

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

Uma Abordagem Computacional em Ambientes Assistidos Baseada em Atividades Físicas e Biometeorologia

João Pedro de Souza Jardim da Costa

JUIZ DE FORA
NOVEMBRO, 2020

Uma Abordagem Computacional em Ambientes Assistidos Baseada em Atividades Físicas e Biometeorologia

JOÃO PEDRO DE SOUZA JARDIM DA COSTA

Universidade Federal de Juiz de Fora

Instituto de Ciências Exatas

Departamento de Ciências da Computação

Bacharelado em Sistemas de Informação

Orientador: Dr. Mário Antônio Ribeiro Dantas

Coorientador: Dr. José Maria Nazar David

JUIZ DE FORA

NOVEMBRO, 2020

UMA ABORDAGEM COMPUTACIONAL EM AMBIENTES ASSISTIDOS BASEADA EM ATIVIDADES FÍSICAS E BIOMETEOROLOGIA

João Pedro de Souza Jardim da Costa

MONOGRAFIA SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO DE CIÊNCIAS
EXATAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA, COMO PARTE INTE-
GRANTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE
BACHAREL EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO.

Aprovada por:

Dr. Mário Antônio Ribeiro Dantas
Doutor em Ciências da Computação

Dr. José Maria Nazar David
Doutor em Ciências da Computação

Dr. Ciro de Barros Barbosa
Doutor em Ciências da Computação

Dr. Fabrício Martins Mendonça
Doutor em Ciências da Informação

Dr. Douglas Dyllon Jeronimo de Macedo
Doutor em Engenharia e Gestão do Conhecimento

Dr. Calebe de Paula Bianchini
Doutor em Ciências da Computação

JUIZ DE FORA
16 DE NOVEMBRO, 2020

Aos meus professores.

À minha família, pelo apoio e sustento.

Resumo

A importância de realizar atividades físicas para preservar a saúde pessoal é um conhecimento comum a toda sociedade humana. Uma pergunta a ser considerada seria: o desempenho, ao realizar essas atividades, é afetado pelo ecossistema que cerca as pessoas? Afetar o desempenho significa afetar o rendimento e, em contra partida, implica afetar a eficiência na realização da atividade.

Com o desenvolvimento das tecnologias de informação, a humanidade se aproveitou para utilizar ferramentas dessa área objetivando responder as perguntas e os problemas relacionados que afetam o cotidiano da sociedade em geral. Algumas dessas ferramentas são disponibilizadas pelo paradigma chamado Internet das Coisas, conhecido pela possibilidade de impactar a qualidade de vida e os negócios.

Este Trabalho de Conclusão de Curso(TCC) teve como proposta apresentar uma aplicação que visa amparar profissionais da área de educação física no acompanhamento de seus alunos, enquanto leva em consideração os elementos meteorológicos que os afetam; também projetou demonstrar seu uso através de dados gerados por simulações. Simulou-se a alimentação da aplicação através de dados fornecidos por sensores e por um sistema meteorológico. A qualidade das informações retiradas através desses dados, foi ponto de partida para comparações entre os resultados baseados nesses dois modos de captação de dados.

Nos testes realizados com base nos dados produzidos por simulações, percebeu-se que a aplicação gerou informações mais precisas ao ser alimentada pela versão que replicava sensores, se comparada às informações estimadas pela aplicação quando alimentada por um sistema meteorológico simulado.

Palavras-chave: Ambientes assistido, sensores, sistemas meteorológicos, fitness, Siafu.

Abstract

The importance of performing physical activities to preserve personal health is a common knowledge of all human society. A question to be considered would be: is performance, when carrying out these activities, affected by the ecosystem that surrounds people? Affecting performance means affecting productivity and, on the other hand, it implies affecting the efficiency in carrying out the activity.

With the development of information technologies, humanity took the opportunity to use tools from this area in order to answer the questions and related problems that affect the daily life of society in general. Some of these tools are made available by the paradigm called Internet of Things, known for the possibility of impacting the quality of life and business.

This course conclusion paper (CCP) had as a proposal to present an application that aims to support professionals in the field of physical education in the accompaniment of their students, while taking into consideration the meteorological elements that affect them; also planned to demonstrate its use through data generated by simulations. It was also simulated the providing of data from sensors and a meteorological system to the application. The quality of the information obtained through these data was a key point for comparing the results based on these two modes of data capture.

In the tests carried out based on the data produced by simulations, it was noticed that the application generated more accurate information when fed by the version that replicated sensors, compared to the information estimated by the application when fed by a simulated meteorological system.

Keywords: Assisted Ambient Living, sensors, wheater systems, fitness, Siafu.

Agradecimentos

Gostaria de agradecer principalmente aos meus pais, André e Solange, por me darem suporte em todos esses anos da minha vida e possibilitarem que eu chegasse onde estou. Agradecer à minha irmã, Maria Clara, por sempre estar ao meu lado como apoio emocional.

Agradecer ao meu orientador Mário A.R. Dantas e co-orientador José Maria Nazar David que transmitiram seu vasto conhecimento a mim, dedicando de seu tempo e paciência para que eu aplicasse o meu melhor no processo de criação deste documento.

Aos professores do Departamento de Ciência da Computação pelos seus ensinamentos, aos meus colegas que sempre me ajudaram nos trabalhos que realizamos e aos funcionários do curso, que durante esses anos, contribuíram de algum modo para o nosso enriquecimento pessoal e profissional.

Conteúdo

Lista de Figuras	6
Lista de Tabelas	7
Lista de Abreviações	8
Termos	9
1 Introdução	10
1.1 Objetivo Geral	11
1.2 Objetivos Específicos	11
1.3 Metodologia	12
1.4 Estrutura do trabalho	12
2 Fundamentação Teórica	14
2.1 Meteorologia	14
2.2 Biometeorologia	15
2.3 Biometeorologia e Performance em Atividades Físicas	16
2.4 Sensores	16
2.5 Internet of Things	17
2.6 Smart Homes	18
2.7 Ambientes Assistidos	19
2.8 Trabalhos Relacionados	19
2.9 Considerações do Capítulo	20
3 Ambiente de Simulação	21
3.1 Simuladores de Contexto	21
3.2 Siafu	21
3.3 Cenário Simulado	22
3.4 Implementação	28
3.5 Extração de Dados	31
3.6 Considerações do Capítulo	32
4 Solução Proposta	33
4.1 Apresentação de Informações	35
4.2 Implementação	39
4.3 Considerações do Capítulo	39
5 Ambiente e Resultados Experimentais	40
5.1 Método	40
5.2 Resultados	41
5.3 Considerações Finais	45
6 Conclusões e Trabalhos Futuros	46
Bibliografia	48

Lista de Figuras

3.1	Interface do simulador Siafu com uma simulação, elaborada pelo autor, em execução.	22
3.2	Mapa empregado na simulação criada para esta pesquisa.	26
4.1	Modelo de alto nível que ilustra um dos cenários de uso da aplicação. . . .	33
4.2	Diagrama de fluxo do primeiro cenário, onde são utilizados sensores para captar dados das variáveis meteorológicas.	34
4.3	Diagrama de fluxo do cenário alternativo; neste, a aplicação é alimentada por dados fornecidos por um sistema meteorológico.	34
4.4	Gráfico de linha que ilustra o desempenho de um aluno.	35
4.5	Gráfico de barra que ilustra o desempenho do aluno.	36
4.6	Gráfico de barra que ilustra a umidade, temperatura e densidade do ar. . .	37
4.7	Gráfico de barra que ilustra a duração, em minutos, da jornada diária do aluno.	38
4.8	Tabela com a estimativa, feita pela aplicação, da melhor e pior combinação de valores das variáveis meteorológicas para o desempenho do aluno. . . .	38
5.1	Resultado dos testes da simulação com a segunda configuração, com a quantidade de estimativas corretas feitas pela aplicação, quando alimentada pelo sistema meteorológico.	41
5.2	Resultado dos testes da simulação com a segunda configuração, com a quantidade de estimativas corretas feitas pela aplicação, quando alimentada por sensores.	42
5.3	Resultado dos testes da simulação com a primeira configuração, com a quantidade de estimativas corretas feitas pela aplicação, quando alimentada pelo sistema meteorológico.	43

Lista de Tabelas

2.1	Variáveis climáticas e seus efeitos sobre o corpo humano, apresentados por SORRE (1984 apud MENDONÇA, 2000) e organizados por Mendonça (2000)	15
2.2	Tipos de sensores e suas descrições, disponibilizados por TE CONNECTIVITY (TE) (2007) em seu sítio, que se alinham com a proposta deste TCC.	17
3.1	características dos agentes da simulação e os valores que podem ser atribuídos a elas.	26
5.1	Porcentagens da combinação dos resultados apresentados nas Figuras 5.2, 5.1 e 5.3.	44

Lista de Abreviações

DCC	Departamento de Ciência da Computação
UFJF	Universidade Federal de Juiz de Fora
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
IOT	Internet of Things
VFA	Velocidade final do agente

Termos

Agente	Pessoa dentro da simulação.
Usuários	Pessoas que fariam uso da aplicação desenvolvida para este documento, neste caso, profissionais da área de educação física responsáveis pelo acompanhamento do treinamento físico de seus alunos.
Aluno	Pessoa que está tendo seu treinamento físico acompanhado por um profissional da área de educação física, neste caso, os agentes da simulação.
Variável	Elemento atmosférico que compõe o clima local.
Meteorológica	Ex: temperatura, densidade do ar, umidade do ar, radiação solar etc.

1 Introdução

Ao buscar pelo termo "fitness" ou "fit" na Play Store ¹, loja de aplicativos para dispositivos android, diversos resultados são apresentados. Um deles é o Google Fit, aplicativo de "fitness" oficial da Google (2020) feito para auxiliar seus usuários no atingimento das metas pessoais de treinamento físico. Ele disponibiliza funções de monitoramento de atividades físicas, medição da pressão arterial e frequência cardíaca, acompanhamento do tempo de sono, evolução do peso, além de um diário com os registros das atividades realizadas. Em dezembro de 2019, possuía cerca de 325 mil avaliações únicas na Play Store e, em setembro de 2020, contava com cerca de 390 mil avaliações únicas. Apesar de não ser um dado direto sobre a quantidade de usuários da aplicação, é possível perceber que houve um crescimento substancial na quantidade de usuários.

Em que pese a gama de funções disponibilizadas por aplicativos, até onde pesquisou-se, não há programas que levem em consideração a influência das variáveis meteorológicas no desenvolvimento físico dos usuários. Vihma (2010) demonstrou em seus estudos que as variáveis meteorológicas afetam o desempenho físico dos praticantes. Pensando em como um aplicativo dessa natureza poderia realizar tal requerimento, qual seja, relacionar as variáveis meteorológicas com o desempenho de seus usuários, primeiro deve-se levar em consideração a forma como tais dados serão captados. Wachowicz, Małysiak-Mrozek e Mrozek (2019) utilizaram uma combinação de sensores e um sistema meteorológico local. Com os sensores eles captaram os dados dos movimentos e dos corpos de atletas e, do sistema meteorológico, extraíram os dados sobre as variáveis climáticas. Em seu website², a empresa TE CONNECTIVITY (TE) (2007) também disponibiliza sensores que possibilitam a captação de dados meteorológicos, como o Multi-sensor module, que é uma composição de diversos sensores, sendo o mais comum o arranjo composto de sensores que captam movimento, luminosidade, temperatura e umidade.

Além dos meios de extração, assim como Amaral et al. (2017) demonstram em seu

¹https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.android.apps.fitness&hl=pt_BR&showAllReviews=true

²<https://www.te.com/usa-en/products/sensors.html>

artigo, é necessário se preocupar com a qualidade dos dados captados, ou seja, a precisão da informação que pode ser extraída desses dados. Paralelamente, como encontrado nos trabalhos desenvolvidos por Ely et al. (2007) e Helou et al. (2012), é suma importância qualificar e reconhecer quais variáveis meteorológicas devem ser observadas.

Documentos anteriores da área de clima e desempenho físico, como alguns dos citados neste preâmbulo, tiveram como objetivo a realização de testes em atletas e análise dos resultados alcançados, com o intuito de extrair informações deles. Antes de chegar à etapa de extração das informações, os autores desses documentos tiveram que passar por todo um procedimento científico, que exigiu preparação, conhecimentos específicos e ferramentas tecnológicas, tal procedimento não seria possível ser realizado no cotidiano de qualquer pessoa, sem que ela tenha um auxílio na realização dele.

Este estudo propõe desenvolver o protótipo de uma aplicação que auxilie seus usuários no monitoramento do desempenho físico de seus alunos, quando levadas em consideração as influências climáticas, elaborando simulações que alimentem a aplicação realizando uma comparação entre a eficiência dos resultados dela, quando alimentada por dados advindos de sensores e quando alimentada por um sistema meteorológico.

1.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo geral desenvolver uma aplicação que auxilie profissionais da área de educação física no monitoramento do desempenho de seus alunos e que relacione os elementos meteorológicos que afetam o seu desempenho.

1.2 Objetivos Específicos

Para satisfazer o objetivo geral definido, os seguintes objetos específicos deverão ser alcançados:

- a) Desenvolver uma aplicação que aborde o objetivo geral especificado, qual seja, auxiliar profissionais da área de educação física no monitoramento de seus alunos, tendo em conta as variáveis meteorológicas que os afetam;

- b) Testar e analisar os resultados da aplicação quando alimentada por métodos de captação de dados distintos. Os métodos aqui citados se referem à utilização de sensores ou um sistema meteorológico para extrair dados do clima. Este objetivo tem o intuito de comparar o impacto que esses métodos causam na precisão das estimativas da aplicação.

1.3 Metodologia

Para construir a base de conhecimento necessária para o desenvolvimento deste documento científico, foram realizadas buscas nas bases de dados IEEE Xplore³, Google Scholar e Research Gate, dentre outras, haja vista encontrar trabalhos relacionados com a área abordada. Também foram feitas Pesquisas sobre o mercado de aplicativos à procura de abordagens similares à projetada. Do mesmo modo, foi mandatório pesquisar por simuladores de contexto que atendessem aos requisitos da aplicação.

Para realizar as buscas, foram utilizadas palavras chaves como: "fitness", "fit", "climate", "biometeorologia", "meteorologia", "clima", "Ambiente Assistido", "AAL", "Ambient Assisted Living", "IoT", "sensor" e combinações dessas palavras. Outro instrumento utilizado foi o de buscar os documentos citados por aqueles que foram encontrados nas buscas e também os documentos que os próprios citados citaram.

Com os resultados das buscas e os documentos encontrados através das citações, cerca de 38 documentos foram analisados e 4 sítios comerciais foram consultados. Apesar de não encontrar trabalhos científicos com propostas exatamente iguais, 2 tinham objetivos parecidos e utilizavam abordagens de sistemas de informação.

1.4 Estrutura do trabalho

Aspirando o propósito de realizar os objetivos desta proposta com sucesso, este TCC foi separado em 6 capítulos: 1. Introdução, 2. Fundamentação teórica, 3. Ambiente de Simulação, 4. Aplicação, 5. Ambiente e Resultados Experimentais e 6. Conclusões e Desenvolvimentos Futuros. O capítulo 2 apresenta os conceitos e trabalhos utilizados para

³Base de dados do Institute of Electrical and Electronics Engineers

compor a base de conhecimento. O capítulo 3 introduz o programa escolhido para executar a simulação, a biblioteca de programação empregada e o processo de desenvolvimento do cenário da simulação. O capítulo 4 aborda a aplicação desenvolvida e como essa aplicação manifesta os dados produzidos pela simulação. Capítulo 5 contém a metodologia utilizada para elaborar os testes, os resultados dos testes e a inteligência que pode ser extraída deles. O capítulo 6 consoma o documento com as experiências retiradas do processo de desenvolvimento e ideias para possíveis trabalhos futuros.

2 Fundamentação Teórica

Este capítulo apresenta conceitos de meteorologia, efeitos dos elementos meteorológicos no corpo humano e no desempenho nas atividades físicas; também apresenta tecnologias que podem auxiliar no monitoramento do clima e trabalhos relacionados à proposta deste TCC.

2.1 Meteorologia

É inegável que a Meteorologia é uma das ciências que mais dominam o nosso dia-a-dia. Através dela conseguimos antever inúmeros fenômenos que ocorrem na atmosfera terrestre e interferem na vida moderna.

O Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) (2019), em seu sítio⁴, exemplifica como é feita a previsão meteorológica. As estações regionais, espalhadas pelo país, coletam dados de hora em hora e os enviam para os distritos regionais que, depois de processá-los, encaminham os resultados para serem reprocessados na sede principal. Após esse caminho de coleta e processamento, com o auxílio de supercomputadores, são feitas simulações de como o tempo se comportará com antecedência de até 96 horas. Normalmente faz-se uso de imagens coletadas por satélites para realizar previsões meteorológicas, por se achar que o modelo anterior não seja suficiente.

O INMET exemplifica a meteorologia básica como aquela que fornece uma visão mais simples dos fenômenos atmosféricos que acontecem no dia a dia. Observando certos elementos é possível extrair uma noção de como o tempo se comportará em um certo instante e local. Podemos considerá-la como aquela mais utilizada para informar as pessoas sobre o tempo em sua localidade.

⁴<https://portal.inmet.gov.br/sobre-meteorologia>

2.2 Biometeorologia

Segundo Silva (2006 apud UCHOA; LUSTOSA; UCHOA, 2019), ela:

”Estuda os efeitos diretos e indiretos, de efeitos de tipo físico, químico, físico-químico, de micro e de macro-ambientes, das atmosferas da terra e de ambientes similares extraterrestres sobre os organismos que fazem parte do reino vegetal ou animal.”

SORRE (1984, p. 42 apud Mendonça, 2000) classifica diferentes tipos de variáveis climáticas que afetam o corpo e seus sintomas. Conforme tabela a seguir:

variáveis climáticas	sintomas apresentados
Pressão atmosférica	<ul style="list-style-type: none"> - Dor de cabeça, fadiga, alteração sensorial, depressão intelectual, indiferença, sono, descoordenação de movimentos, perda de memória. - Redução faculdades físicas e mentais. - Tristeza, apatia.
Radiação Solar	<ul style="list-style-type: none"> - Extremo alto: esgotamento nervoso, perturbações mentais, irritação, insolação, euforia. - Extremo baixo: deficiências orgânicas, raquitismo, depressão, debilidade mental.
Umidade do Ar	<ul style="list-style-type: none"> - Diminuição da capacidade respiratória. - Hiperpnéia térmica. - Cansaço e esgotamento.
Vento e Eletricidade Atmosférica	<ul style="list-style-type: none"> - Morbidez, cansaço e abatimento. - Debilidade do tônus nervoso, depressão, hipersensibilidade, irritabilidade. - Desidratação, dessecação do aparelho tegumentar. - Excitação nervosa, alucinações, delírio. - Palpitações, dispnéia, dores de cabeça, nevralgia.

Tabela 2.1: Variáveis climáticas e seus efeitos sobre o corpo humano, apresentados por SORRE (1984 apud MENDONÇA, 2000) e organizados por Mendonça (2000)

É importante apresentar esses elementos e em que resultam, para separarmos quais dados sobre o ambiente são relevantes e, em contrapartida, quais sensores fazem sentido serem utilizados.

2.3 Biometeorologia e Performance em Atividades Físicas

Apesar de demonstrada anteriormente (Tabela 2.1) a relação entre o clima que sentimos e os efeitos que ele causa no corpo humano, ainda é necessário relacionar o clima com o desempenho nas atividades físicas.

Objetivando entender os efeitos do tempo sobre a performance de maratonistas, Vihma (2010) analisou parâmetros meteorológicos que afetam os processos naturais do corpo humano que regulam a temperatura corporal. Os parâmetros analisados foram: umidade do ar, temperatura do ar, velocidade do vento e chuva. Em sua conclusão, percebeu que nos climas quentes houve uma diminuição de performance nos atletas que observou. Ely et al. (2007), por outro lado, perceberam que o clima frio, quando comparado a climas quentes, associa-se à melhora na capacidade dos maratonistas de manter velocidade de corrida. Helou et al. (2012) concluíram que existe um valor ótimo para temperatura, que muda para cada indivíduo, onde o aumento e a diminuição desse valor resultava na diminuição de performance dos maratonistas.

2.4 Sensores

Haja vista a necessidade de captar dados sobre o clima e sobre a pessoa que será monitorada pela aplicação, além de sistemas meteorológicos, simulou-se sensores para realizar a tarefa.

TE CONNECTIVITY (TE) (2007) categoriza sensor como um dispositivo usado para medir uma propriedade, seja pressão atmosférica, posição, temperatura ou aceleração, e para fornecer informações baseadas nessas medições. Levando em consideração a Tabela 2.1, tem-se que os seguintes sensores, ilustrados na Tabela 2.2, que podem ser

utilizados no contexto aqui oferecido:

Tipos	Descrição
Piezo Sensors	fornecem vibração durável, acelerômetro ou elementos de chave dinâmica
Temperature Sensor	Temperatura ambiente e ou de corpos.
Digital Sensors	Normalmente encontrados em dispositivos utilizados no corpo para coletar e compartilhar informações relacionadas a monitoramento de pacientes, "fitness", qualidade do ar e relacionados.
Multi-sensor modules	combinação de diversos sensores, sendo a principal de movimento, claridade, temperatura e umidade.
Position Sensors	capaz de detectar o movimento de um objeto(líquido ou sólido).
Scanners and Systems	sistemas baseados em scanners eletrônicos de pressão e temperatura da marca legada de sistema de pressão.
Vibration Sensors - Accelerometers	Realiza a detecção e medição de vibrações
Humidity Sensors	Medição precisa do ponto de condensação e umidade absoluta.
Pressure Sensors	Medição da pressão atmosférica

Tabela 2.2: Tipos de sensores e suas descrições, disponibilizados por TE CONNECTIVITY (TE) (2007) em seu sítio, que se alinham com a proposta deste TCC.

2.5 Internet of Things

A sociedade está no início de uma era emergente, em que o foco está na integração entre pessoas e dispositivos visando convergir o mundo físico e o mundo virtual arquitetado pelo homem, criando a utopia chamada "Internet of Things(IoT)" ou, em português,

Internet das Coisas. Em IoT, “Coisas” representa qualquer objeto ciente de seu contexto e capaz de comunicar-se com outras entidades, como pessoas, sensores e dispositivos inteligentes, implicando serem acessíveis, não importando as restrições de distância ou de tempo. Uma rede composta por sensores também cabe no mesmo conceito que a IoT, de objetos cientes ao contexto e comunicáveis; a característica que a IoT possui e diferencia esses dois conceitos é a inteligência dos dispositivos e da própria rede, também conhecida como “Smartness”, e isso a torna uma rede inteligente. (BUYAYA; DASTJERDI, 2016)

Eles também apontam o fato da IoT ser reconhecida por impactar a qualidade de vida e dos negócios. Isto se dá pelo fato de favorecer a coleta e o compartilhamento de dados, facilitar a automação e o controle remoto e beneficiar a economia no custo de implementação e manutenção. Um exemplo é o acompanhamento médico remoto, através de dispositivos inteligentes e sensores; dados sobre o paciente são coletados e enviados ao seu médico para análise, extração de informações importantes e, também, para alertas em casos de perigo de saúde.

2.6 Smart Homes

Conforme o relatório técnico disponibilizado pelo Government of India (2017), “Smart Homes”, ou Casas Inteligentes, incorporam detecção avançada e sistemas de automação para prover a seus habitantes monitoramento do ambiente e controle de suas funcionalidades, quer estejam dentro ou fora de casa. Também aponta como possíveis funções de uma casa inteligente o controle da luminosidade, da temperatura, da multimídia, da segurança e de objetos físicos da casa como portas e janelas. Outros exemplos dados são o monitoramento remoto de pacientes, carregamento de energia de carros elétricos, telhados solares, medições climáticas, entretenimento, saúde e “fitness”. É possível então inferir que casas inteligentes são aquelas que fazem uso de dispositivos inteligentes, que podem ser controlados remotamente, independente de distância, para prover funcionalidades àqueles que as habitam.

2.7 Ambientes Assistidos

O termo “ambiente assistido” é relativamente novo e, por esse motivo, ainda não existe um conceito que o defina em todos os casos. Amaral et al. (2017) definem ambientes domiciliares assistidos como aqueles heterogeneamente compostos por sensores de ambiente e sensores corporais; esses sensores geram grandes quantidades de dados que são utilizados para diversos fins, haja vista detecção de anomalias nos habitantes ou no próprio ambiente. Goulart (2018) apresenta a utilização dos dados para fornecer ajuda e/ou complementar serviços de saúde e bem estar como uma das aplicações de ambientes assistidos. Com essas informações entende-se que ambientes domiciliares assistidos podem ser considerados como casas inteligentes especializadas em funcionalidades voltadas ao bem estar dos seus habitantes.

2.8 Trabalhos Relacionados

Em seu trabalho, Wachowicz, Małysiak-Mrozek e Mrozek (2019) partilham da ideia de que elementos do clima influenciam as atividades físicas. O objetivo foi apresentar os resultados adquiridos em suas investigações sobre os impactos que pressão e umidade do ar, velocidade do vento, temperatura, índice UV, ponto de orvalho e formação das nuvens têm sobre corridas/caminhadas ao ar livre.

Através de “smartwatches”, dados como duração do treino, distância percorrida, batimento cardíaco, velocidade média etc; foram coletados de vários atletas amadores e então combinados com dados meteorológicos fornecidos por serviços online. Esse processo foi realizado no decorrer de um ano e a combinação dos dados foi efetivada utilizando-se a técnica “fuzzy join” (junção difusa). O fluxo de dados inicia-se nos “smartwatches” que, ao fim do treino do dia, os enviam para um “edge gateway” (gateway de borda); no “gateway” é feita a combinação dos dados meteorológicos recentes com os dados dos sensores. Por fim, esses dados combinados são enviados para a nuvem, a fim de realizar análises estatísticas e alimentar um sistema com “machine learning”.

Nos resultados de seus testes, eles demonstraram que os atletas realmente são impactados pelo clima, porém, a intensidade do impacto variou de indivíduo para indivíduo;

alguns mais suscetíveis e outros nem tanto.

Zainudin et al. (2017) apontam outra problemática: a confiabilidade dos dados recebidos pelos sensores. Para contornar esse problema, eles focaram na utilização de vários sensores e combinaram os dados recebidos. Quatro pessoas participaram das fases de testes, cada uma com 4 sensores espalhados pelo corpo: um no antebraço, um no pulso, um na cintura e um no quadril, todos do mesmo lado do corpo. Os dados captados pelos sensores foram enviados para uma "workstation" que os pré-processou, segmentou e classificou para, então, serem armazenados na nuvem, com a finalidade de serem visualizados e estudados. Na conclusão de seus testes, classificaram a performance de cada sensor de acordo com sua posição; Do pior para o melhor, ficou antebraço, cintura, quadril, pulso e a combinação de todos.

2.9 Considerações do Capítulo

Neste capítulo abordaram-se os conceitos e trabalhos científicos utilizados para construir a fundamentação teórica deste Trabalho de Conclusão de Curso. Os assuntos tratados foram: Meteorologia, Biometeorologia, sensores, IoT, Casas Inteligentes, Ambientes Assistidos e trabalhos relacionados.

Os próximos capítulos tratarão sobre os objetivos específicos, a saber: desenvolver uma simulação que atenda a proposta deste TCC, desenvolver uma aplicação como solução à proposta e testar e analisar os resultados.

3 Ambiente de Simulação

Gerar dados para realizar os testes propostos exige tempo, recursos e pessoas. Para contornar a impossibilidade de atender a esses requisitos, optou-se pela utilização de simuladores de contexto.

3.1 Simuladores de Contexto

Dentre os simuladores encontrados, ao buscar por algum que atendesse às necessidades deste TCC, os que se destacaram foram: o chamado MORSE, desenvolvido por Koch e Boumghar (2009) e o chamado Siafu, desenvolvido por Martin e Santos (2007).

Optamos por utilizar o Siafu pela recorrência de uso em pesquisas anteriores, além da praticidade no desenvolvimento e o uso de linguagem conhecida para programar as simulações(JAVA). Empregando a biblioteca de programação que acompanha o Siafu, desenvolveu-se uma simulação na qual seus agentes realizam atividades diárias como trabalhar e caminhar.

3.2 Siafu

Inicialmente desenvolvido por Miguel Martin, com a contribuição de Nuno Santos para a versão atualmente disponibilizada em seu sítio⁵, o Siafu é um projeto "open source" de simulador de contexto em larga-escala, feito em JAVA, que pode ser utilizado para criar e/ou modificar cenários, adicionar agentes e executar simulações. (MARTIN; SANTOS, 2007, tradução nossa)

⁵<http://siafusimulator.org/download>

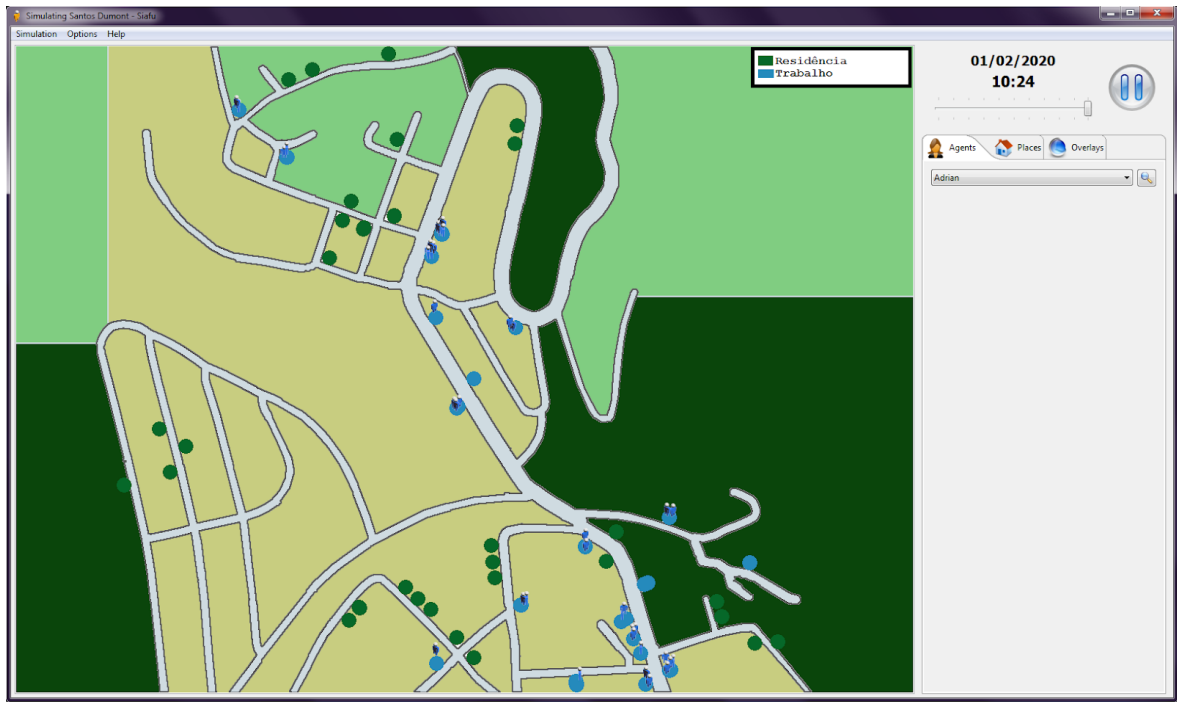


Figura 3.1: Interface do simulador Sifafu com uma simulação, elaborada pelo autor, em execução.

A partir da execução da simulação, conforme ilustrado na Figura 3.1, é possível utilizá-la para extrair dados, gerar grupos de dados para "machine learning", testar e ilustrar sua aplicação. Vale também apontar que a dimensão do cenário nas simulações pode variar da proporção de uma sala até a de uma cidade, dependendo da necessidade.

3.3 Cenário Simulado

No início da simulação, são gerados 40 agentes com características de valores aleatórios; algumas dessas características são de padrão das simulações exemplo, fornecidas pela fonte oficial aqui citada; outras características foram adicionadas pelo autor deste documento para auxiliar na programação da simulação e guardar valores necessários.

Na Tabela 3.1 são explicadas quais características os agentes possuíam e quais valores podiam ser atribuídos a essas características.

#	Característica	Valores	Descrição
1	NOME	Uma palavra de um conjunto fornecido pelo próprio Siafu	O nome do agente.
2	AGE	Valor inteiro de 20 a 60	A idade do agente.
3	ACTIVITY	ASLEEP	A atividade que o agente está realizando naquele momento em específico.
		WORKING	
		GOING_TO_WORK	
		AT_HOME	
		GOING_HOME	
4	DATE	dois valores inteiros no formato (x:y), sendo x de 1 a 30 e y de 1 a 12.	Representa o dia e mês atual dentro da simulação.
5	-Humidity; -Density of Air; -Temperature.	very low	Os valores que as variáveis meteorológicas aceitam, representa a intensidade daquela variável nas imediações do agente. Exs: Temperature very high = muito quente; Humidity very low = clima seco; Density of Air low = ar rarefeito.
		low	
		comfortable	
		high	
		very high	

6	-DENSITYAIR _RESISTANCE; -HUMIDITY _RESISTANCE; -TEMPERATURE _RESISTANCE.	indifferent climate	Como o corpo do agente responde ao clima. “strong” indica que o agente se sente confortável com o valor da variável meteorológica , “weak” indica que o agente se sente desconfortável com o valor e “indifferent” que o agente não é afetado por mudanças naquela variável meteorológica.
		strong comfortable	
		weak comfortable	
		strong high	
		weak high	
		strong low	
		weak low	
7	GENDER	male	O gênero do agente.
		female	
8	HAS_CAR	valor booleano	Se o agente possui um carro. (funcionalidade não utilizada neste cenário)
9	IMC	fat	Índice de massa corporal do agente, simplificado para utilização na simulação. valores neutros: fit; valores negativos: fat, skinny; valores positivos:
		”fit”	
		skinny	
10	-LEFTHOME; -LEFTWORK.	dois valores inteiros no formato (x:y), sendo x de 0 a 24 e y de 0 a 60.	Momento, do dia atual, no qual o agente saiu de casa para o trabalho e saiu do trabalho para casa, respectivamente.

11	MENTAL_STATE	Happy	O estado mental atual do agente. valores neutros:Indifferent; valores negativos: sad; valores positivos: Happy.
		Sad	
		Indifferent	
12	NIGHT_SLEEP	Comfortable	Como foi última noite de sono do agente. valores neutros:Indifferent; valores negativos: Uncomfortable; valores positivos: Comfortable.
		Uncomfortable	
		Indifferent	
13	-REACHHOME; -REACHWORK.	dois valores inteiros no formato (x:y), sendo x de 0 a 24 e y de 0 a 60.	Momento, do dia atual, no qual o agente chegou em casa do trabalho e chegou no trabalho de casa, respectivamente.
14	SLEEP_PERIOD	dois valores inteiros no formato (x:y), sendo x de 0 a 24 e y de 0 a 24.	A hora em que o agente vai dormir e a hora em que o agente acorda.
15	SPEED	valor decimal entre 1,5 e 6,5	A velocidade em que o agente se movimenta, este valor será afetado pelas características das linhas 5,6,9,11 e 12.
16	WORK_START	dois valores inteiros no formato (x:y), sendo x de 0 a 24 e y de 0 a 60.	A hora em que o agente deve se mover para o trabalho.

17	WORK_END	dois valores inteiros no formato (x:y), sendo x de 0 a 24 e y de 0 a 60.	A hora em que o agente deve se mover para sua casa.
18	WORKAHOLIC	Slacker	A abordagem do agente com relação ao seu trabalho, na ordem de cima para baixo, afeta se o agente sairá mais cedo ou mais tarde que o horário de saída médio.
		Easygoing	
		Average	
		Hardworker	
		Terminal	

Tabela 3.1: características dos agentes da simulação e os valores que podem ser atribuídos a elas.



Figura 3.2: Mapa empregado na simulação criada para esta pesquisa.

No mapa simulado da Figura 3.2, baseado no bairro Graminha, na cidade de Santos Dumont, estado de Minas Gerais, existem dois tipos de locais, residência e trabalho; o primeiro é representado pelos círculos de cor verde e o segundo, por círculos de cor azul.

Cada simulação teve duração variável entre 60 e 64 dias; segue abaixo o roteiro de um dia da simulação:

1. Início: Agentes em estado dormente dentro de suas casas;
2. Em um horário aleatório para cada agente, atribuído no início da simulação, os agentes são acordados;
3. Agentes simulam atividades domésticas;
4. Em um horário aleatório para cada agente, atribuído no início da simulação, o agente se movimenta para seu trabalho;
5. Ao chegar no local de trabalho, agentes simulam trabalhar;
6. Em um horário aleatório para cada agente, atribuído após chegar no trabalho, o agente se movimenta para sua residência;
7. Agentes simulam atividades domésticas;
8. Em um horário aleatório para cada agente, escolhido no início da simulação, os agentes são postos para dormir,
 - (a) Se o agente ainda não estiver em sua residência, ele continua acordado até chegar nela.

Além dos agentes, o cenário também simula elementos meteorológicos; Os três elementos simulados são: densidade do ar (Density of Air), temperatura do ambiente (Temperature) e umidade do ar (Humidity), sendo que às 00:00h, de cada dia, o valor dessas variáveis são mudados.

3.4 Implementação

Como salientado na Tabela 3.1, "SPEED" (linha 16 da Tabela 3.1), ou velocidade final do agente(VFA), é a característica utilizada para comparar os efeitos do clima sobre o desempenho do agente. Para calcular a VFA, o primeiro passo é encontrar o valor da velocidade relativa para cada uma das 3 variáveis meteorológicas (linha 5 da Tabela 3.1), ilustrado no Algoritmo 1. Essa velocidade relativa possui o valor base de 4,0 e se a variável meteorológica for qualquer valor diferente de "comfortable" será diminuído 0,5 do valor base; entretanto, ainda há as características que ditam como o corpo do agente responde ao clima (linha 6 da Tabela 3.1). A velocidade relativa é aumentada em 1,0 caso o agente seja "strong" para a variável meteorológica atual; se ele for "weak" ela é diminuída em 1,0 e se for "indifferent", nada é feito.

Algoritmo 1: Calcula e retorna a velocidade relativa do clima

```

Entrada: String, (clima).
Entrada: String, (resistenciaClima).
Saída: Número decimal resultante do calculo da velocidade relativa
1 início
2   ler clima;
3   ler resistenciaClima;
4   velocidadeRelativa = 4.0;
5   tipoResistencia = resistenciaClima[0];
6   tipoClima = resistenciaClima[1];
7   se tipoClima = clima então
8     se tipoResistencia = "strong" então
9       | velocidade = velocidade + 1;
10    senão
11      | se tipoResistencia = "weak" então
12        | velocidade = velocidade - 1;
13      fim se
14    fim se
15  senão
16    | se clima! = "comfortable" então
17      | velocidade = velocidade - 0.5;
18    fim se
19  fim se
20  retorna velocidade;
21 fim

```

Após encontrada a velocidade relativa de cada uma das três variáveis meteorológicas, é feita a média delas. A VFA será a média, mais os resultados do estado MEN-

TAL_STATE (linha 11 da Tabela 3.1), do IMC (linha 9 da Tabela 3.1) e do NIGHT_SLEEP (linha 12 da Tabela 3.1); cada um desses resultados valerá -0,5 se o valor de sua característica respectiva for negativo; para valores positivos o resultado será +0,5 e para valores neutros o resultado será 0. Retornar à Tabela 3.1 para verificar quais valores são considerados neutros, positivos ou negativos. O pseudocódigo pode ser visto no Algoritmo 2 abaixo.

Algoritmo 2: Calcula e retorna a VFA

Entrada: número, (*temperatureVelocidade*).
Entrada: número, (*humidityVelocidade*).
Entrada: número, (*densityairVelocidade*).
Entrada: número, (*resultadoMentalState*).
Entrada: número, (*resultadoNightSleep*).
Entrada: número, (*resultadoIMC*).
Saída: Número decimal resultante do calculo da VFA

```

1 início
2   ler temperatureVelocidade;
3   ler humidityVelocidade;
4   ler densityairVelocidade;
5   ler resultadoMentalState;
6   ler resultadoNightSleep;
7   ler resultadoIMC;
8   velocidadeFinal = (temperatureVelocidade + humidityVelocidade +
   densityairVelocidade)/3 + resultadoMentalState +
   resultadoNightSleep + resultadoIMC;
9   retorna velocidadeFinal;
10 fim

```

A construção desse algoritmo se deu a partir dos resultados coletados por Wachowicz, Małysiak-Mrozek e Mrozek (2019) e Helou et al. (2012). El Helou et al evidenciaram que existe uma certa temperatura ótima, que varia de indivíduo para indivíduo, na qual os mesmos alcançavam o pico de sua performance, ou seja; se essa temperatura baixasse ou aumentasse haveria uma diminuição na performance do atleta. Enquanto Wachowicz, Małysiak-Mrozek e Mrozek apontaram que cada pessoa é afetada de uma forma diferente sendo algumas pouco afetadas e outras muito afetadas. A partir dessas informações, estabeleceu-se “comfortable” como o valor ótimo médio das variáveis meteorológicas e 4,0 como a velocidade média ótima. Por serem valores médios, só representam o todo e não o indivíduo; assim, foram introduzidas as características da linha 6 da Tabela 3.1. A palavra inicial “strong” é utilizada para casos em que o agente tem uma velocidade

ótima acima da média e, em certos casos, o valor ótimo da variável meteorológica seria mais frio ou mais quente que a média; já valores com inicial “weak”, são utilizados para representar pessoas que são mais afetadas por aquele valor da variável meteorológica e/ou possuem uma velocidade ótima menor que a média. Por fim, há os que não são afetados; para esses foi utilizado a inicial “indifferent”. Escolheu-se fazer uma média simples das velocidades relativas das variáveis meteorológicas para que os valores individuais ditassem qual seria a variável meteorológica predominante para a pessoa. Wachowicz, Małysiak-Mrozek e Mrozek (2019) mencionam que existem variáveis que não são captáveis pelos métodos que utilizaram, mas que também afetam o desempenho das pessoas. Para simulá-las, utilizou-se as características das linhas 9, 11 e 12 da Tabela 3.1, introduzidas para supor como essas variáveis impactam o desempenho.

Para fins de comparação, definiu-se duas configurações do mesmo cenário com uma pequena, mas importante, diferença entre elas. Na primeira configuração, as variáveis meteorológicas tiveram o mesmo valor em todo o mapa; ou seja, se a temperatura teve o valor “low” em um ponto do mapa, então a temperatura teve esse mesmo valor em qualquer outro ponto do mapa, até ser mudado no fim do dia, não significando que temperatura, umidade e densidade do ar tiveram necessariamente o mesmo valor. Na segunda configuração fez-se o contrário: a variável meteorológica teve um valor geral e também variações em vários pontos do mapa; por exemplo, o valor da temperatura geral é “low”, mas em outras partes do mapa a temperatura tem o valor “very low” ou “comfortable”. É importante apontar que, na segunda configuração, foi considerado como valor geral o valor predominante no mapa. Esse valor geral alternou entre “low”, “comfortable” e “high”; já as variações foram os valores adjacentes ao geral; então, se o valor geral foi “high”, as variações foram “very high” e “comfortable”; se o valor geral foi “comfortable”, as variações foram “high” e “low”, e assim por diante. Essas duas situações foram simuladas quatro vezes cada e a mudança entre as simulações foi feita nas características MENTAL_STATE, NIGHT_SLEEP e IMC. Na primeira simulação todas as três características estavam em vigor; na segunda, apenas duas das três eram utilizadas, até chegar na quarta simulação, em que nenhuma delas afetava a VFA.

Das dificuldades encontradas durante a implementação da simulação, o Siafu

aceita apenas valores inteiros como entrada para a velocidade dos agentes. Isso levou à situação na qual as médias fossem arredondadas e os resultados ficassem iguais quando não deviam. Como solução, a velocidade foi separada em dois formatos, um decimal e um inteiro; o valor inteiro é utilizado pela simulação e os cálculos de velocidade são feitos baseados no valor decimal e repassados para a aplicação.

”Overlays” é como são chamados os modificadores que atribuem valores aos pontos do mapa; nesta simulação ”overlays” são utilizados para atribuir qual o clima no mapa. No começo, a simulação teria cinco ”overlays” ou cinco variáveis meteorológicas. Apesar disso, talvez por limitação de hardware ou do próprio Siafu, a simulação não suportou uma quantidade maior que três ”overlays”. Outra dificuldade relacionada aos ”overlays” foi a sua criação e modificação durante o tempo de execução da simulação. ”Overlays” podem ser criados através de imagens de extensão tipo ”PNG” ou como uma matriz no código; mas, se criada por imagem, ao mudar seu valor, a simulação era interrompida por um erro, o que obrigou a utilização de matrizes.

3.5 Extração de Dados

A extração de dados está ligada a três eventos: o momento após todos os agentes serem criados, o momento em que a velocidade de um agente muda e o momento em que o agente chega em sua casa após o trabalho; quando um desses momentos acontece, os dados relevantes são salvos duas vezes em um arquivo separado para cada momento. No primeiro momento, os dados persistentes de cada agente são: NAME, AGE, DENSITYAIR_RESISTANCE, HUMIDITY_RESISTANCE, TEMPERATURE_RESISTANCE, GENDER e IMC. Este evento acontece apenas uma vez durante toda a simulação. No segundo momento, há dados relacionados ao clima e à VFA, que seriam NAME, horário e dia atual na simulação, SPEED, Humidity, Temperature e Density of Air, que acontece diversas vezes no dia. Por fim, no terceiro evento, são salvos o NAME, DATE, a diferença em minutos entre LEFTHOME e REACHWORK e a diferença em minutos entre LEFTWORK e REACHHOME. Isto acontece 1 vez por dia simulado no fim da jornada de trabalho.

A motivação para salvar duas vezes os mesmos dados é simular dois métodos

diferentes de captação de dados. No primeiro método as variáveis meteorológicas foram captadas através de um serviço que fornece dados de meteorologia, baseado no método ilustrado pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) (2019). Cabe salientar que os dados fornecidos pelo sistema meteorológico são mais gerais, ou seja, apenas o valor geral daquela variável meteorológica é levado em consideração. No segundo método os dados foram captados através de sensores, o que fornece uma informação mais específica, que leva em consideração o que o agente está sentindo naquele local em particular. Depois de extraídos da simulação, os dados são utilizados para popular um banco de dados; o qual alimenta a aplicação.

3.6 Considerações do Capítulo

No capítulo 3, a finalidade foi introduzir as ferramentas utilizadas para desenvolver o cenário empregado na simulação, detalhar o próprio cenário e o seu desenvolvimento. O cenário foi composto de 40 agentes que realizam atividades corriqueiras, como trabalhar e caminhar. As variáveis meteorológicas escolhidas foram temperatura, densidade do ar e umidade. Os meios de captação de dados que foram simulados são sensores e sistema meteorológicos; a duração foi entre 60 a 64 dias simulados.

Preparar um local para praticar atividades físicas e captar dados, utilizar sensores, aparelhos de educação física e pessoas, são elementos que introduziriam obstáculos uma vez que exigem gastos, alocação de tempo e empenho por um longo prazo. É perceptível que, com um simulador de contexto, foi possível contornar esses obstáculos e gerar uma quantidade maior de dados em uma faixa de tempo menor; não obstante, simuladores de contexto exigem que seja dedicado um esforço na compreensão do funcionamento de suas ferramentas e na programação do cenário a ser simulado. Antes de terminar a programação do cenário, foram desenvolvidos tutoriais para facilitar a compreensão do procedimento feito para implantar e utilizar o Siafu.

4 Solução Proposta

É indiscutível que os exercícios físicos são de suma importância para a manutenção de um corpo saudável.

Assim como foi explicitado na Seção 2.3, o ambiente possui elementos que afetam nossa performance em atividades físicas; também foi ilustrado que o clima é um dos principais elementos que influenciam a performance física. Até onde pesquisamos, programas que auxiliam as pessoas na realização de exercícios físicos não levam em consideração essa particularidade. Sem o auxílio de um programa, aplicar esse conhecimento à prática diária de exercícios físicos, exigiria conhecimento e tecnologias específicos de múltiplas áreas.

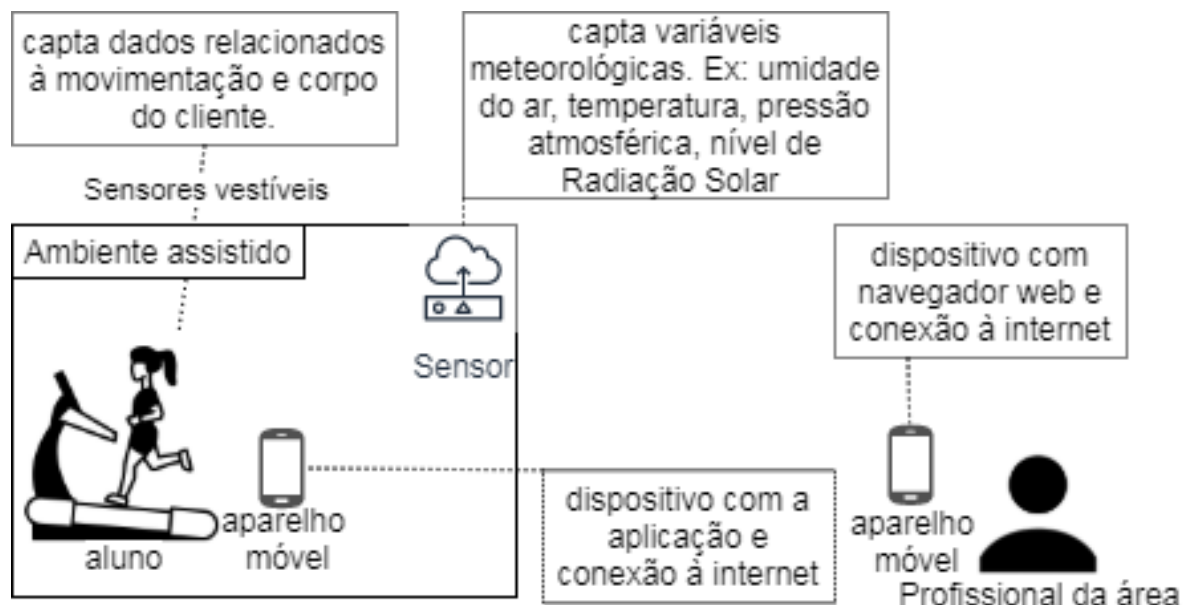


Figura 4.1: Modelo de alto nível que ilustra um dos cenários de uso da aplicação.

Como ilustrado na Figura 4.1, a aplicação desenvolvida para este documento planeja auxiliar profissionais da área de educação física no monitoramento do desempenho de seus alunos, levando em consideração a influência do clima. Dois cenários de uso para esta aplicação foram idealizados: no primeiro caso, ilustrado pela Figura 4.2, há o aluno utilizando sensores vestíveis, realizando atividades físicas em um ambiente equi-

pado com sensores capazes de captar dados meteorológicos; paralelamente, o profissional responsável pelo aluno acessa a aplicação através de navegador web para acompanhar o desenvolvimento de seu aluno.

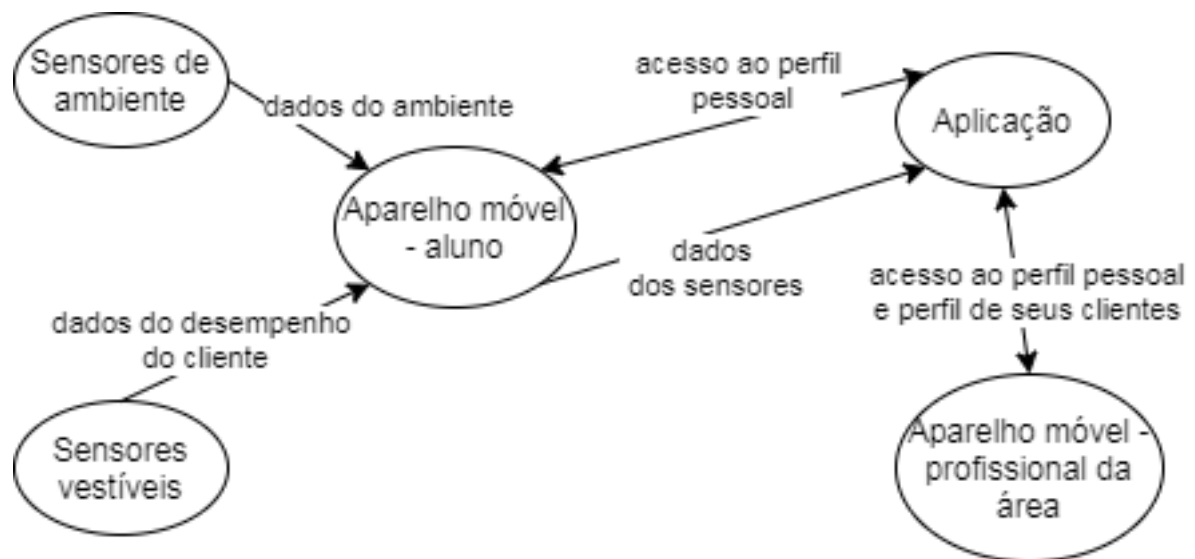


Figura 4.2: Diagrama de fluxo do primeiro cenário, onde são utilizados sensores para captar dados das variáveis meteorológicas.

No segundo cenário, a única diferença seria o fato de o aluno se encontrar em um local sem sensores que possam auxiliar na captação de dados das variáveis meteorológicas; nesse caso, a aplicação faria uso de dados sobre o clima local fornecidos por um sistema meteorológico. Na Figura 4.3 é ilustrado como o segundo cenário seria.



Figura 4.3: Diagrama de fluxo do cenário alternativo; neste, a aplicação é alimentada por dados fornecidos por um sistema meteorológico.

Ambos os cenários foram simulados dentro do Siafu; na simulação, foi representado o uso de sensores e o uso de sistemas meteorológicos. Os dados que as simulações produziram dentro de cada cenário foram extraídos separadamente.

4.1 Apresentação de Informações

De início, a aplicação utilizava gráficos de linha para ilustrar o desempenho e o tempo em minutos que o aluno levava de casa para o trabalho, como ilustrado na Figura 4.4 a seguir.

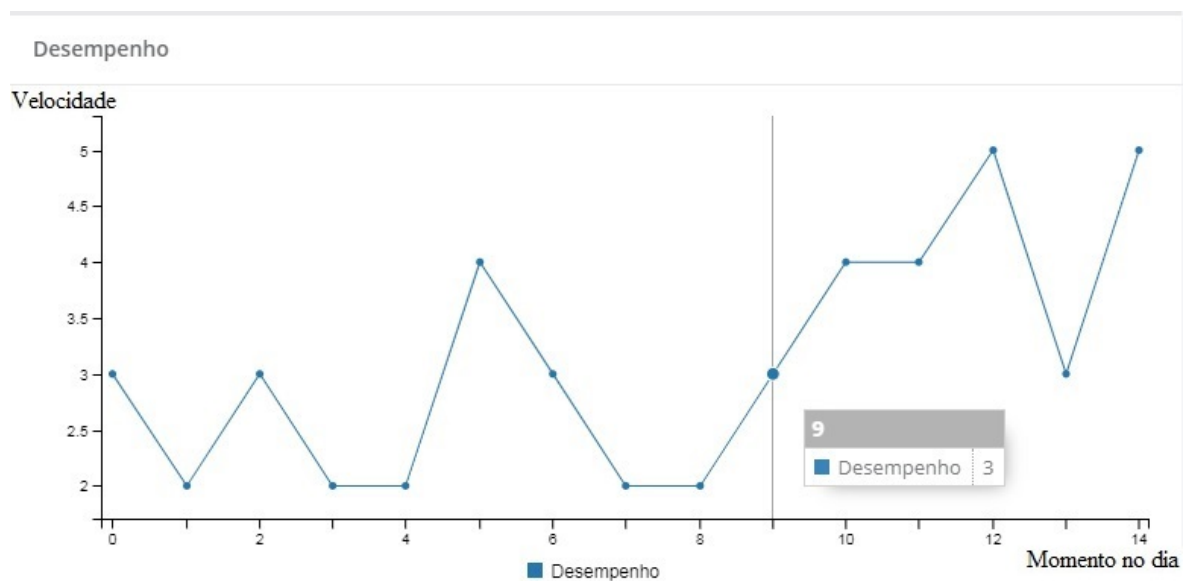


Figura 4.4: Gráfico de linha que ilustra o desempenho de um aluno.

Após ser questionada a viabilidade desse formato de gráfico para o público alvo da aplicação, o trabalho de Byrne et al. (2020) se mostrou relevante; Seus resultados ensinam que gráficos de barra, utilizados em aplicações de assistência à terceira idade, tiveram uma recepção melhor por parte dos cuidadores. Nos questionários que distribuiu aos entrevistados, a maioria dos cuidadores marcaram o gráfico de barras como o mais fácil de compreender, sendo a outra opção o gráfico de linha. Ser cuidador de uma pessoa idosa e ser treinador físico não são a mesma profissão, mas, por possuírem o mesmo princípio, acompanhar e auxiliar na manutenção da saúde de outra pessoa, foi inferido que o conhecimento gerado por Byrne et al. (2020) poderia também ser aplicado nesta

pesquisa científica. Através dos resultados de Byrne et al. (2020), foi feita a escolha de exibir os dados extraídos da simulação em três diferentes gráficos, ilustrados nas Figuras 4.5, 4.6 e 4.7.

No gráfico da Figura 4.5 ilustra-se o desempenho do aluno, exteriorizando a velocidade do agente no momento em que o dado foi extraído.

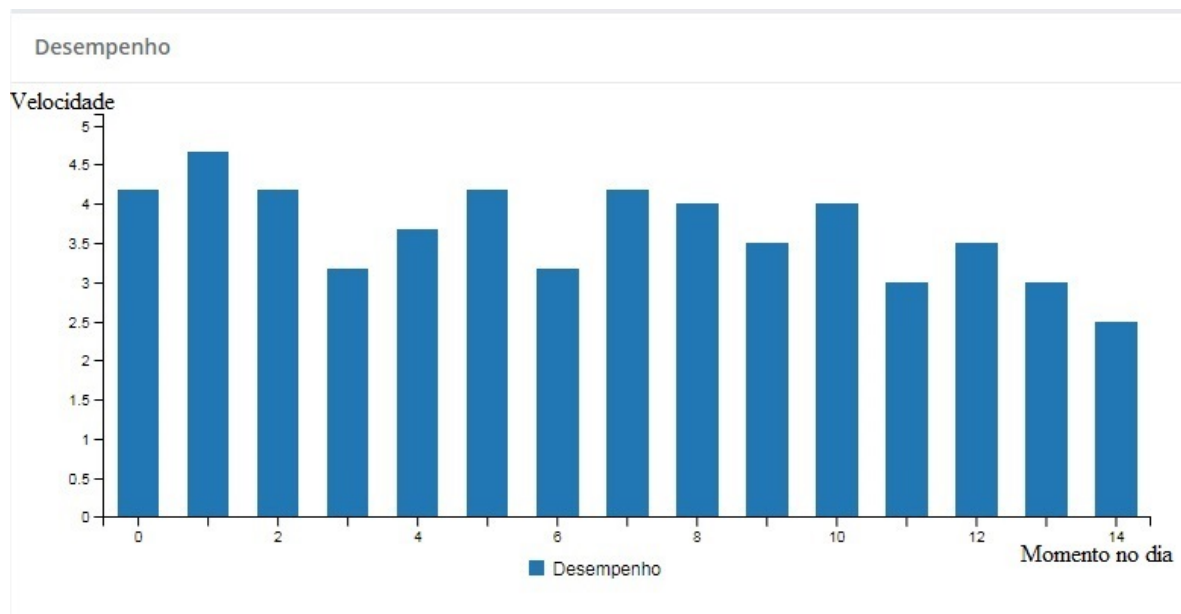


Figura 4.5: Gráfico de barra que ilustra o desempenho do aluno.

No gráfico da Figura 4.6 são apresentadas as variáveis climáticas. Como apontado anteriormente, o objetivo principal é relacionar o desempenho ao clima; por esse motivo, na aplicação, o gráfico da Figura 4.6 está interligado ao gráfico da Figura 4.5.

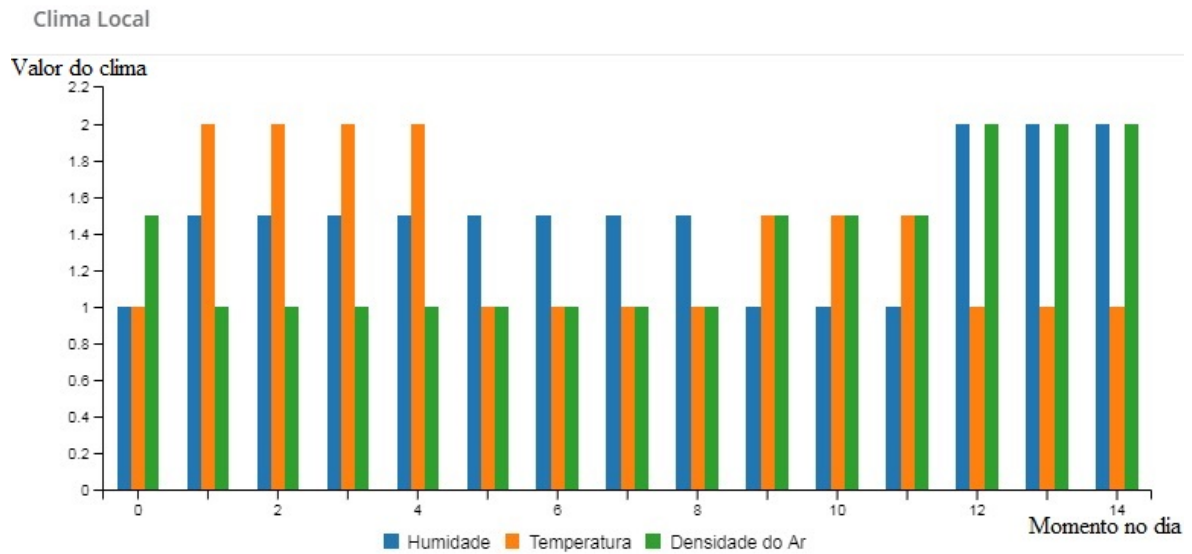


Figura 4.6: Gráfico de barra que ilustra a umidade, temperatura e densidade do ar.

Na simulação os valores das variáveis meteorológicas são apresentados em forma de texto. Para funcionarem com os gráficos esses textos foram traduzidos para números. O valor mínimo selecionado foi 0,5 e o máximo 2,5, sendo 0,5 o intervalo entre cada; ou seja, a “very low” foi atribuído 0,5, “low” foi atribuído 1,0 e assim por diante, até “very high” com o valor de 2,5. Na simulação, todos os dias os agentes se movem de casa para o trabalho e vice versa. No gráfico da Figura 4.7 é apresentado quanto tempo um aluno, em minutos, levou nessa jornada. Esta representação foi escolhida para ilustrar o desempenho geral do agente no dia.



Figura 4.7: Gráfico de barra que ilustra a duração, em minutos, da jornada diária do aluno.

Além dos gráficos, outra informação importante, apresentada pela aplicação, é a estimativa de melhor e pior clima para o aluno. A partir dos dados utilizados para construir os gráficos das Figuras 4.5 e 4.6, a aplicação os utiliza para estimar qual a combinação de valores das variáveis meteorológicas seriam os dois extremos, pior e melhor; conforme exposto na tabela da Figura 4.8.

Melhor e Pior Performance			
#	Temperatura	Umidade	Densidade do Ar
Melhor Performance	low	high	low
Pior Performance	high	low	high

Figura 4.8: Tabela com a estimativa, feita pela aplicação, da melhor e pior combinação de valores das variáveis meteorológicas para o desempenho do aluno.

4.2 Implementação

Haja vista estimar a combinação de valores das variáveis meteorológicas para a melhor e pior performance, a aplicação separa o ponto máximo e mínimo global do gráfico de desempenho do aluno; caso não existam, são separados o conjunto de pontos com o maior e o conjunto de pontos com o menor valor. A data e hora dos pontos são avaliadas e utilizadas para separar em dois conjuntos os pontos dos mesmos momentos no gráfico do clima local. O primeiro conjunto é dos pontos de máximo e o segundo dos pontos de mínimo; com esses pontos, analisa-se quais valores das variáveis meteorológicas são os mais frequentes nesses conjuntos. O valor mais frequente de cada variável meteorológica é então escolhido para a pior e melhor performance, visto que os mínimos ditam a pior performance e os máximos ditam a melhor performance.

4.3 Considerações do Capítulo

Com o objetivo de ilustrar o funcionamento da aplicação, foi apresentado o forma como ela transforma os dados e expõe as informações para análise do usuário. Entenda-se que o protótipo seria totalmente diferente se fossem utilizadas informações advindas de um cenário real, ao invés do simulado. As causas seriam as limitações da simulação e a necessidade da aplicação refletir a base de dados que ela utiliza, resultando nas limitações serem refletidas na aplicação.

5 Ambiente e Resultados Experimentais

A qualidade dos dados com as quais o programa trabalha é muito importante. Se forem imprecisos as informações apresentadas também serão imprecisas. Para avaliar essa característica dos dados fornecidos pelas duas técnicas de captura, foram feitos testes baseados nos resultados das informações geradas pelos dados capturados pelas duas técnicas.

5.1 Método

Para comparar a precisão entre os dados coletados pelos sensores e pelo sistema meteorológico, o resultado da estimativa de melhor e pior performance foi escolhida como critério de comparação. Na aplicação, cada aluno possui duas versões; a primeira é alimentada pelo sistema meteorológico e a segunda por dados de sensores; assim foram obtidas duas estimativas diferentes do mesmo aluno. Cada estimativa é comparada com o valor correto configurado na simulação, com o objetivo de obter a melhor estimativa. A simulação apenas diz se o agente é forte(melhor performance) ou fraco(pior performance), para um valor da variável meteorológica. A aplicação estima dois valores, um para melhor performance e um para pior performance, por variável meteorológica. As duas estimativas são comparadas com o valor da simulação, a fim de descobrir se uma das duas está correta. Como são estimados valores para três variáveis meteorológicas, os resultados foram divididos em quantas variáveis foram estimadas corretamente por aluno; sendo assim, foi contabilizado quantos agentes tiveram as três variáveis estimadas corretamente, quantos tiveram duas corretas, uma correta e nenhuma correta.

Foram feitas oito simulações, quatro para cada configuração. Os dados produzidos por essas quatro simulações foram separados e o resultado dos testes geraram um caso para cada simulação; portanto, as VFAs da simulação do primeiro caso foram afetadas pelas características `MENTAL_STATE`, `NIGHT_SLEEP` e `IMC`; no segundo caso, as VFAs foram afetadas por `NIGHT_SLEEP` e `IMC`; no terceiro, apenas pela `IMC` e, por fim, as

VFAs do quarto caso não foram afetadas por nenhuma dessas características. O fato do efeito delas, sobre o desempenho dos agentes, não ser captado pela aplicação foi o motivo para remoção gradativa dessas características. Elas foram adicionadas como um meio de simular os elementos mencionados por Wachowicz, Malysiak-Mrozek e Mrozek (2019). Assim, a simulação começa mais realista, até chegar a uma simulação que exclui qualquer fator que não possa ser numerado.

5.2 Resultados

Para a segunda configuração, em que os valores das variáveis meteorológicas são diferentes, ao redor do mapa, foram gerados os gráficos das Figuras 5.1 e 5.2.

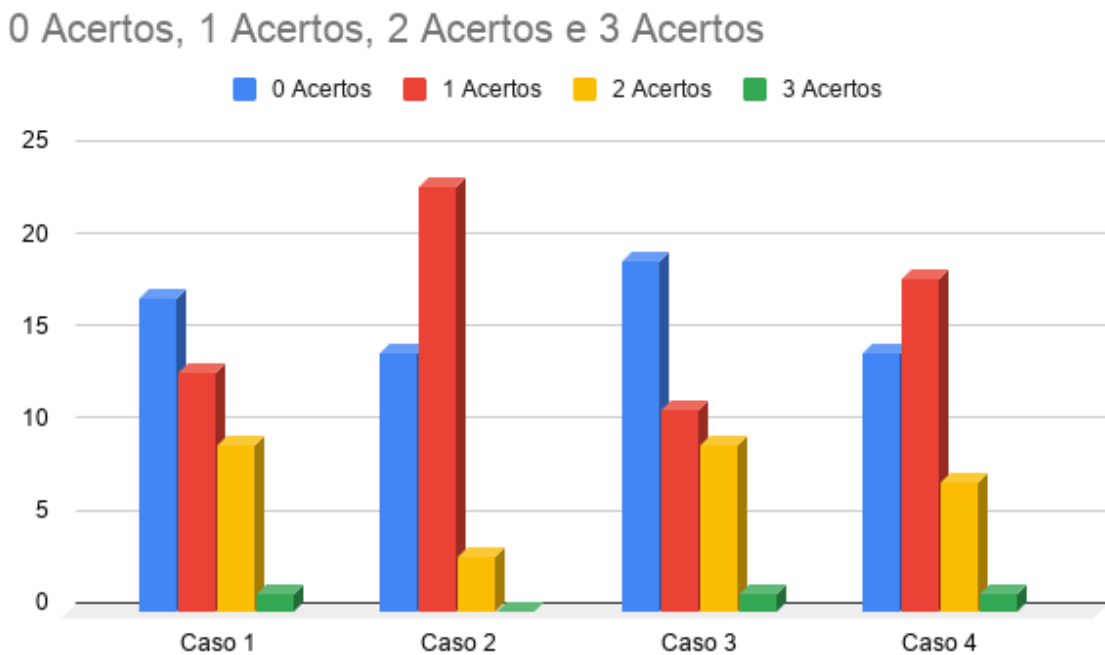


Figura 5.1: Resultado dos testes da simulação com a segunda configuração, com a quantidade de estimativas corretas feitas pela aplicação, quando alimentada pelo sistema meteorológico.

Nos resultados dos dados captados através do sistema meteorológico, representados pelo gráfico da Figura 5.1, a quantidade de alunos com nenhum acerto ficou na média de quinze, sendo que ela ultrapassou as outras partes em dois casos. Alunos com

apenas um acerto ficou a cima da faixa dos dez mas chegou a passar dos vinte no segundo caso; diferente da parcela que representa os alunos com dois acertos, que não passou da faixa dos dez. Por último, os alunos que tiveram a suas três características estimadas corretamente não passou de mais de um aluno em nenhum dos casos.

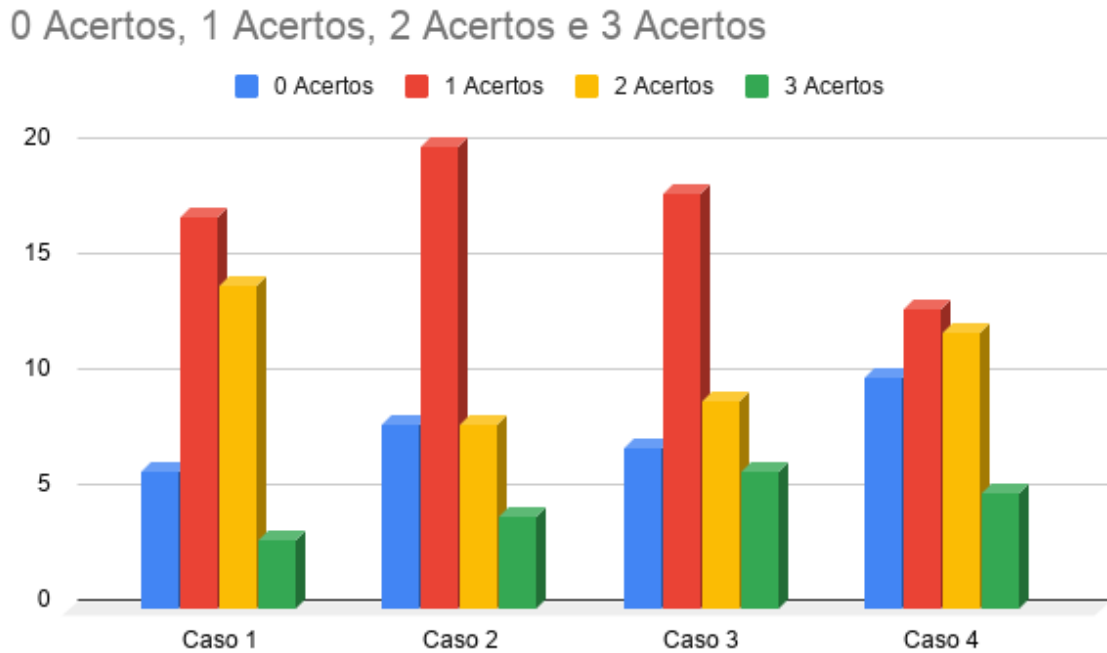


Figura 5.2: Resultado dos testes da simulação com a segunda configuração, com a quantidade de estimativas corretas feitas pela aplicação, quando alimentada por sensores.

Para os resultados obtidos através dos dados captados por sensores, conforme gráfico da Figura 5.2, em momento algum a quantidade de pessoas passou da faixa dos 10, ou das frações de alunos que tiveram um e dois acertos, com média de 4,5. Desta vez, a fração de alunos com um acerto foi a mais alta em todos os casos, mantendo-se acima da faixa de quinze alunos nos três primeiros casos. Na parte dos alunos com três acertos foi possível visualizar um aumento significativo quando comparado aos resultados da Figura 5.1.

Por fim, gerou-se o gráfico da Figura 5.3 a partir da primeira configuração da simulação. Diferente da segunda configuração, foi gerado apenas um gráfico pelo fato dos resultados para cada caso terem sido os mesmos entre os dados captados através de sensores e dados captados através do sistema meteorológico. Isso aconteceu pelo fato

de ser uma configuração propriamente criada para remover a possibilidade do sistema meteorológico simulado perder dados, o que igualou os valores captados por ambos os canais.

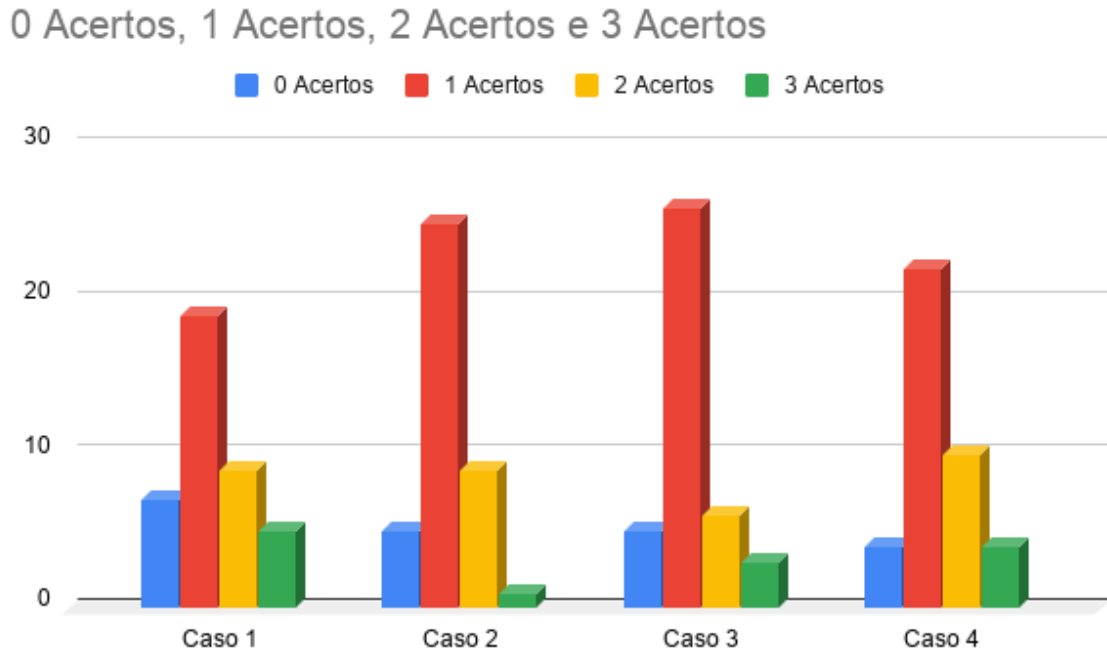


Figura 5.3: Resultado dos testes da simulação com a primeira configuração, com a quantidade de estimativas corretas feitas pela aplicação, quando alimentada pelo sistema meteorológico.

Apesar de não gerar valores exatamente iguais, é possível identificar que certas características do gráfico da Figura 5.2 também são visíveis no gráfico da Figura 5.3. Dentre elas está o fato de a parte que representa os alunos sem acertos estar abaixo das partes que representam os alunos com 1 e 2 acertos; acresça-se, também, ela estar abaixo da faixa de dez. A fração dos alunos com 1 acerto é a predominante. A última característica compartilhada, quantidade de alunos com 3 acertos, varia na faixa de 5. Lembrando que, enquanto as simulações eram as mesmas para os gráficos das Figuras 5.1 e 5.2, para o da Figura 5.3 foram utilizados dados retirados de um outro conjunto de simulações.

Combinando os valores de cada caso com suas respectivas colunas, foram obtidas as porcentagens ilustradas na Tabela 5.1

x	0 acertos	1 acertos	2 acertos	3 acertos
Sistema meteorológico config. 2	40%	40,625%	17,5%	1,875%
Sensores config. 2	19,375%	42,5%	26,875%	11,25%
Sistema meteorológico config. 1	13,215%	57,5%	21,25%	8,125%

Tabela 5.1: Porcentagens da combinação dos resultados apresentados nas Figuras 5.2, 5.1 e 5.3.

Se separarmos a terceira e quarta coluna da Tabela 5.1, é possível classificá-las por eficiência na seguinte ordem: sensores (segunda configuração), sistema meteorológico (primeira configuração) e sistema meteorológico (segunda configuração).

A função de estimativa de melhor e pior performance da aplicação demonstrou um padrão para resultados de simulações de até 64 dias. É possível observar esse acontecimento nos gráficos das Figuras 5.2 e 5.3 e em suas descrições; no entanto, o mesmo não acontece no da Figura 5.1. Para dar justificativa a essa igualdade entre os resultados dos dois últimos gráficos e a diferença entre o resultado do primeiro e dos dois últimos, deve-se falar sobre as diferenças e igualdades nos processos realizados para criar tais resultados.

Como apontado anteriormente, nada foi mudado na aplicação; contudo, utilizou-se sistemas meteorológicos nas simulações das Figuras 5.1 e 5.3, e sensores nas simulações da Figura 5.2. Outra diferença está no clima; para o da Figura 5.1 e da Figura 5.2 foi utilizado a simulação com clima misto, que possui valores diferentes ao redor do mapa, enquanto para o da Figura 5.3 foi utilizado um formato de clima ótimo para o sistema meteorológico, que tem o mesmo valor em todo o mapa, além do fato de serem dois conjuntos diferentes de simulações para os dois primeiros e para o último. Percebe-se que, em seu estado ótimo, o padrão e a taxa de acerto com o sistema meteorológico se iguala ao com sensores; mas, com o clima misto, há uma perda de dados que afeta negativamente

o resultado final.

5.3 Considerações Finais

Neste capítulo foram apresentados os resultados dos testes de precisão das informações da aplicação. Quando alimentada por sensores, os resultados das informações demonstraram uma exatidão maior que dos resultados quando alimentada por um sistema meteorológico; Ressalte-se que seus resultados se igualariam se o sistema meteorológico estivesse em um ambiente ótimo para seu uso, no qual os valores das variáveis meteorológicas seriam o mesmo em todo o mapa.

Ainda sobre os resultados, diferente do esperado, foi percebido nos gráficos das Figuras 5.1, 5.2 e 5.3 que a remoção das características, que não podiam ser captadas pela aplicação, não afetou a taxa de acertos e o padrão do resultado continuou o mesmo entre os casos. Foi considerado que esse acontecimento se deu pelo fato de essas variáveis não captáveis serem apenas uma adição ao resultado do desempenho, ao invés de modificarem diretamente o cálculo do desempenho.

6 Conclusões e Trabalhos Futuros

Neste TCC propôs-se uma aplicação para apoiar profissionais da área de educação física no acompanhamento do desempenho de seus alunos, quando levado em consideração o clima do ambiente em que a atividade se desenvolverá. Outrossim, apresentou-se duas versões da aplicação; uma que capta dados do clima apenas por meio de sensores e outra que capta os dados através de sistemas meteorológicos. Por fim, estabeleceu-se uma comparação entre resultados obtidos nas duas versões.

Para criação da base de conhecimento, ou fundamentação teórica, poucos documentos que abordavam a relação entre desempenho nos exercícios físicos e o clima foram encontrados, e nenhum que abordava o lado de tecnologia da informação do problema foi encontrado. Desenvolver o protótipo de uma aplicação, sem base em precedentes, exigiu que fosse feito um estudo mais aprofundado. Esse requerimento também refletiu na simulação. Para programar as ações dos agentes, foi necessário basear-se nos resultados dos testes em pessoas reais, realizados em documentos anteriores.

Utilizar um simulador de contexto provou ser um desafio; além de aprender sobre as funções de sua biblioteca, foi indispensável estudar maneiras de criar um cenário que solucionasse nossas necessidades. Um cenário simulado, mal construído, que não reflita o cenário real desejado, geraria dados inúteis à aplicação. Outro desafio foi a limitação de atividades que os agentes dentro da simulação podem realizar. Por causa da simplicidade de seus modelos, a única atividade realmente possível para os agentes é mover-se de um ponto do mapa a outro; isso, indiretamente, limitou a aplicação.

Sensores são a forma de captação de dados recomendada pois, além do fato de sistemas meteorológicos fornecerem valores gerais de uma região, os valores de certas variáveis meteorológicas podem ser artificialmente modificados quando dentro de locais fechados, como por exemplo mudar a temperatura através de um ar condicionado e umidade através de um umidificador. Utilizar a aplicação em tal situação traria resultados possivelmente imprecisos e diferentes do esperado, caso estivesse captando dados através de um sistema meteorológico.

Possíveis estudos poderiam levar essa abordagem para outras áreas, além da que aborda a realização de atividades físicas. No que tange à Biometeorologia, seria interessante realizar testes em pessoas para descobrir quais os efeitos do clima sobre o desempenho do aprendizado de estudantes, desempenho de funcionários em uma organização/empresa, na realização de suas tarefas e, até mesmo, na recuperação de pacientes com doenças ou lesões. Em tecnologia da informação, o desafio seria criar a aplicação que conseguisse capturar esses dados e organizá-los em informações que possibilitem construir o perfil dessas pessoas, levando em consideração o desempenho na atividade avaliada e o clima do local que ela estava durante a atividade.

Outras tecnologias também poderiam ser utilizadas. Com a viabilização de sensores de movimento, como o Kinect, uma gama singular de dados são dispostos, dando a possibilidade à aplicação de diferenciar os tipos de atividades realizadas pelo aluno, sem a necessidade de ser informada manualmente, e ainda guiá-lo na forma correta de praticar as atividades. Integrar a tecnologia 5G a um sistema IoT possibilitaria uma diminuição drástica nos gastos de energia e a expansão da abrangência do monitoramento do sistema.

Bibliografia

- AMARAL, W. D. d. et al. Um modelo de reconhecimento de atividades humanas em ambientes domiciliares assistidos. Universidade Federal de Santa Catarina, 2017.
- BUYYA, R.; DASTJERDI, A. V. *Internet of Things: Principles and paradigms*. [S.l.]: Elsevier, 2016.
- BYRNE, C. A. et al. An evaluation of graphical formats for the summary of activities of daily living (adls). In: MULTIDISCIPLINARY DIGITAL PUBLISHING INSTITUTE. *Healthcare*. [S.l.], 2020. v. 8, n. 3, p. 194.
- ELY, M. R. et al. Impact of weather on marathon-running performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 39, n. 3, p. 487, 2007.
- GOOGLE. *Google Fit: monitoramento de atividades e saúde*. 2020. Acesso em: 15, dezembro de 2019. Acesso em: 28, setembro de 2020. Disponível em: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.android.apps.fitness&hl=pt_BR&showAllReviews=true.
- GOULART, G. R. Controle de acesso baseado em papéis em ambientes assistidos. Universidade Federal de Santa Catarina, 2018.
- Government of India. *M2M/IoT enablement in Smart Homes*. [S.l.], 2017. Disponível em: <https://www.tec.gov.in/technical-reports>.
- HELOU, N. E. et al. Impact of environmental parameters on marathon running performance. *PloS one*, Public Library of Science, v. 7, n. 5, p. e37407, 2012.
- Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). *Sobre Meteorologia*. 2019. Acesso em: 15, setembro de 2020. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/sobre-meteorologia>.
- KOCH, P.; BOUMGHAR, R. *MORSE Simulator*. 2009. Acesso em: 26, janeiro de 2020. Disponível em: https://www.openrobots.org/morse/doc/latest/what_is_morse.html.
- MARTIN, M.; SANTOS, N. *Siafu Home*. 2007, tradução nossa. Acesso em: 26, janeiro de 2020. Disponível em: <https://siafusimulator.org>.
- MENDONÇA, F. Aspectos da interação clima-ambiente-saúde humana: da relação sociedade-natureza à (in) sustentabilidade ambiental. *Raega-O Espaço Geográfico em Análise*, v. 4, 2000.
- SILVA, R. G. da. A biometeorologia e o desafio das mudanças climáticas. 2006. Disponível em: <http://www.infobibos.com/artigos/ambiente/biometeorologia/index.htm>.
- SORRE, M. A adaptação ao meio climático e biossocial-geografia psicológica. *Max Sorre. São Paulo: Ática*, n. 46, 1984.
- TE CONNECTIVITY (TE). *Types of Sensors*. 2007. Acesso em: 26, janeiro de 2020. Disponível em: <https://www.te.com/usa-en/products/sensors.html>.

UCHOA, N. M.; LUSTOSA, R. P.; UCHOA, F. N. M. Relação entre mudanças climáticas e saúde humana. 2019.

VIHMA, T. Effects of weather on the performance of marathon runners. *International journal of biometeorology*, Springer, v. 54, n. 3, p. 297–306, 2010.

WACHOWICZ, A.; MALYSIAK-MROZEK, B.; MROZEK, D. Combining data from fitness trackers with meteorological sensor measurements for enhanced monitoring of sports performance. In: SPRINGER. *International Conference on Computational Science*. [S.l.], 2019. p. 692–705.

ZAINUDIN, M. S. et al. Monitoring daily fitness activity using accelerometer sensor fusion. In: IEEE. *2017 IEEE International Symposium on Consumer Electronics (ISCE)*. [S.l.], 2017. p. 35–36.