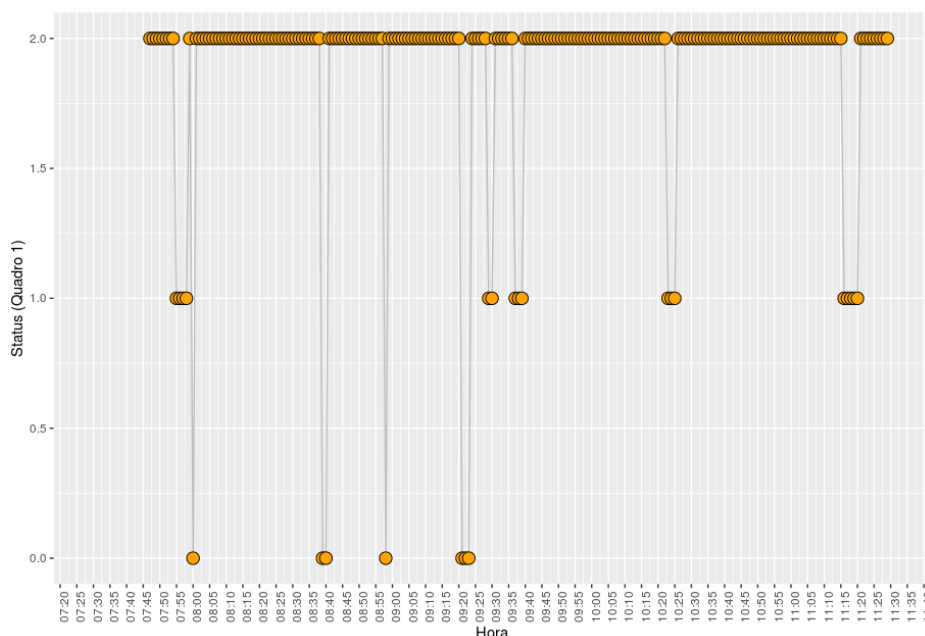


Gráfico 1: Série temporal do voluntário “A” conforme o quadro 2. Fonte: Elaborado pelo autor.

Nos gráficos 1 e 2 observa-se o resultado da classificação da coluna “status” agregada no tempo da coleta para os voluntários “A” e “B” respectivamente, onde visualmente é possível identificar que a maioria das ocorrências para ambos voluntários está no valor 2 (sentado), fato que já era esperado para os profissionais que exercem atividades



intelectuais, bem como foi possível notar em ambos os gráficos, durante o decorrer do tempo, a existência de alguns pontos com os “status” 0 (parado) e 1 (Em pé ou caminhando).

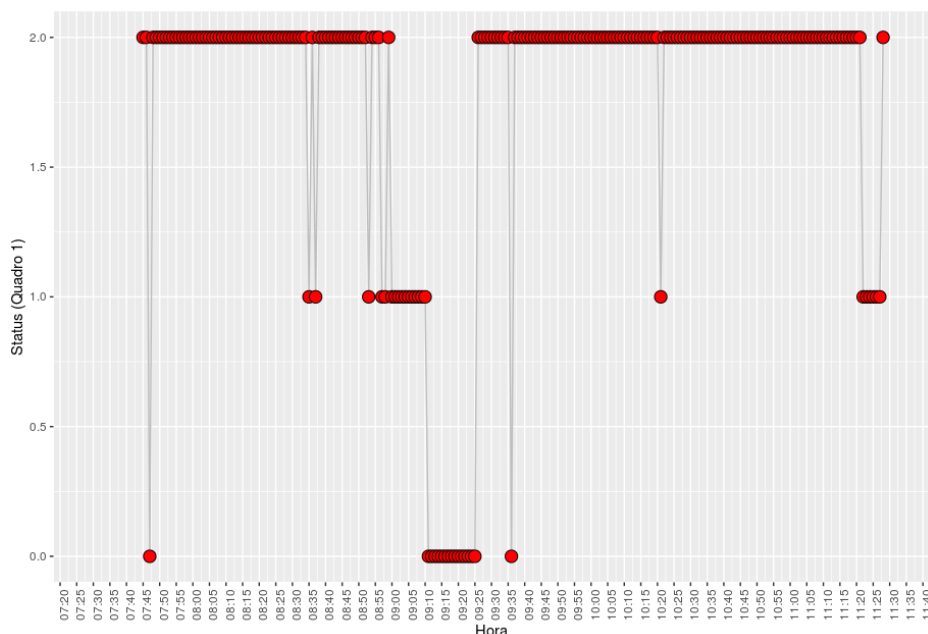


Gráfico 2: Série temporal do voluntário “B” conforme o quadro 2. Fonte: Elaborado pelo autor

Em análise dos dados coletados do voluntário “A”, disponibilizado no apêndice C pode-se observar os dados agregados das ações com o total em minutos em que o voluntário passou em cada ação, com período inicial e final, ordenados no tempo. Na tabela 1 verifica-se as medidas de posição referentes aos dados do apêndice C. Como pode-se observar, a coleta do voluntário “A” teve início em “27/08/2019 07:47” e foi finalizada em “27/08/2019 11:29”, total de 222 minutos ou 3 horas e 42 minutos, nesse período o voluntário permaneceu sentado (“status” = 2) por 198 minutos ou 3 horas e 18 minutos (89,19%), caminhou ou ficou em pé (“status” = 1) por 17 minutos (7,66%) e o dispositivo ficou parado por 7 minutos (3,15%). Para seguir as recomendações da OMS o voluntário “A” com 198 minutos sentado, deveria permanecer 33 minutos em pé ou caminhando, ou seja, faltaram 16 minutos do total em pé ou caminhando para atingir a recomendação.



Tabela 1: Medidas de posição da coluna “status” em relação ao tempo do voluntário “A”

<i>Status (Quadro 1)</i>	<i>Tempo Total (Minutos)</i>	<i>Média</i>	<i>Mediana</i>	<i>Desvio Padrão</i>	<i>Variância</i>
0	7	1,75	1,5	0,957	0,917
1	17	3,4	3	1,14	1,3
2	198	19,8	12,5	17,8	315

Fonte: Elaborado pelo autor

A análise dos dados do voluntário “B” foi realizada seguindo os mesmos parâmetros, onde no apêndice D os dados agregados das ações têm o total em minutos em que o voluntário passou em cada ação, bem como na tabela 2 verifica-se as medidas de posição referentes aos dados do apêndice D. Como pode-se observar, a coleta do voluntário “B” teve início em “27/08/2019 07:45” e foi finalizada em “27/08/2019 11:28”, total de 223 minutos ou 3 horas e 43 minutos, nesse período o voluntário permaneceu sentado (“status” = 2) por 183 minutos ou 3 horas e 3 minutos (82,06%), caminhou ou ficou em pé (“status” = 1) por 23 minutos (10,32%) e o dispositivo ficou parado por 17 minutos (7,62%). Para seguir as recomendações da OMS o voluntário “B” com 183 minutos sentado, deveria permanecer 30 minutos e 30 segundos em pé ou caminhando, ou seja, faltaram 7 minutos e 30 segundos do total em pé ou caminhando para atingir a recomendação.

Tabela 2: Medidas de posição da coluna “status” em relação ao tempo do voluntário “B”

<i>Status (Quadro 1)</i>	<i>Tempo Total (Minutos)</i>	<i>Média</i>	<i>Mediana</i>	<i>Desvio Padrão</i>	<i>Variância</i>
0	17	5,67	1	8,08	65,3
1	23	3,29	1	3,86	14,9
2	183	20,3	10	23,4	546

Fonte: Elaborado pelo autor

Conforme os dados apresentados na coleta dos voluntários “A” e “B” está evidente que existe sedentarismo na XTZ Tecnologia, entretanto não foi identificada a causa raiz desse



problema. Para diagnosticar a etiologia do sedentarismo foi utilizada a técnica de tempestade de ideias (*Brainstorming*).

Para Manica (2015) é possível realizar um *Brainstorming*, que é uma técnica onde os participantes compartilham suas ideias sobre um determinado assunto e em seguida as ideias são transferidas para a criação de um diagrama de *Ishikawa*, a partir da técnica dos 6M's (Método, Medição, Máquina, Material, Mão de obra e Meio ambiente).

No estudo foram selecionados 10 funcionários de cargos aleatórios para participarem do processo e desta forma identificar várias possíveis causas conforme está representado no gráfico 3.

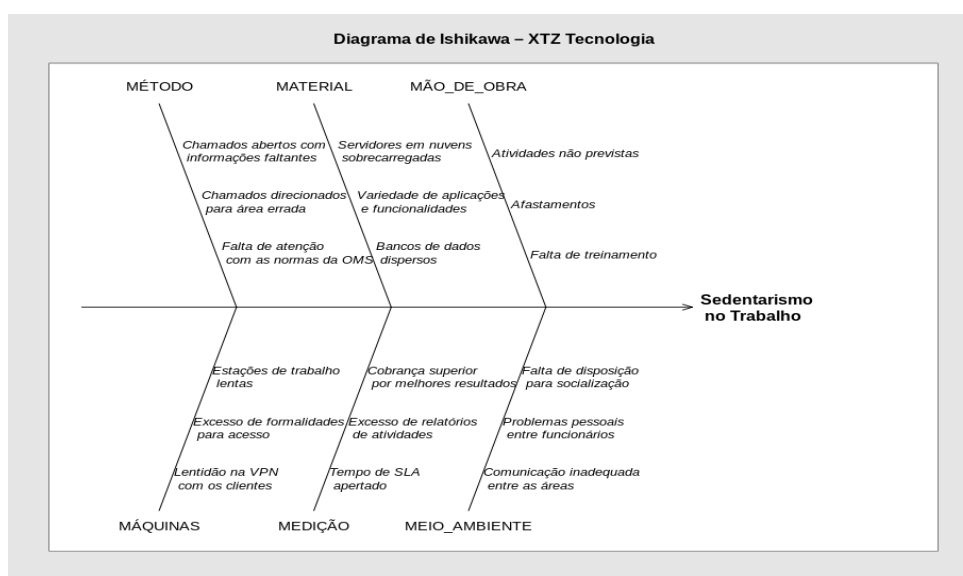


Gráfico 3: Diagrama de *Ishikawa* obtido com o *Brainstorming*. Fonte: Elaborado pelo autor

Após a identificação das possíveis causas foi elaborado um formulário, conforme o apêndice H, onde cada participante do *Brainstorming* pode elencar com notas entre 1 (baixo) até 9 (alto) os possíveis problemas encontrados para o sedentarismo no trabalho. Desta forma foi possível aplicar o princípio de Pareto, onde 80% das consequências vêm de 20% das falhas (FONSECA, 2016). Assim foram identificados os 6 problemas com as notas mais altas



e o resultado pode ser visualizado no gráfico 4, onde esses problemas correspondem a 78,49% da frequência de notas obtidas.

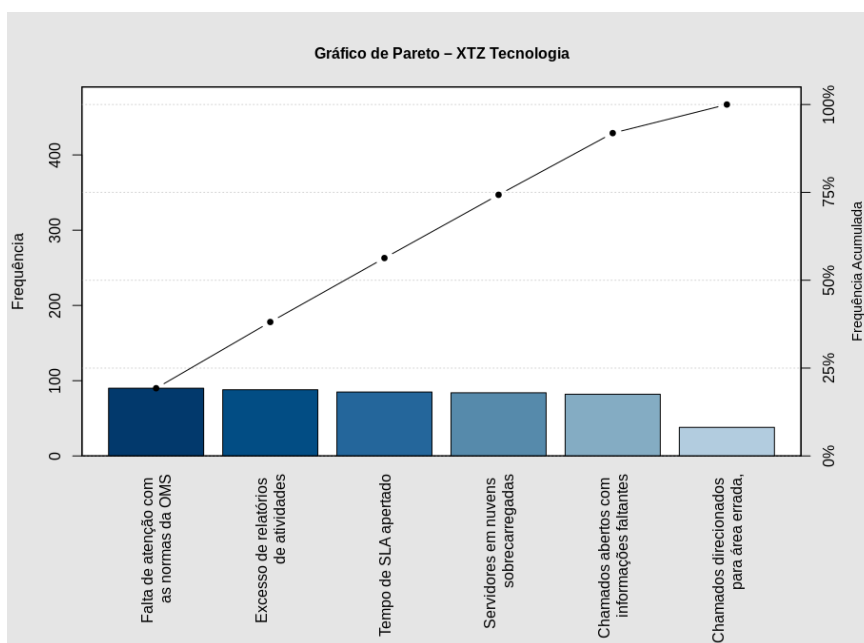


Gráfico 4: Gráfico de Pareto com 78,49% das notas obtidas na pesquisa. Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 3: Diagrama de Pareto com 78,49% das notas obtidas na pesquisa

<i>Problema</i>	<i>Frequência</i>	<i>Frequência Relativa %</i>	<i>Frequência Acumulada %</i>
Falta de atenção com as normas da OMS	90	19,27	19,27
Excesso de relatórios de atividades	88	18,84	38,11
Tempo de SLA apertado	85	18,20	56,31
Servidores em nuvens sobrecarregadas	84	17,99	74,30
Chamados abertos com informações faltantes	82	17,56	91,86
Chamados direcionados para área errada	38	8,14	100

Fonte: Elaborado pelo autor



Universidade Presbiteriana Mackenzie



No diagrama de Pareto apresentado na tabela 3 pode-se observar que a “falta de atenção com as normas OMS” do próprio funcionário é a causa com maior nota identificada no quadro de sedentarismo. Contudo, as demais causas identificadas no diagrama de Pareto também podem levar os funcionários a estenderem o período sentado para solucionar suas tarefas, contribuindo para o quadro de sedentarismo da empresa.



3 SOLUÇÃO

É o desfecho da situação observada e analisada baseada na convicção da aplicação de metodologias apropriadas para cada situação proposta.

3.1 Propostas de solução

➤ **Proposta A:** Emitir alerta de sedentarismo com auxílio de IOT.

- **Descrição da proposta:** Emitir alerta de sedentarismo, através de uma análise em tempo real dos dados coletado pelo dispositivo *M5Stickc*, com a finalidade de acender um diodo emissor de luz (LED), quando for detectado que o tempo sentado do funcionário, que está utilizando, ultrapassar as recomendações da OMS. Desta forma os funcionários serão lembrados para ter mais atenção com essas normas, evitando assim o esquecimento. Todavia, os dados continuarão sendo coletados, e desta forma será possível emitir relatórios de todos os funcionários da empresa, baseado no período em que estiveram em cada ação disponível no quadro 1.
- **Possíveis impactos:** Redução da produtividade, devido ao tempo dedicado pelo funcionário para ficar em pé ou caminhar.
- **Prós:** Acompanhamento efetivo baseado em dados quando ao quadro de sedentarismo na empresa.
- **Contras:** Possível exposição do estado de saúde do funcionário.
- **Recursos:** Aproximadamente R\$ 35.000,00 para infraestrutura de computador do tipo servidor, R\$ 13.800,00 com dispositivos *M5Stickc* e 280 horas de recursos humanos.
- **Teoria de suporte e autor:** O mesmo dispositivo, que foi utilizado para fornecer os dados para analisar o quadro de sedentarismo na empresa, também permite receber alertas quando o servidor remoto com o auxílio da linguagem



R realiza o processamento dos dados em tempo real, baseando-se nas técnicas de aprendizado de máquina do algoritmo SVM. Para Lopes Filho (2016), o algoritmo SVM está entre os melhores classificadores de aprendizados de máquina, o qual permite alcançar bons resultados. O protocolo MQTT, responsável pela comunicação entre o dispositivo *M5Stickc* e o servidor com o R, também terá a finalidade de fornecer a comunicação desse alerta para acender um LED no *M5Stickc*. Segundo Yuan (2017), esse protocolo é baseado na publicação de assinatura de mensagens. Para que a coleta em tempo real consiga alertar o dispositivo correto, será necessário a publicação do código do aparelho que está sendo utilizado pelo funcionário sentado com tempo excedente. Desta forma o dispositivo receberá uma publicação com o código de aparelho igual ao do seu registro, assim o LED do dispositivo deverá acender. Quando o funcionário perceber o LED acesso poderá apertar um botão para apagá-lo, com isso ele será lembrado de se levantar, ou seja, receberá um alerta para ficar em pé ou caminhar. Este alerta visa atender as recomendações do médico consultor da OMS, o qual recomenda que uma pessoa deve permanecer por 5 minutos em pé ou caminhando para cada 30 minutos sentados, ou 10 minutos para 1 hora sentado, assim sucessivamente em múltiplos de 5 minutos (GASPARINI, 2016).

➤ **Proposta B:** Capacitação das equipes de atendimento de 1º nível.

- **Descrição da proposta:** Capacitação para as equipes de primeiro nível podem diminuir as ocorrências de “Chamados abertos com informações faltantes” e “Chamados direcionados para área errada”, melhorando os processos da empresa como um todo, otimizando o tempo de trabalho de todos os funcionários. Sabe-se que os chamados que não apresentam esses problemas são resolvidos em menor tempo, ou seja, esses itens identificados no diagrama de Pareto na tabela 3, além de serem uma falha nos processos da empresa ainda



corroboram para que o funcionário permaneça sentado por mais tempo em seu local de trabalho para cumprir essas tarefas, ao custo do seu sedentarismo.

- **Possíveis impactos:** Atendimento dos chamados com mais eficiência.
- **Prós:** Otimização do tempo de solução de problemas.
- **Contras:** Durante as fases de treinamentos das equipes de primeiro nível podem ocorrer sobrecargas nos chamados na empresa.
- **Recursos:** 224 horas de recursos humanos para levantamento, criação de material e a aplicação do treinamento.
- **Teoria de suporte e autor:** O treinamento da equipe de primeiro nível é fundamental para uma empresa sobreviver atualmente. Uma empresa como a XTZ tecnologia que se preocupa com o bem-estar dos seus funcionários e sabe que as suas atividades são totalmente dependentes do seu capital humano, necessita fornecer para seus funcionários métodos eficientes de trabalhos. As recomendações da OMS (2018) sugere que os adultos sejam mais ativos e menos sedentários durante o exercício do seu trabalho, corroborando com Carvalho e Lessa (2016), citam que o trabalhador moderno passa muito tempo em frente ao computador com a postura sentada, fazendo serviços burocráticos, sem dar a devida atenção para se movimentar, assim contribuindo para períodos de afastamentos por algum problema de saúde. Os itens “Chamados abertos com informações faltantes” e “Chamados direcionados para área errada” estão claramente relacionados a falta de treinamento da equipe de atendimento de primeiro nível. A frequência acumulada desses dois itens somados representa por 25,70% dos problemas identificados na tabela 3. Treinamentos para o primeiro nível poderá melhorar os chamados abertos para que tenham todas as informações necessárias, bem como o seu direcionamento para as áreas de atuação corretas. Essa proposta fará com que todos os funcionários da empresa possam resolver esses chamados em menor tempo,



assim sentirão confortáveis para se levantar da cadeira por alguns minutos, para ficar em pé ou caminhar, sabendo que o tempo total para solucionar o chamado foi otimizado, ou seja, o funcionário poderá se levantar de sua cadeira por alguns minutos, seguro de que não prejudicará o tempo de solução do chamado e o contrato de nível de serviço (SLA).

3.2 Conexão da proposta e conceitos teóricos

As duas propostas devem ser implantadas para resolver parte do problema conforme apresentado no quadro 3, onde a proposta “A” tem a finalidade de coletar os dados para análise contínua do quadro de sedentarismo na empresa, e emitir os alertas para que os funcionários façam um intervalo durante o tempo em que permanecem sentados realizando suas atividades. E a proposta “B” está relacionada a inclusão de treinamento para as equipes de atendimento de primeiro nível da empresa, na intenção de otimizar o tempo total gasto pelos funcionários para solucionar os chamados, deixando-os mais seguros para se levantar da cadeira por alguns minutos sem prejuízos no tempo total de solução dos chamados.

A proposta “A” remete ao estudo científico publicado por Danquah et. al. (2016) no “International Journal of Epidemiology”, que teve como objetivo analisar as atividades de trabalhadores com sensores IOT por três meses, divididos em dois grupos (intervenção e controle), sendo o grupo de intervenção aqueles que receberam alertas semelhante ao sugerido na proposta “A”, e o grupo de controle aqueles que fizeram as suas atividades como de costume, ou seja, apenas utilizaram os sensores IOT. O grupo de intervenção com os alertas conseguiu reduzir o tempo sentado em 71 minutos por dia, e junto com isso o percentual de gordura corporal foi reduzido em 0,61 ponto percentual, enquanto o grupo de controle permaneceu inalterado nesses quesitos.

No estudo científico semelhante a esse realizado por Ellingson, Meyer e Cook (2016), dispositivos vestíveis com acelerômetros foram utilizados por estudantes



universitários, com idades entre 18 e 26 anos, do sexo masculino e feminino, onde os alertas emitidos resultou em pequena diminuição do tempo total do sedentarismo, além de uma relativa melhora no estado de humor.

Na tese de Boateng (2017), dispositivos vestíveis com acelerômetros e o mesmo algoritmo de técnica de aprendizado de máquina SVM foi utilizado de forma semelhante a proposta “A”, onde se mostrou útil para ser utilizado por pesquisadores de epidemiologia para estudos no monitoramento de nível de atividade, desta forma podendo desenvolver intervenções que possam melhorar a saúde dos idosos.

Na proposta “B”, a capacitação da equipe de 1º nível tem como referência o estudo de caso de Fonseca (2016), onde treinamento foi aplicado, visando melhorias contínuas no processo de gestão de qualidade total. Enquanto Baldam et al. (2018) nos apresentou uma forma de atender as demandas de treinamento nas organizações por meio de treinamentos internos, com a vantagem da redução de custos, e neste caso fornecendo ao instrutor e ao treinado os incentivos e o apoio necessário para sua concretização.

Para Araújo (2010), em seu estudo de caso sobre uma central de serviços, local onde são realizados os atendimentos de 1º nível, reitera que a falta de treinamento nesta equipe corrobora para erros de classificação nos registros dos chamados abertos direcionados para os demais níveis, assim como a difusão do conhecimento interno pode trazer melhorias para a empresa.

O tempo perdido por erros de direcionamento de área e o retrabalho associado a obtenção de dados faltantes para solução do chamado pressionam os funcionários a ficarem mais tempo sentado em seu local de trabalho. Assim é importante otimizar o tempo de solução dos chamados conforme a proposta “B” e emitir os alertas de sedentarismo conforme a proposta “A”, fornecendo assim uma estrutura mínima para o início da redução do sedentarismo na empresa.



Quadro 3 – Propostas adotadas

Conceito Teórico	Situação Diagnosticada	Proposta
Alerta de sedentarismo	Falta de atenção com as normas da OMS	A
Capacitação (1º nível)	Chamados abertos com informações faltantes	B
	Chamados direcionados para área errada	

Fonte: Elaborado pelo autor

Para saber se essas ações de fato serão positivas em relação a situação diagnosticada é necessário criar uma métrica. Sugere-se que o setor de recursos humanos calcule por trimestre a somatória da quantidade de dias em que houve afastamento no período, onde no atestado entregue ao serviço médico ocupacional apresente no código internacional de doenças (CID) pelo menos uma das doenças relacionadas ao sedentarismo, divididos pela quantidade de dias do mesmo período, conforme apresentado na figura 5.

$$\text{Métrica} = \frac{(\text{Qtde. dia(s) atestado 1} + \text{Qtde. dia(s) atestado 2} + \text{Qtde. dia(s) atestado N...})}{\text{Qtde. dias no trimestre}}$$

Figura 5 – Fórmula para cálculo da métrica – Fonte: Elaborado pelo autor.

O resultado dessa métrica, quanto mais próximo de zero estiver melhor será o desempenho dessas propostas, pois assim terá minimizado a quantidade de afastamentos. O uso dessa métrica é imprescindível para o acompanhamento da situação.



4 PLANEJAMENTO

Consiste em criar um plano de ação para otimizar o alcance dos objetivos, é um importante instrumento pelo qual o gestor toma as decisões e monitora seus resultados.

4.1 Plano de ações

Para aplicar as duas propostas descritas anteriormente, que visam amenizar os afastamentos com causas relacionadas ao sedentarismo na empresa XTZ tecnologia é necessário um investimento financeiro. Foi estimado o montante de R\$ 48.800,00 para aquisição de infraestruturas como um computador do tipo servidor e dispositivos *M5Sctikc*, e do total de 504 horas de recursos humanos da própria empresa. Entretanto, para aplicação de ambas propostas não será necessário gastos com a contratação de consultorias externas.

A previsão é que esses custos (financeiros e recursos humanos), necessários para a implantação das propostas, sejam atenuados através da redução das perdas causadas pelos afastamentos dos funcionários com causas relacionadas ao sedentarismo, assim como a diminuição dos gastos através da reposição não planejada de mão de obra com as empresas terceirizadas.

Deve-se observar que as ações descritas na proposta “A” foram modeladas para a implantação na infraestrutura da XTZ tecnologia, onde a empresa já possui uma estrutura de *datacenter* para alocar o computador servidor, assim como a conectividade WIFI nos escritórios, bem como nas ações descritas para a proposta “B”, a empresa dispõe de sala de treinamento e, em seu quadro de funcionários tem profissionais com as aptidões necessárias para produzir o material e transformá-lo em conhecimento.

Outro fato que contribui para os cronogramas na empresa será o momento oportuno da disponibilidade de alguns profissionais no início de 2020, onde esses não estarão alocados em clientes do início do ano até o término do feriado de carnaval.

A seguir o cronograma da proposta “A” na figura 6.

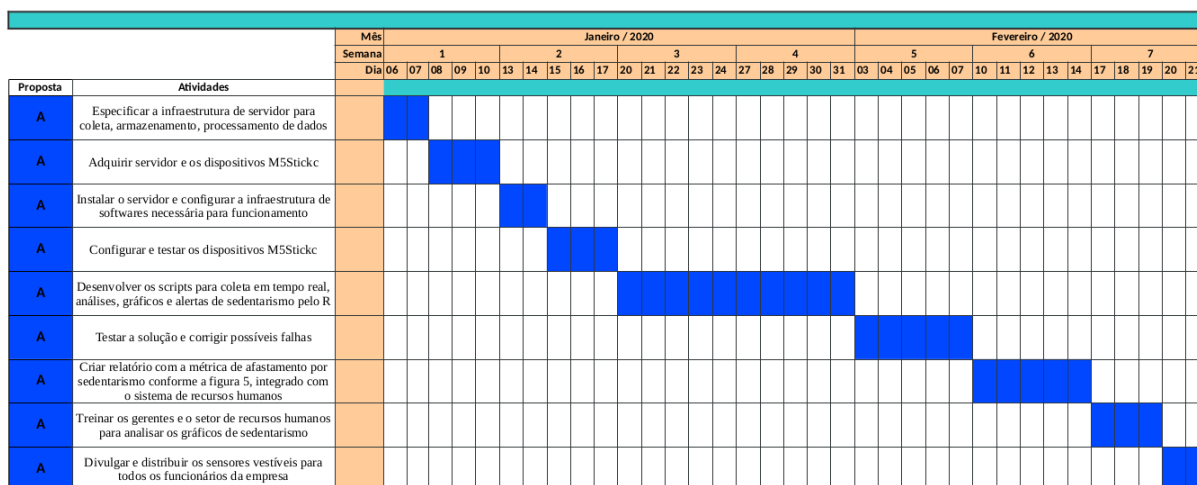


Figura 6 – Cronograma da proposta “A” – Fonte: Elaborado pelo autor.

Na atividade de divulgação para os funcionários da empresa, Danquah et. al. (2016) em seu estudo apresentou para o grupo de intervenção, ou seja, aqueles que receberam os alertas, exemplos para facilitar o entendimento de como proceder com as caminhadas no escritório, dentre esses, indicou rotas de caminhadas, sugeriu reuniões em pé, aconselhou afastar o cesto de papel da mesa de trabalho e etc., bem como a instalação de pôsteres na empresa divulgando esses exemplos.

No quadro 4 é apresentado o plano de ação simplificado da proposta “A”.

Quadro 4 – Proposta de solução A: Emitir alerta de sedentarismo com auxílio de IOT.

Objetivo: Emitir alerta de sedentarismo através da coleta em tempo real com dispositivo vestível IOT. - Continua.		
Ação Detalhada	Prazo	Responsável
Especificar a infraestrutura de servidor para coleta, armazenamento, processamento de dados	06/01/2020 a 07/01/2020	Datacenter / Analista de Suporte
Adquirir servidor e os dispositivos M5Stickc	08/01/2020 a 10/01/2020	Compras / Administrativo
Instalar o servidor e configurar a infraestrutura de softwares necessária para funcionamento	13/01/2020 a 14/01/2020	Datacenter / Analista de Suporte
Configurar e testar os dispositivos M5Stickc	15/01/2020 a 17/01/2020	Suporte / Tec. Suporte
Desenvolver os scripts para coleta em tempo real, análises, gráficos e alertas de sedentarismo pelo R	20/01/2020 a 31/01/2020	Analítico / Cientista de Dados



Objetivo: Emitir alerta de sedentarismo através da coleta em tempo real com dispositivo vestível IOT. - Continuação.		
Testar a solução e corrigir possíveis falhas	03/02/2020 a 07/02/2020	Analítico / Cientista de Dados
Criar relatório com a métrica de afastamento por sedentarismo conforme a figura 5, integrado com o sistema de recursos humanos	10/02/2020 a 14/02/2020	Desenvolvimento / Analista de Sistemas
Treinar os gerentes e o setor de recursos humanos para analisar os gráficos de sedentarismo	17/02/2020 a 19/02/2020	Analítico / Cientista de Dados
Divulgar e distribuir os sensores vestíveis para todos os funcionários da empresa	20/02/2020 a 21/02/2020	Todos os setores da empresa

Fonte: Elaborado pelo autor.

A seguir o cronograma da proposta “B” na figura 7.

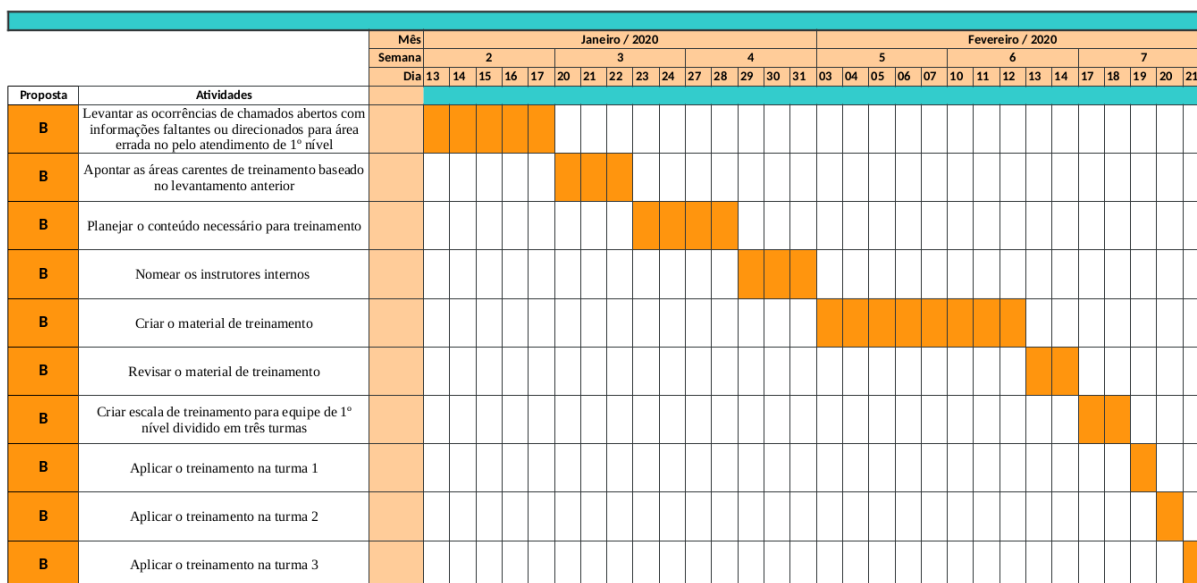


Figura 7 – Cronograma da proposta “B” – Fonte: Elaborado pelo autor.

Para os treinamentos internos, Baldam et al. (2018) enfatiza que é necessário dar apoio tanto para o instrutor quanto para o treinado, checando a infraestrutura que será utilizada no treinamento, bem como auxiliando-o em alguma necessidade especial, assim colaborando para a sua continuidade.



No quadro 5 é apresentado o plano de ação simplificado da proposta “B”.

Quadro 5 – Proposta de solução B: Capacitação das equipes de atendimento de 1º nível.

Objetivo: Promover a capacitação trimestral das equipes de atendimento de 1º nível.		
Ação Detalhada	Prazo	Responsável
Levantar as ocorrências de chamados abertos com informações faltantes ou direcionados para área errada pelo atendimento de 1º nível	13/01/2020 a 17/01/2020	Analítico / Cientista de Dados
Apontar as áreas carentes de treinamento baseado no levantamento anterior	20/01/2020 a 22/01/2020	Suporte / Coord. de Suporte
Planejar o conteúdo necessário para treinamento	23/01/2020 a 28/01/2020	Suporte / Tec. Suporte
Nomear os instrutores internos	29/01/2020 a 31/01/2020	Suporte / Ger. Suporte
Criar o material de treinamento	03/02/2020 a 12/02/2020	Suporte / Analista de Suporte
Revisar o material de treinamento	13/02/2020 a 14/02/2020	Suporte / Analista de Suporte
Criar escala de treinamento para equipe de 1º nível dividido em três turmas	17/02/2020 a 18/02/2020	Suporte / Coord. de Suporte
Aplicar o treinamento na turma 1	19/02/2020	Suporte / Analista de Suporte
Aplicar o treinamento na turma 2	20/02/2020	Suporte / Analista de Suporte
Aplicar o treinamento na turma 3	21/02/2020	Suporte / Analista de Suporte

Fonte: Elaborado pelo autor.

Como sugestão para continuidade desse estudo, a inclusão de um monitoramento frequente dos dados coletados, em conjunto com a métrica criada para verificar os afastamentos dos funcionários demonstrado na figura 5, em um ciclo de melhoria contínua, como no exemplo do PDCA (planejar, fazer, checar, agir), disponível no apêndice K. Assim pode-se identificar outras causas para o sedentarismo no trabalho que não foram discutidas neste estudo, uma vez que ao solucionar alguns problemas, outros podem se tornar evidentes.



5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Há muito tempo é abordado que o sedentarismo é prejudicial à nossa saúde, porém as dicas para diminuir ou evitá-lo ainda são baseadas em recomendações que raramente são cumpridas, como as sequelas não são sentidas a curto prazo, não são aplicadas as devidas providências no tempo certo para evitar essa comorbidade. No ambiente de trabalho esse problema é sério e suas consequências vão além de prejuízos financeiros, tornando-se um problema de saúde pública reconhecido pela OMS.

Esse estudo por si só não é suficiente para a solução completa dos afastamentos de trabalhadores por causas relacionadas ao sedentarismo nas empresas, mas as ações aqui propostas, acompanhadas da coleta de dados diretamente de sensores IOT's e planos de melhorias contínuas, sem dúvida, abrirão caminhos para novas pesquisas que provavelmente consigam eliminar o sedentarismo no ambiente de trabalho.

A empresa de tecnologia criada para esse estudo, em tese, quando atingir a maturidade dessa solução, terá a capacidade de transformá-la em um novo produto com consultoria comercial, desta forma gerando uma nova oportunidade de negócio embasado na experiência obtida durante a solução de um problema interno, onde conforme pesquisas, certamente existe nas demais empresas.



REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Márcio Luís Valença. **Criação e difusão do conhecimento: estudo de caso para o processo de atendimento em uma central de serviços (service desk)**. Dissertação (Mestrado em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial) - Faculdade de Tecnologia Industrial SENAI-CIMATEC, Salvador, 2010. Disponível em: <http://repositoriosenaiba.fieb.org.br/handle/fieb/723>>. Acesso em: 13 set. 2019.

BALDAM, Roquemar de Lima et al. **Atendendo à alta demanda de treinamento nas organizações e reduzindo os custos**. RACE, Revista de Administração, Contabilidade e Economia, Joaçaba: Ed. Unoesc, v. 17, n. 1, p. 129-150, jan./abr. 2018. Disponível em: <http://editora.unoesc.edu.br/index.php/race>>. Acesso em: 13 set. 2019.

BOATENG, George G. **Wearable System for Real-Time Physical Activity Monitoring among the Elderly**. 2017. Tese (Mestrado em Ciências) - Dartmouth College, Hanover, New Hampshire, 2017. Disponível em: <https://search.proquest.com/docview/1936016796/FA77791755514FDFPQ/1>> Acesso em: 13 set. 2019.

BRASIL. Secretária de Trabalho, Ministério da Economia. **LER/Dort afastaram 22 mil trabalhadores das atividades profissionais em 2017**. Brasil, 2018. Disponível em: <http://www.trabalho.gov.br/noticias/6194-ler-dort-afastaram-22-mil-trabalhadores-das-atividades-profissionais-em-2017>>. Acesso em: 16 ago. 2019.

CARVALHO, Thiara Nunes; LESSA, Melquíades Rebouças. **Sedentarismo no ambiente de trabalho: os prejuízos da postura sentada por longos períodos**. Revista Eletrônica Saber, vol. 23, jan/fev/mar 2014. Disponível em https://www.inesul.edu.br/revista/arquivos/arq-idvol_28_1390227380.pdf>. Acesso em: 16 ago. 2019.

DANQUAH, I.H. et al. **Take a Stand! A multi-component intervention aimed at reducing sitting time among office workers: A cluster randomized trial**. International Journal of Epidemiology, Copenhagen, v. 46, 2016, p. 128–140. Disponível em <https://doi.org/10.1093/ije/dyw009>>. Acesso em: 08 set. 2019.

ELLINGSON, Laura D.; MEYER, Jacob D.; COOK, Dane B. **Wearable Technology Reduces Prolonged Bouts of Sedentary Behavior**. American College of Sports Medicine, Madison, v. 1, 2016, p. 10-17. Disponível em https://journals.lww.com/acsm-tj/FullText/2016/04150/Wearable_Technology_Reduces_Prolonged_Bouts_of.1.aspx>. Acesso em: 13 set. 2019.



REFERÊNCIAS

- FONSECA, Diego Leonardo de Souza. **A aplicabilidade da Gestão da Qualidade Total no serviço público: um estudo voltado à criação do Sistema Integrado de Gerenciamento Documental (SIGD) na Secretaria Municipal de Educação de Manaus.** 2016. 123 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2016. Disponível em: <<https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/5154>> Acesso em: 30 ago. 2019.
- GASPARINI, Claudia. **6 riscos que você corre ao passar o dia sentado no trabalho: VOCÊ S/A,** São Paulo, 11 fev. 2016. Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/carreira/6-riscos-que-voce-corre-ao-passar-o-dia-sentado-no-trabalho>> Acesso em: 25 ago. 2019.
- LAVERDE, Natan de Almeida. **Desenvolvimento de operadores de agrupamento por similaridade em SGBD relacionais.** 2018. Dissertação (Mestrado em Ciências de Computação e Matemática Computacional) - Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2018. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/55/55134/tde-22102018-172305/pt-br.php>> Acesso em: 01 set. 2019.
- LOPES FILHO, José Ahirton Batista. **Classificação de gênero em dados do Twitter baseada na extração de meta-atributos textuais.** 2016. 67 f. Dissertação (Engenharia Elétrica) - Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo. Disponível em <<http://tede.mackenzie.br/jspui/handle/tede/2810>> Acesso em: 23 ago. 2019.
- M5STACK. **M5StickC ESP32-PICO Mini IoT Development Kit:** M5Stack. 2019. Disponível em: <<https://m5stack.com/collections/m5-core/products/stick-c>> Acesso em: 20 ago. 2019.
- MANICA, Carlo Rossano. Télíos. **Como utilizar as técnicas de Brainstorming e Diagrama de Ishikawa integradas?.** 2015. Disponível em: <<https://www.telios.eng.br/site/integracao-brainstorming-e-ishikawa>> Acesso em: 30 ago. 2019.
- OLIVEIRA, Rogério de. **Trilha de Aprendizagem 6 - Mudando dimensões.** Material de apoio ao aluno. São Paulo. 2019: Universidade Presbiteriana Mackenzie, 2019.
- ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Global action plan on physical activity 2018–2030: more active people for a healthier world.** Genebra. 2018. Disponível em: <<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/272722/9789241514187-eng.pdf>> Acesso em: 20 ago. 2019.



Universidade Presbiteriana Mackenzie



REFERÊNCIAS

PROGRAMAÇÃO BASEADA EM FLUXO. In: **WIKIPÉDIA, the free encyclopedia**. Flórida: Wikimedia Foundation, 2019. Disponível em: <https://en.wikipedia.org/wiki/Flow-based_programming>. Acesso em: 24 ago. 2019.

YUAN, Michael. IBM. **Conhecendo o MQTT: Por que o MQTT é um dos melhores protocolos de rede para a Internet das Coisas?**. 2017. Disponível em: <<https://www.ibm.com/developerworks/br/library/iot-mqtt-why-good-for-iot/index.html>> Acessado em: 25 ago. 2019.



GLOSSÁRIO

Brainstorming: Em português, tempestade de ideias, é uma técnica de dinâmica de grupo que visa explorar a potencialidade criativa de um indivíduo ou de um grupo, com qualquer ideia que vier em mente referente ao tema discutido.

CID: Acrônimo de classificação internacional de doenças, trata-se de um código internacional padronizado de doenças, mantido pela OMS.

DORT: Acrônimo de distúrbio osteomuscular relacionado ao trabalho.

IOT: Acrônimo de “internet of things”, em português internet das coisas, são dispositivos físicos que tem a capacidade de coletar, reunir e transmitir dados.

LED: Acrônimo de “light emitting diode”, em português diodo emissor de luz, é um componente eletrônico capaz de emitir luz.

LER: Acrônimo de lesão por esforço repetitivo.

MQTT: Acrônimo de “Message Queuing Telemetry Transport”, é um protocolo de comunicação para mensagens leves, utilizados por dispositivos eletrônicos.

OMS: Acrônimo de Organização Mundial da Saúde.

PDCA: Acrônimo de planejar, fazer, checar, agir.

R: linguagem de programação para manipulação, análise e visualização gráfica de dados.

SLA: Acrônimo de “Service Level Agreement”, em português contrato de nível de serviço, é um contrato de compromisso entre o prestador de serviços e um cliente.

SVM: Acrônimo de “support vector machine”, em português máquina de vetores de suporte, trata-se de um algoritmo de aprendizado de máquina supervisionado que analisa os dados e reconhece padrões.

WIFI: Acrônimo de “wireless fidelity”, trata-se de rede de comunicação de dados local sem fios.



APÊNDICES

APÊNDICE A - Dicionário de dados da base de treinamento

Dicionário de dados da base de treinamento

Nome da variável	Descrição	Tipo de variável	Tipo de Mensuração	Valores Possíveis
X	Posição da rotação X	Numérico	Intervalar	Números reais negativos e positivos
Y	Posição da inclinação Y	Numérico	Intervalar	Números reais negativos e positivos
X_ACC	Posição do acelerômetro X	Numérico	Intervalar	Números reais negativos e positivos
Y_ACC	Posição do acelerômetro Y	Numérico	Intervalar	Números reais negativos e positivos
Z_ACC	Posição do acelerômetro Z	Numérico	Intervalar	Números reais negativos e positivos
X_GYR	Posição do giroscópio X	Numérico	Intervalar	Números reais negativos e positivos
Y_GYR	Posição do giroscópio Y	Numérico	Intervalar	Números reais negativos e positivos
Z_GYR	Posição do giroscópio Z	Numérico	Intervalar	Números reais negativos e positivos
status	Indicador de ação conforme o quadro 1	Qualitativa	Nominal	0 1 2

Fonte: Elaborado pelo autor



APÊNDICE B - Dicionário de dados referente a coleta de dados do dispositivo M5Stickc

Dicionário de dados referente a coleta de dados do dispositivo M5Stickc

Nome da variável	Descrição	Tipo de variável	Tipo de Mensuração	Valores Possíveis
s_date	Data e hora da coleta	Numérico	Intervalar	Data, hora, minuto e segundo
X	Posição da rotação X	Numérico	Intervalar	Números reais negativos e positivos
Y	Posição da inclinação Y	Numérico	Intervalar	Números reais negativos e positivos
X_ACC	Posição do acelerômetro X	Numérico	Intervalar	Números reais negativos e positivos
Y_ACC	Posição do acelerômetro Y	Numérico	Intervalar	Números reais negativos e positivos
Z_ACC	Posição do acelerômetro Z	Numérico	Intervalar	Números reais negativos e positivos
X_GYR	Posição do giroscópio X	Numérico	Intervalar	Números reais negativos e positivos
Y_GYR	Posição do giroscópio Y	Numérico	Intervalar	Números reais negativos e positivos
Z_GYR	Posição do giroscópio Z	Numérico	Intervalar	Números reais negativos e positivos
client_id	Identificador do aparelho	Qualitativa	Nominal	m5-001 m5-002

Fonte: Elaborado pelo autor



APÊNDICE C - Tabela com dados agregados do voluntário “A”

Data e Hora Inicial	Data e Hora Final	Status (Quadro 1)	Tempo em Minutos
2019-08-27 07:47:00	2019-08-27 07:55:00	2	8
2019-08-27 07:55:00	2019-08-27 07:59:00	1	4
2019-08-27 07:59:00	2019-08-27 08:00:00	2	1
2019-08-27 08:00:00	2019-08-27 08:01:00	0	1
2019-08-27 08:01:00	2019-08-27 08:39:00	2	38
2019-08-27 08:39:00	2019-08-27 08:41:00	0	2
2019-08-27 08:41:00	2019-08-27 08:58:00	2	17
2019-08-27 08:58:00	2019-08-27 08:59:00	0	1
2019-08-27 08:59:00	2019-08-27 09:21:00	2	22
2019-08-27 09:21:00	2019-08-27 09:24:00	0	3
2019-08-27 09:24:00	2019-08-27 09:29:00	2	5
2019-08-27 09:29:00	2019-08-27 09:31:00	1	2
2019-08-27 09:31:00	2019-08-27 09:37:00	2	6
2019-08-27 09:37:00	2019-08-27 09:40:00	1	3
2019-08-27 09:40:00	2019-08-27 10:23:00	2	43
2019-08-27 10:23:00	2019-08-27 10:26:00	1	3
2019-08-27 10:26:00	2019-08-27 11:16:00	2	50
2019-08-27 11:16:00	2019-08-27 11:21:00	1	5
2019-08-27 11:21:00	2019-08-27 11:29:00	2	8

Fonte: Elaborado pelo autor



APÊNDICE D - Tabela com dados agregados do voluntário “B”

Data e Hora Inicial	Data e Hora Final	Status (Quadro 1)	Tempo em Minutos
2019-08-27 07:45:00	2019-08-27 07:47:00	2	2
2019-08-27 07:47:00	2019-08-27 07:48:00	0	1
2019-08-27 07:48:00	2019-08-27 08:35:00	2	47
2019-08-27 08:35:00	2019-08-27 08:36:00	1	1
2019-08-27 08:36:00	2019-08-27 08:37:00	2	1
2019-08-27 08:37:00	2019-08-27 08:38:00	1	1
2019-08-27 08:38:00	2019-08-27 08:53:00	2	15
2019-08-27 08:53:00	2019-08-27 08:54:00	1	1
2019-08-27 08:54:00	2019-08-27 08:57:00	2	3
2019-08-27 08:57:00	2019-08-27 08:59:00	1	2
2019-08-27 08:59:00	2019-08-27 09:00:00	2	1
2019-08-27 09:00:00	2019-08-27 09:11:00	1	11
2019-08-27 09:11:00	2019-08-27 09:26:00	0	15
2019-08-27 09:26:00	2019-08-27 09:36:00	2	10
2019-08-27 09:36:00	2019-08-27 09:37:00	0	1
2019-08-27 09:37:00	2019-08-27 10:21:00	2	44
2019-08-27 10:21:00	2019-08-27 10:22:00	1	1
2019-08-27 10:22:00	2019-08-27 11:22:00	2	60
2019-08-27 11:22:00	2019-08-27 11:28:00	1	6

Fonte: Elaborado pelo autor



APÊNDICE E - Programa baseada em fluxo do dispositivo M5Stickc



Fonte: Elaborado pelo autor



APÊNDICE F - Script shell “datahora_msg_MQTT.sh”

```
#!/bin/bash
# Script datahora_msg_MQTT.sh

# Script para fornecer a data e hora atual no protocolo MQTT

while true;
do
    s_data=`date +"%d/%m/%Y %T"`
    mosquitto_pub -t "datahora" -m "$s_data" -u "[usuário]" -P "[senha]"
    sleep 1
done
```

Fonte: Elaborado pelo autor



APÊNDICE G - Script Shell “grava_msg_csv.sh”

```
#!/bin/bash
# Script grava_msg_csv.sh
# Script para coletar os dados do M5Stickc no MQTT e gravar em um arquivo .csv

# Gerar o cabeçalho do arquivo "db_m5watch.csv"
echo "\"s_date\", \"X\", \"Y\", \"X_ACC\", \"Y_ACC\", \"Z_ACC\", \"X_GYR\" /
, \"Y_GYR\", \"Z_GYR\", \"client_id\"" > db_m5watch.csv

# Coletar dos dados do MQTT gerados pelo M5Stickc e gravar no arquivo "db_m5watch.csv"
mosquitto_sub -h 127.0.0.1 -p 1883 -t "m5watch" -u "[usuário]" -P "[senha]" >> db_m5watch.csv
```

Fonte: Elaborado pelo autor



APÊNDICE H - Formulário de pesquisas de Causa e Efeitos

Formulário de pesquisas de Causa e Efeitos - XTZ Tecnologia		
Problema: Sedentarismo no trabalho		
Possíveis causas relacionadas	Descrição	Nota (1 baixo – 9 alto)
MÉTODO	Chamados abertos com informações faltantes	
	Chamados direcionados para área errada	
	Falta de atenção com as normas da OMS	
MATERIAL	Servidores em nuvens sobrecarregadas	
	Variedade de aplicações e funcionalidades	
	Bancos de dados dispersos	
MÃO DE OBRA	Atividades não previstas	
	Afastamentos	
	Falta de treinamento	
MÁQUINAS	Lentidão na VPN com os clientes	
	Excesso de formalidades para acesso	
	Estações de trabalho lentas	
MEDIÇÃO	Tempo de SLA apertado	
	Excesso de relatórios de atividades	
	Cobrança superior por melhores resultados	
MEIO AMBIENTE	Comunicação inadequada entre as áreas	
	Problemas pessoais entre funcionários	
	Falta de disposição para socialização	



APÊNDICE I - Script R “m5watch_treinamento_predicao.R”

```
# Treino com o algoritmo SVM para identificar ações no M5Stickc e
# testes de acuracidade com matriz de confusão.
# Criado por: Aleksander Sabino da Silva.

# Libs
require(e1071)

# Carrega base de dados de treinamento
dbtrain <- read.csv("https://github.com/asabino0701/M5Stick-c/raw/master/dbtreino_27082019.csv")

# Eliminar o primeiro campo por ser um incrementador e não faz parte do treinamento.
dbtrain <- dbtrain[ , -1]

# converte a coluna status para factor
# Coluna "status" = 0 - Parado, 1 - Caminhando, 2 - Sentado
dbtrain$status <- as.factor(dbtrain$status)

# Chamada da função SVM
svm <- svm(status ~ ., data = dbtrain)
summary(svm)

# predict da mesma base de dados
predict_test <- predict(svm, dbtrain[ , -9]) # -status

# Matriz de confusão
c_matrix <- table(dbtrain$status, predict_test)
c_matrix

# Acuracidade do treino
cat("Accuracy: ", sum(diag(c_matrix))/sum(c_matrix)*100, " %" )
```

Fonte: Elaborado pelo autor



APÊNDICE J - Script R “m5watch_predict_git.R”

```
# Treino e classificação com o algoritmo SVM identificando as
# ações dos voluntários no M5Stickc conforme o quadro 1
# Criado por: Aleksander Sabino da Silva.

# Libs
require(ggplot2)
require(e1071)
require(dplyr)

# Carrega base de dados de treinamento
dbtrain <- read.csv(
  "https://github.com/asabino0701/M5Stick-c/raw/master/dbtreino_27082019.csv")
# Eliminar o primeiro campo por ser um incrementador e não faz parte do treinamento.
dbtrain <- dbtrain[ , -1]

# Carrega a base de dados da coleta dos voluntários
# Voluntário A, pulseira laranja, m5-001
# Voluntário B, pulseira vermelha, m5-002
dbm5coleta <- read.csv(
  "https://github.com/asabino0701/M5Stick-c/raw/master/db_m5watch_coleta_270819_manha.csv")

# Sumário geral da coleta dos voluntários
summary(dbm5coleta)

# converte para factor
dbtrain$status <- as.factor(dbtrain$status)

# SVM - status 0 - Parado, 1 - caminhando, 2 - sentado
svm <- svm(status ~ ., data = dbtrain)
summary(svm)

# predict (Classificação) da coleta dos voluntários
predict_coleta <- predict(svm, dbm5coleta)

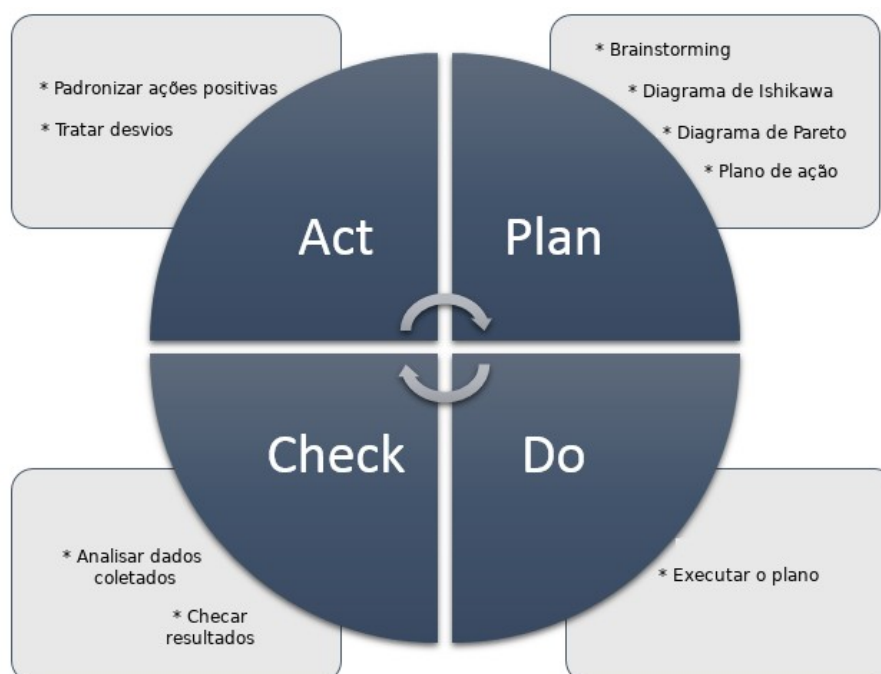
# Converte predict para um dataframe temporário
df_temp <- data.frame(predict_coleta)

# Adiciona a classificação realizada na função predict no dataframe da coleta
# dos voluntários
dbm5coleta$status <- df_temp$predict_coleta
summary(dbm5coleta$status)
```

Fonte: Elaborado pelo autor



APÊNDICE K - Exemplo de ciclo PDCA para acompanhar os afastamentos por sedentarismo



Fonte: Adaptado de Fonseca