



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS TERESINA CENTRAL
TECNOLOGIA EM ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS

PHELYPPE MATHEUS SILVA DA COSTA

**TRATAME: TATAME AUTOMATIZADO COMO ABORDAGEM SENSORIAL NO
TRATAMENTO DE CRIANÇAS HIPOSENSÍVEIS**

TERESINA, PIAUÍ

2022

PHELYPPE MATHEUS SILVA DA COSTA

TRATAME: TATAME AUTOMATIZADO COMO ABORDAGEM SENSORIAL NO
TRATAMENTO DE CRIANÇAS HIPOSENSÍVEIS

TCC apresentado à Banca Examinadora como requisito para aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso I do Curso Superior de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí.

Orientador: Prof. M^e. Fernando Castelo Branco Gonçalves Santana

Coorientador: Prof. Dr. Thiago Alves Elias Da Silva

Coorientador: Prof^a. Esp. Ana Caroline Rodrigues Santana

TERESINA, PIAUÍ

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

Costa, Phelyppe Matheus Silva da

C837t Tratame : tatame automatizado como abordagem sensorial no tratamento de crianças hipossensíveis / Phelyppe Matheus Silva da Costa. - 2022.
53 f.: il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Teresina Central, 2022.

Orientador : Prof Me. Fernando Castelo Branco Gonçalves Santana.

1. Transtorno do processamento sensorial. 2. Transtorno da modulação sensorial. 3. Tapete sensorial. 4. Integração sensorial. I. Título.

CDD - 004.21

Elaborado por Maria Rosismar Farias CRB 3/631

PHELYPPE MATHEUS SILVA DA COSTA

TRATAME: TATAME AUTOMATIZADO COMO ABORDAGEM SENSORIAL NO
TRATAMENTO DE CRIANÇAS HIPOSENSÍVEIS

TCC apresentado à Banca Examinadora como requisito para aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso I do Curso Superior de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí.

Aprovado pela banca examinadora em _____.

BANCA EXAMINADORA:

**Prof. M^c. Fernando Castelo
Branco Gonçalves Santana**
Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Piauí - IFPI

**Prof. Dr. Thiago Alves Elias Da
Silva**
Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Piauí - IFPI

**Prof^a. Esp. Ana Caroline
Rodrigues Santana**
Colégio Lerote

**Prof^a. Esp. Deborah Fernandes
Parente Ribeiro**
Colégio Lerote

**Prof^a. Esp. Sandra Elisa Veloso
Aguiar**
Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Piauí - IFPI

TERESINA, PIAUÍ

2022

Dedico este trabalho à minha mãe, que acreditou em mim.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que me deu capacidade e conexões incríveis.

Agradeço também à minha mãe, Antônia Cruz, que cuidou de mim por toda a minha vida. E a seu companheiro, Jodelmy Alves, que me levou tantas vezes à escola.

Agradeço também a meu pai, minha família, e todos os do laboratório LIMS por me apoiarem.

Agradeço a meu orientador, Fernando Santana, sua querida esposa, professora Carol - minha coorientadora - e ao professor Thiago - meu coorientador - por estarem solícitos e me *arrastarem* até o fim desse projeto.

Finalmente, agradeço às professoras Debora Ribeiro e Sandra Aguiar, por participarem da minha banca e me permitirem fazer este projeto realidade.

*“Ensina a criança no caminho em que deve andar,
e, ainda quando for velho, não se desviará dele”
(Provérbios 22:6)*

RESUMO

Em meados dos anos 50, criou-se uma teoria acerca da integração dos sentidos e os impactos dos mesmos no aprendizado e atividades diárias, depois conhecida como Integração Sensorial de Ayres®(ASI®). Tal teoria se mostra ainda relevante, dado os avanços tecnológicos como o da neuroimagem que permite entender graficamente o impacto que os estímulos têm em nosso cérebro. A ASI® descreve a integração sensorial como a forma com a qual nosso cérebro organiza essas informações coletadas pelos sentidos. A teoria ASI® também fala do desenvolvimento sensorial do ser humano, de sua importância em fases cruciais como a infância e da natureza naturalmente divertida do aprendizado sensorial. Uma integração sensorial pobre ou mal formada traz malefícios vitalícios intelectuais e físicos ao humano. Para enfrentar uma integração pobre, profissionais criam *estratégias sensoriais*. Também conhecida como *dieta sensorial*¹, é um termo genérico para as tentativas de adequar a resposta sensorial da criança aos padrões da sociedade. Tais estratégias, porém, nem sempre andam de acordo com as proposições de Ayres, constituídas de vários métodos como exercícios físicos, tarefas e estímulos sensoriais repetitivos. As intervenções, também, nem sempre vêm de um terapeuta ocupacional ou alguém cujas credenciais sejam fáceis de discernir. Esse trabalho tem como objetivo desenvolver tatames sensoriais que estimulam o desenvolvimento sensorial de crianças com transtorno do processamento sensorial. Com robótica e programação para dispositivos móveis, o TrATAME criará um ambiente de estímulos sensoriais variados e adaptáveis a cada caso de transtorno no processamento sensorial.

Palavras-chaves: transtorno do processamento sensorial, transtorno da modulação sensorial, tapete sensorial, integração sensorial, integração sensorial de Ayres, estratégias sensoriais.

¹ referência à analogia que Ayres faz de integração sensorial como uma "comida para o cérebro" em seu livro [1]

ABSTRACT

In the 50s, there was a theory created that discourse about the integration of one's senses, and its influence on school and daily activities Ayres Sensory Integration®. Such theory has shown its relevance with the recent studies regarding neuroimaging, those studies allow scientists to see the results of sensory stimuli on our brains. The ASI® describes sensory integration as the way our brain organizes such stimuli collected by our senses. ASI® also mentions human sensory development and its value on crucial life phases such as infancy and also sensory learning's fun nature. A bad or poor integration may be harmful for humans, both physically and mentally. To face the poor/bad integration issue, many professionals create *sensory strategies*. Also known as *sensory diets*², is a generic term for the techniques used for adapting someone's behavior to society's standard. However, many of these don't follow ASI®'s advice and end up in repetitive exercises, tasks and sensory inputs. Their credentials are also many times not easy to discern, aside from not being an occupational therapist. This work intends to develop a sensory mat capable of stimulating and developing children's sensory capabilities. With robotic and mobile programming, TrATAME will create a sensory environment suitable for fast sensory growth.

Key-words: sensory processing disorder, sensory modulation disorder, sensory mat, Ayres's Sensory Integration, sensory strategies.

² the "diet" comes from Ayres's food analogy in explaining sensory integration in her book[1]

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Demonstração de proprioceptores	17
Figura 2 – Classes do Transtorno do Processamento Sensorial	21
Figura 3 – Exemplos de Estímulos Sensoriais	25
Figura 4 – TrATAME iPhone	31
Figura 5 – Telas do app TrATAME	31
Figura 6 – Editar configuração padrão dos tapetes	32
Figura 7 – Adicionar Criança	32
Figura 8 – Diagrama UML de Classes do TrATAME	32
Figura 9 – Cooler Ventoinha	33
Figura 10 – Cooler Termoelétrico	33
Figura 11 – Tampa removível do tatame (cima/baixo)	34
Figura 12 – Conexões Elétricas	34
Figura 13 – Exemplo de tatame montado	35
Figura 14 – Relevô sinalizador de encaixe	35
Figura 15 – Encaixe correto formando um círculo	35
Figura 16 – Planejamento do tatame TrATAME	36
Figura 17 – Modelo do tatame	36
Figura 18 – Criança interagindo com módulo de campo	37
Figura 19 – Criança interagindo com módulo de rua	37
Figura 20 – Impressão de tatame em miniatura	37
Figura 21 – Encaixe dos Tatames Sensoriais	37
Figura 22 – Diagrama UML de Casos de Uso do TrATAME	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Exemplos de comportamentos relacionados a alterações sensoriais relatadas em crianças com transtorno do espectro do autismo, agrupadas de acordo com as modalidades sensoriais	20
Tabela 2 – Matriz de Correlação (Pearson Correlation Coefficients) Entre as pontuações de SSP e ASEBA:TRF em crianças TEA (N = 28)	21

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

TEA	Transtorno do Espectro Autista
TPS	Transtorno do Processamento Sensorial
TDS	Transtorno da Discriminação Sensorial
DSM	Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais
HPOR	Hiporesponsividade
HPER	Hiperresponsividade
ATD	Atividades Diárias

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	Contextualização	14
1.2	Justificativa	14
1.3	Objetivos	15
1.3.1	Objetivo Geral	15
1.3.2	Objetivos Específicos	15
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
2.1	Os sentidos do corpo humano	16
2.1.1	Sentido Vestibular	16
2.1.2	Sentido Proprioceptivo	16
2.1.3	<i>Integração Sensorial de Ayres</i>	18
2.1.3.1	Integração Sensorial no mundo	18
2.2	Transtorno do Processamento Sensorial	19
2.2.1	Nosologia	21
2.2.2	Transtornos da Modulação Sensorial	22
2.2.2.1	Hiperresponsiva	22
2.2.2.2	Hiporresponsiva	22
2.2.2.3	Busca Sensorial	23
2.2.3	Transtorno de Discriminação Sensorial	23
2.2.4	Transtornos Motores de Base Sensorial	23
2.2.4.1	Distúrbio Postural	24
2.2.4.2	Dispraxia	24
2.3	O Brinquedo: <i>Tapete Sensorial</i>	24
3	TRABALHOS RELACIONADOS	26
3.1	Tapete Sensorial Para Crianças Típicas	26
3.2	Tapete Sensorial Para Crianças Com Síndrome De Down	27
3.3	Tapete Sensorial Para Crianças Autistas	27
4	TRATAME	29
4.1	Tecnologias utilizadas	29
4.1.1	Figma	29
4.1.2	Arduíno	30
4.1.3	Tinkercad	30
4.1.3.1	Modelagem 3D	30

4.1.3.2	Modelagem de circuitos	30
4.2	Aplicação	31
4.3	Tatames	33
4.4	Materiais	36
4.4.1	Periféricos	38
4.5	Casos de Uso	38
4.6	Prototipagem	39
5	CONCLUSÃO	40
5.1	Trabalhos Futuros	40
	REFERÊNCIAS	41
	APÊNDICE A – ESPECIFICAÇÃO DE CASOS DE USO	45
	APÊNDICE B – ESQUEMA TATAMES	52

1 INTRODUÇÃO

Esse capítulo mostrará: O Transtorno do Processamento Sensorial; O impacto acadêmico do transtorno do processamento sensorial (TPS); E os objetivos da ferramenta TrATAME;

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Na década de 50, a terapeuta ocupacional ativa e cientista Jean Ayres[2], teorizou acerca de dificuldades em crianças anteriormente consideradas fisicamente desastradas, academicamente lentas e comportamentalmente inadequadas [1]. A pioneira no campo investigou a relação entre processamento sensorial e o comportamento de crianças com desordens emocionais, acadêmicas, de desenvolvimento e outras deficiências em seu livro *Integração Sensorial e transtornos acadêmicos*¹ (Miller et al.[3], 2007 apud Ayres, 1972a).

Ayres J. A. afirma que o desenvolvimento sensorial é essencial para o aprendizado motor, habilidades acadêmicas, engajamento e comportamental[2]. Mais recentemente, devido ao avanço das técnicas de neuroimagem, as previsões propostas por Ayres têm ganho o suporte dos resultados de vários estudos [4].

O número de diagnósticos TEA, público muito afetado pelo transtorno na integração sensorial concomitante[5][6][7], cresceu desde a publicação da versão 5 do Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais (DSM) [8]. E no Brasil não é diferente, segundo o INEP, as matrículas de educação especial, que inclui crianças TEA, cresceram 34% entre 2015 e 2019 [9]. Sua relevância nacional levou o IBGE a adicioná-lo em seu censo [10].

1.2 JUSTIFICATIVA

Estudos demonstram as implicações negativas das disfunções sensoriais em sala de aula [11][12], e em funções corporais básicas [13]. Para abordar o déficit sensorial nas crianças TEA, são usadas técnicas que levam em conta a teoria da Integração Sensorial, conhecidas como estratégias sensoriais, que ajudam o desenvolvimento das habilidades motoras [14]. Dentre tais estratégias, existe o Tapete Sensorial, que visa criar condições onde a criança responda a diferentes estímulos sensoriais e desenvolva um senso adaptativo [15].

Porém, mesmo que levem a teoria da Integração Sensorial em conta, é comum a confusão quanto ao entendimento e aplicação dos princípios propostos por Ayres [2][16][17], patenteado como Ayres Sensory Integration®(ASI®). O método requer o uso de variadas ferramentas, amplo espaço e adaptabilidade que impede um método rígido [2], sendo preferível a personalização para cada aluno [18].

¹ Sensory Integration and Learning Disorders (Ayres, 1972a)

Diante do exposto, fazem-se necessárias ferramentas que possam se adaptar e oferecer desafios possivelmente mais adequados à criança de interesse, aplicando o plano de tratamento necessário. Nesse contexto, o TrATAME é uma ferramenta que usa da tecnologia para uma maior integração e preciso controle do tratamento da criança TPS.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Desenvolver tatames sensoriais automatizados que estimulem os sistemas exteroceptivo e proprioceptivo de crianças com hiporresponsividade (HPOR).

1.3.2 Objetivos Específicos

- Definir um sistema automatizado expansível que ofereça estímulos sensoriais com modulação de intensidade e de número;
- Prototipar um sistema de controle dos tatames para o profissional responsável;
- Prototipar a grade de tatames responsiva;

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para melhor compreender as decisões de projeto tomadas durante o desenvolvimento da solução proposta por este trabalho é necessário entender alguns conceitos teóricos relacionados à *Integração Sensorial e Tapete Sensorial*.

2.1 OS SENTIDOS DO CORPO HUMANO

Visão, audição, paladar, olfato e tato, esses são os sentidos exteroceptivos que compreendem as sensações vindas do mundo exterior ao corpo[19], sendo: *Visão*, percepção de formas, cores e relações espaciais através do sistema de captação e elaboração de imagens, formado pelos olhos e pelo cérebro; *Audição*, responsável pela percepção dos sons, captando-os e enviando-os ao cérebro para serem identificados e interpretados; *Paladar*, capacidade de perceber os diferentes sabores, sentido do gosto; *Olfato*, sentido por meio do qual os cheiros são percebidos, identificados e diferenciados uns dos outros; *Tato*, sentido pelo qual percebemos a extensão, a temperatura, a consistência, e outras qualidades dos corpos, pondo em contato com eles o nosso corpo;

2.1.1 Sentido Vestibular

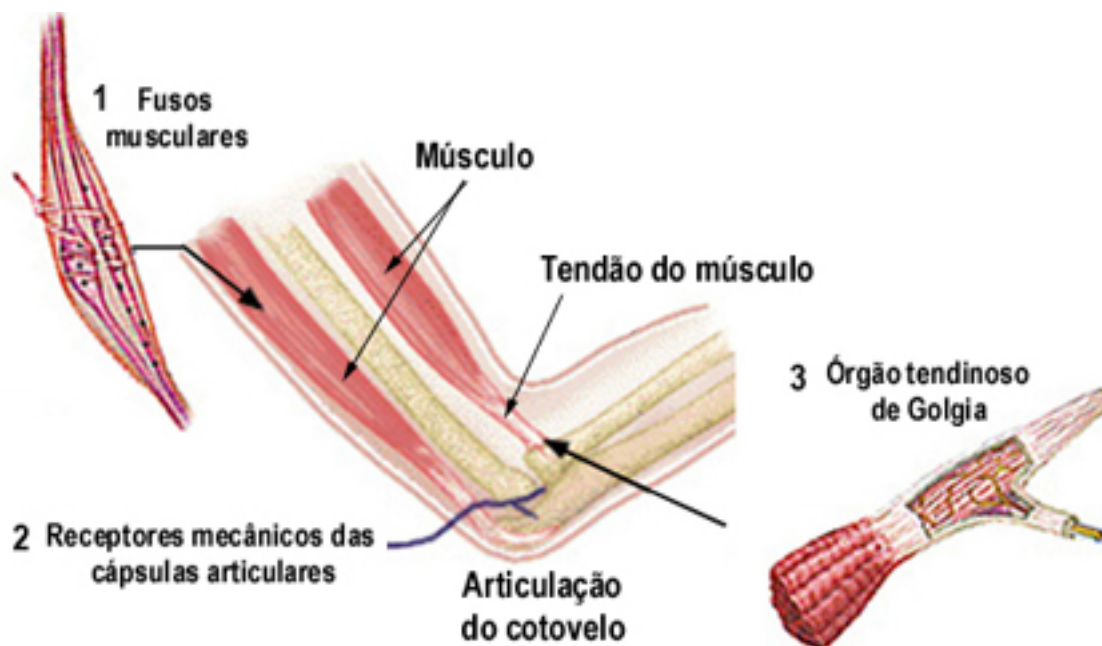
O sistema *vestibular* contribui para o senso de equilíbrio e o sentido proprioceptivo, um sistema de numerosos caminhos neurais e estruturas, com funções que os servem. Provê ao corpo as sensações de orientação e aceleração que precisa, além de compensar na postura e movimento dos olhos do sujeito. Um labirinto ósseo e outro membranoso são parte do sistema vestibular periférico. No labirinto ósseo, corre um fluido que o preenche e, suspenso dentro deste, existe o labirinto membranoso que tem seu próprio líquido endolinfa, que não o preenche. A endolinfa interage com pequenos pelos dentro da estrutura, interferindo com a transmissão neural. A informação dessa interação é então transformada em aceleração e orientação no cérebro [20].

Transtornos nesse sistema podem causar vertigem, náusea, vômito, distúrbios visuais, mudanças auditivas, e vários atrasos cognitivos. Mesmo que não muito bem entendida, muitos pacientes com transtornos vestibulares apresentam danos em navegação espacial, aprendizado, memória e reconhecimento de objetos[20].

2.1.2 Sentido Proprioceptivo

A proprioceptividade, que gera as sensações de posição e movimento do corpo, torna-se fundamental para a existência humana, mesmo que geralmente proceda de forma inconsciente. Charles Bell foi o primeiro a separar nervos sensoriais de motores. Dessa idéia surgiu o termo

Figura 1 – Demonstração de proprioceptores



Fonte: Unesp

"*sentido muscular*"¹, cuja existência debatiam os fisiologistas do século 19. Já perto do século 20, Charles Sherrington proveu provas concretas de aferentes sensoriais periféricos e sua influência no movimento humano. Definindo como "sensações que correspondem às ações do próprio organismo", deu-lhes o nome de *propriocepção*. Sherrington também separou tais sensações internas das sensações que ele chamou de *interoceptivas* e *exteroceptivas*. No corpo existem neurônios mecanossensoriais localizados nos músculos, tendões e articulações que compõem o *hardware* da propriocepção: Fusos musculares; Órgãos tendinosos de Golgi; Receptores articulares; [19]. Veja na Figura 1

Fusos musculares são cápsulas de tecido conectivo dentro do sistema músculo-esquelético. Nestes, existem dois grupos de neurônios sensoriais nesses fusos: o grupo Ia aferente reage à extensão dos músculos em magnitude e velocidade; o grupo II aferente informa o comprimento linear dos músculos [19].

Na junção entre os músculos e tendões, os órgãos tendinosos de Golgi informam sobre a tensão dos músculos. Cada tendão contém um único neurônio mecanossensorial em volta de fios de colágeno, anexados à fibra muscular. Aqui também há um grupo de neurônios sensoriais, o grupo Ib incrementa sua frequência de pulsos de acordo com a tensão exercida nos músculos [19].

Os Receptores Articulares estão a cargo de informar o corpo dos limites das juntas. O sistema consiste de receptores tipicamente associados ao sistema tátil: mecanorreceptores de baixo limiar como os Terminais de Ruffini e Corpúsculos de Pacini; E terminações nervosas

¹ Em inglês: muscle sense

livres, com mais alto limiar mecânico e que contribui para a sensação de dor. A atividade das terminações nervosas nesses receptores geralmente atinge seu pico de atividade nos limites mecânicos das articulações, sugerindo sua função como limitadores.

Um caso de transtorno nesse sistema é o de Ian Waterman. Tuthill e Azim[19] discorrem que Ian sofreu por conta de uma doença autoimune rara que atacou seus neurônios sensoriais desde seu pescoço até os pés, já aos 19 anos. A falta de sensação de posição, movimento e toque trouxe uma completa incapacidade na coordenação de seus movimentos. Mesmo que ainda se movesse, não conseguia organizar seus movimentos o suficiente para ações propositas. Impossibilitado de andar, ficar em pé, ou interagir com o mundo, Ian apenas se recuperou após reaprender a se movimentar inteiramente com controle visual.

2.1.3 Integração Sensorial de Ayres

Integração sensorial é a organização de sensações para seu uso (Ayres et al.[1], 2005). O cérebro humano recebe uma imensa quantidade de informações por meio de nossos sentidos: *Tato, visão, audição, paladar, audição, vestibular, proprioceptivo e interoceptivo*[21]. Para que essas informações agreguem ao desenvolvimento da criança, é necessário que o cérebro a organize. Como as várias sensações de um livro: o cheiro do papel, a textura da capa, as variadas informações dentro do artefato. A integração sensorial de Ayres trata a organização necessária para que o cérebro entenda essas sensações como características de um livro[1].

2.1.3.1 Integração Sensorial no mundo

The OT Toolbox é um *site* criado pela terapeuta ocupacional Beck[22]. Trata-se de um compilado de ferramentas para terapeutas ocupacionais, professores e pais. Dentre essas ferramentas estão as que tratam de Integração Sensorial segundo a ASI®, além de um *post* atualizado sobre o assunto.

A clínica Ludens é uma clínica nacional que foi criada pela fisioterapeuta Elem Torello, a terapeuta ocupacional Ligia Carvalho e a fonoaudióloga Sandra Smaira. Segundo seu *site*, desde os anos 90, essa clínica divulga e educa acerca de conhecimentos teóricos e práticos de Integração Sensorial, primeiramente em São Paulo, abrangendo outros estados posteriormente. Clamam também ser um dos seus carros-chefes a ASI® Torello, Carvalho e Smaira[23]. Uma técnica que oferecem em seu *site* é o *Sensory Integration and Praxis Tests*².

A ASI® procura tratar do desenvolvimento sensorial da forma mais natural possível. E, segundo Ayres, a criança tem prazer e se diverte ao sentir, pois o cérebro humano é designado à ações que nutrem a organização dos sentidos. De certa forma, 'divertido' é a palavra que crianças usam para Integração Sensorial[1]. Dito isto, um brinquedo é o formato perfeito para estimular os sentidos de uma criança.

² Série de 17 testes criados por Ayres para determinar as necessidades sensoriais de um paciente[24]

2.2 TRANSTORNO DO PROCESSAMENTO SENSORIAL

O diagnóstico de transtornos sensoriais é o mais enigmático da maioria dos contratempos que uma criança enfrenta. Diferente de um osso quebrado ou alergias, só um profissional treinado e atento consegue identifica-lo, pois esconde-se atrás de aparente mal comportamento e atraso acadêmico da criança. A menos que seja severo, o transtorno integrativo será ignorado, até mesmo por profissionais. Algumas crianças, por exemplo, podem parecer típicas em várias outras formas, mas sofrem com uma pobre integração sensorial[1]. Enquanto outras, concomitantes a outros transtornos atípicos, sofrem com os efeitos do TPS[25][6][11][12]. Mesmo profissionais como pediatras, doutores familiares ou psiquiatras, que já atentam para os outros aspectos da saúde, podem não perceber uma integração sensorial pobre[1].

A integração sensorial só é diagnosticada com um transtorno não sendo o suficiente para uma vida feliz e produtiva, outrossim o diagnóstico é tolerante à certas limitações, dado que a integração sensorial perfeita não existe. O transtorno no processamento sensorial pode causar dificuldades para a criança com Transtorno da Discriminação Sensorial (TDS) em tarefas que necessitam de algum grau de consciência corporal. Sem mensagens claras dos sentidos básicos: visão, audição, tato, paladar e olfato, a criança não poderá cortar o papel numa linha reta, não conseguirá pintar dentro dos limites do desenho, ou mesmo colar dois pedaços de papel corretamente[1]. São muitas e recentes as pesquisas que renovam, esclarecem e analisam tão importante assunto.

Posar e Visconti[5], 2018 analisaram as principais características de alterações sensoriais. O TEA, objeto de pesquisa de Posar e em cuja condição é corriqueira a presença de alterações sensoriais, sofre em sua vida corriqueira por causa do TPS. As alterações sensoriais desses indivíduos afetam atividades da vida diária como comer, dormir e interagir com a comunidade, como se pode ver na Tabela 1. Os autores deste trabalho analisaram os padrões sensoriais coletados em estudos de vários autores. Os resultados foram padrões de hiporreatividade, hiperreatividade, busca sensorial e poucos mencionaram a percepção aprimorada.

Algumas crianças adotam uma estância apática na escola e esse tipo de comportamento, assim como sua contraposição agitada, tem impactos negativos na vida acadêmica do indivíduo. É claro que não se pode dizer que todos os alunos que apresentam tais comportamentos enfrentam os dilemas das alterações sensoriais, mas estudos mostram a grande correlação entre isso e o comprometimento do desenvolvimento e da aprendizagem[11]. Em seu trabalho teórico, Mattos[11] também analisou vários trabalhos de diferentes autores, pesquisados com as palavras-chave: Transtorno do Espectro Autista; Alterações Sensoriais; *Autism Spectrum Disorder*; *Sensory Alterations*. A conclusão foi semelhante, com quatro padrões alterações sensoriais: Busca Sensorial, baixo registro, sensibilidade sensorial e uma nova categoria de *evitação sensorial*.

Ashburner, Ziviani e Rodger[12] fizeram um trabalho acerca do impacto da integração

Tabela 1 – Exemplos de comportamentos relacionados a alterações sensoriais relatadas em crianças com transtorno do espectro do autismo, agrupadas de acordo com as modalidades sensoriais

Modalidades sensoriais	Exemplos de comportamentos relacionados a alterações sensoriais
Visual	Atração por fontes de luz. Encarar objetos que rodam, como centrífuga de máquina de lavar, rodas e ventiladores de hélice. Reconhecimento de expressões faciais prejudicado. Evitação do olhar. Recusa de alimentos devido à sua cor.
Auditiva	Surdez aparente: a criança não atende quando chamada verbalmente. Intolerância a alguns sons, diferente em cada caso. Emissão de sons repetitivos. Somatossensorial Alta tolerância à dor. Aparente falta de sensibilidade ao calor ou frio. Autoagressividade. Não gosta de contato físico, inclusive certos itens de vestuário. Atração por superfícies ásperas.
Olfativa	Cheirar coisas não comestíveis. Recusa de certos alimentos devido a seu odor.
Paladar, sensibilidade bucal	Exploração bucal de objetos. Seletividade alimentar devido à recusa de certas texturas.
Vestibular	Movimento iterativo de balanço. Equilíbrio inadequado.
Proprioceptiva/cinestésica	Andar na ponta dos pés. Desajeitado.

Fonte: Posar e Visconti[5], 2018

sensorial na vida acadêmica de crianças com autismo. Diferentemente dos dois últimos citados, esse artigo descreve um trabalho de pesquisa do autor. O autor reuniu crianças de 12 escolas diferentes, com vários antecedentes socioeconômicos. Utilizando o Perfil Curto Sensorial(SSP³), avaliou o processamento sensorial das crianças. O ssp provê tópicos de sensibilidade tátil, sensibilidade de gosto/cheiro, sensibilidade de movimento, hiporresponsividade/busca sensorial, filtragem auditoria, pouca energia e sensibilidade visual/auditoria. Os tópicos são avaliados até 5 pontos, numa escala de sempre a nunca. Esse questionário de perfil foi comparado a questionários de comportamento, emocional e educacional dos alunos. Foi concluído que 47% do comportamento sub-par da criança TEA em classe poderia ser explicado pelos tópicos de filtragem auditoria e hiporresponsividade/busca sensorial, enquanto inteligência não teve grande impacto.

O ASEBA:TRF⁴ é um que sistema mostra a função acadêmica do aluno no ponto de vista dos professores[12]. Segundo Ashburner, Ziviani e Rodger[12], hiporresponsividade tem grande impacto na vida acadêmica do discente, e isso fica claro quando olhamos para a correlação entre os dados do SSP e ASEBA:TRF, Tabela 2.

³ Short Sensory Profile

⁴ Achenbach System of Empirically Based Assessment: Teacher Report Form

Tabela 2 – Matriz de Correlação (Pearson Correlation Coefficients) Entre as pontuações de SSP e ASEBA:TRF em crianças TEA (N = 28)

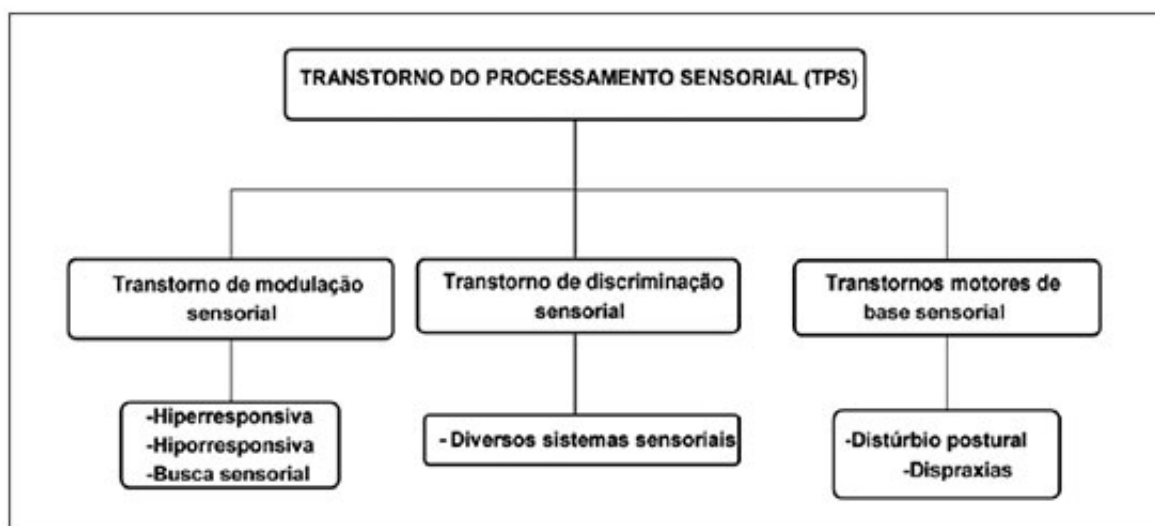
SSP	Anxious/ Depressed	Withdrawn/ Depressed	Social Problems	Thought Problems	Rule Breaking	ASEBA:TRF Total	Academic Performance	Sum Adaptive Functioning
Tactile sensitivity	.06	.05	-.12	-.14	-.27	-.25	.21	.17
Taste/smell sensitivity	-.04	-.03	-.13	-.06	-.17	-.16	-.05	-.05
Movement sensitivity	.02	-.07	-.21	-.23	-.37	-.42*	.02	.23
Underresponsive/seek sensation	.30	-.30	-.12	-.39*	-.02	-.17	.62**	.31
Auditory filtering	.56**	-.30	.13	-.05	.11	.01	.60**	.37*
Low energy/weak	.37	.07	.21	.04	.19	.21	.14	-.06
Visual/auditory sensitivity	-.07	-.14	-.11	-.01	-.06	-.14	.12	.10
Total score	.37	.20	.02	-.13	-.02	.11	.45*	.22

Fonte: Ashburner, Ziviani e Rodger[12], 2008.

*Correlação tem importância com .05 (bicaudal).

**Correlação tem importância com .01 (bicaudal).

Figura 2 – Classes do Transtorno do Processamento Sensorial



Fonte: Shimizu, Miranda et al.[26], 2012

2.2.1 Nosologia

Como se pode ver, muitos estudos criam novos termos para novos achados no transtorno mas os achados são, de alguma forma, semelhantes. Ao longo dos anos, foram usadas várias taxonomias para subtipos e classes do transtorno do processamento sensorial baseadas nos estudos de Ayres. Por conveniência didática, utilizaremos a taxonomia proposta por Miller et al.[3]. Essa classifica o TPS em: transtornos de modulação sensorial, transtornos de discriminação sensorial e transtornos motores com base sensorial, como se pode ver na Figura 2.

2.2.2 Transtornos da Modulação Sensorial

O Transtorno da Modulação Sensorial é a dificuldade do sistema nervoso central de modular de maneira gradual e adaptada ao ambiente. Neste grupo, existem os subtipos de hiperresposta, hiporresposta e busca sensorial[6]. Como abordado nos trabalhos de Petry et al.[15], GUIDELLI e SILVA[27] e Borges, Castro e Bessa[28], o objetivo de um tapete sensorial é apresentar estímulos sensoriais para instigar os sentidos, estimular e assistir o desenvolvimento. Esse tipo de intervenção opõe a apatia encontrada na HPOR, o que pode ser eficaz em seu tratamento.

2.2.2.1 Hiperresponsiva

A hiperresponsividade, ou sensibilidade sensorial, é percebida por reações intensas a estímulos sensoriais[11]. Segundo Miller et al.[21] (2009), essas respostas podem ser muito longas, maiores, ou a estímulos de baixa intensidade. As várias reações da hiperresponsividade. HPER dependem de vários fatores pessoais e contextuais. O HPER não permite que o sujeito tome decisões efetivamente funcionais. Pessoas nessa condição são percebidas como teimosas, aparentemente ilógicas e inconsistentes[3].

As reações da HPER, no entanto, não vêm de teimosia, nem mesmo ocorrem por falta de lógica: Elas são automáticas, e sua variedade é intrínseca aos fatores pessoais e contextuais já mencionados. As reações podem ser ainda mais intensas se o estímulo for inesperado. E, por causa da natureza cumulativa dos estímulos sensoriais, respostas aparentemente exageradas podem aparecer em estímulos supostamente triviais, devido ao acúmulo dos eventos do dia. Comportamentos no HPER variam de ativo, negativo, impulsivo e agressivo até respostas mais passivas com retirada e evitação de sensações. A ativação do sistema nervoso simpático é uma marca do HPER [29]. Pessoas HPER são muitas vezes rígidas e controladoras. A HPER é muitas vezes observada juntamente de TDS, Dispraxia ou ambos.

2.2.2.2 Hiporresponsiva

A Hiporreatividade, hiporresposta, ou baixo registro sensorial, ou baixo registro sensorial, tem como características a apatia, desconsiderando os estímulos sensoriais oferecidos, e respostas passivas ao ambiente. Quando infante, a criança com HPOR pode ser considerada "uma boa criança" e "fácil de lidar" por não existirem muitas tarefas esperadas do bebê. Uma vez crescido, por necessitar de um estímulo grande e proeminente para engajar em uma tarefa[3], são muitas vezes considerados desinteressados no ambiente da sala de aula [11].

Associado à HPOR, podem vir rituais envolvendo aspectos da comida, como gosto, cheiro ou textura(Silva[30], 2020 apud APA, 2014). Tais alterações podem afetar a criança no nível de interação sensorial, bem como apresentar pobre modulação, dificultando as atividades diárias do indivíduo (Silva[30], 2020 apud Dunn, 1999; Kranowitz, 2005).

Trabalhos de outros autores mostram a eficácia do tapete sensorial no estímulo de discentes. Borges, Castro e Bessa[28] mostra, por exemplo, que o tapete sensorial é capaz de instigar as crianças, com sons, texturas e objetos interativos. Semelhantemente, GUIDELLI e SILVA[27] provam que o tapete pode ser usado para o desenvolvimento psicomotor da criança com alterações sensoriais, no caso de Guidelli, transtorno concorrente em crianças com Síndrome de Down.

2.2.2.3 Busca Sensorial

A busca sensorial é caracterizada pela alta atividade de indivíduos que auto estimulam de forma intensa[31]. Indivíduos com esse perfil procuram estímulos sensoriais também com mais frequência, desejando se envolver com brincadeiras mais dinâmicas, com quedas, sons altos, colisões e rapidez. São geralmente considerados impulsivos, intrusivos ou fisicamente brutos. (Souza e Nunes[6], 2019 apud CAMINHA, 2008; MAGALHÃES, 2008; MOMO, 2011).

Algum grau de busca é necessário no desenvolvimento da criança. Adultos e crianças diagnosticados com esse tipo de transtorno, porém, são extremos em sua busca. São comumente chamados de encenqueiros, arriscado, mau, e perigoso. A extrema procura sensorial pode interromper tanto a atenção que influencia negativamente o aprendizado e as atividades diárias do indivíduo[3].

2.2.3 Transtorno de Discriminação Sensorial

Refere-se à dificuldade em interpretar as características de certo estímulo sensorial. Esse transtorno pode estar presente em qualquer um dos sete sentidos: Visão, audição, paladar, olfato, tato, vestibular e proprioceptivo[21]. Pessoas com a condição podem perceber e reagir a estímulos, mas apontar onde o estímulo foi aplicado se mostra um desafio ainda maior. O transtorno pode afetar diferentemente em cada modalidade dos sentidos.

A discriminação sensorial ajuda no fino trato, respostas leves e graduais do indivíduo. O transtorno nesse sistema resulta em movimentos bruscos e desajeitados. O sujeito com essa dificuldade acaba por levar mais tempo no processo de reconhecimento de estímulos sensoriais, levando ao rótulo de alguém "lento", afetando assim a autoestima, conexões interpessoais e alto estresse[3].

2.2.4 Transtornos Motores de Base Sensorial

Pessoas com transtornos desse tipo têm postura incorreta como resultado. A condição apresenta dois subtipos:

2.2.4.1 Distúrbio Postural

Refere-se à dificuldade em estabilizar o corpo, seja parado ou em movimento. Caracterizado por tensão muscular inapropriada, musculatura anormal, pobre controle sobre a contração ou movimentação de músculos em caso de resistência. Outros sintomas são um equilíbrio entre extensão e flexão de partes do corpo ruim, pobre correção de balanço em frente a desequilíbrio e estabilidade improdutiva. Esse distúrbio ocorre juntamente de outros, todos HPOR, HPER e TDS podem afetar o controle postural. A ocorrência com dispraxia geralmente inclui dificuldade de coordenação bilateral e em atividades rítmicas[3].

Quando a postura da criança é boa, ela consegue atingir objetivos como esticar-se para pegar algo ou balancear-se contra a gravidade. Quando uma criança pequena precisa escrever numa carteira da escola, por exemplo, ela precisa muitas vezes se esticar e ficar de bruços em cima do papel, e até apoiar a cabeça no braço, dependendo da duração da aula[3].

2.2.4.2 Dispraxia

A dispraxia se caracteriza pela inabilidade de planejar e executar ações novas. Pessoas com a condição podem parecer desastradas nas áreas motora grossa, fina e de motricidade oral. Geralmente ocorre com o HPOR ou com TDS nas modalidades tátil, vestibular e proprioceptiva, mas pode acontecer com HPER também[3].

Sempre quebrando os brinquedos por não dosar a força, crianças com dispraxia sempre parecem incertas de onde o próprio corpo está no espaço. Julgar a distância entre si e algum objeto, ou pessoa, se torna um grande desafio. Crianças com dispraxia também aprendem tentando, mas levam mais tempo no aprendizado[3].

Dispraxia é geralmente associada com obstáculos idealistas, por sua inabilidade em formular novas ideias. Ações discretas complicadas que são aprendidas durante a vida estarão refinadas na idade adulta, mas a adaptação à vida dinâmica pode ser comprometida. A dificuldade particular deve ser retratada em tarefas que requerem *timing*[3].

O sujeito com dispraxia geralmente prefere fantasia à ação. Jogos, livros ou televisão têm prioridade à sua contraparte mais ativa, o sujeito é, assim, propenso à obesidade. A autoestima pode ser afetada pela insatisfação com suas habilidades e sentimento repetido de falha, por isso a atração às atividades sedentárias[3].

2.3 O BRINQUEDO: TAPETE SENSORIAL

O tapete sensorial é uma ferramenta utilizada para instigar o discente, apresentando-lhe novos estímulos sensoriais, Figura 3, em forma de brincadeira. Assim, o engajamento é natural, e os objetivos são mais facilmente alcançados[27][15][28].

GUIDELLI e SILVA[27] utilizaram tapetes sensoriais para promover o desenvolvimento

Figura 3 – Exemplos de Estímulos Sensoriais



Fonte: Elaborado pelo Autor

motor de crianças com Síndrome de Down que apresentavam atraso sensorial. Segundo os autores, a intervenção teria sido realizada ao longo de dois meses, 2 vezes por semana. A monografia também apresenta evolução de 8 meses na idade motora segundo o *protocolo de Denver*⁵.

Petry et al.[15] projetaram um tapete sensorial para crianças autistas. Em seu projeto, Petry J. usa materiais macios, e com diversidade de estímulos sensoriais, abordada por meio da ideia de módulos. Segundo seu artigo no projeto, seu tapete trata dos manejos fino e grosseiro e reconhecimento pelo tato.

Os tapetes sensoriais são eficazes entre crianças que têm pouca sensibilidade tátil (HPOR), uma das consequências de uma integração sensorial insuficiente.

⁵ Serie de testes que avaliam o desenvolvimento de uma criança relativo à sua idade[32]

3 TRABALHOS RELACIONADOS

Para um maior entendimento das aplicações e objetivos de tapetes sensoriais, essa seção apresenta trabalhos que utilizam essa ferramenta no trato de crianças típicas[28], com Síndrome De Down[27] e Transtorno do Espectro Autista (TEA)[15].

3.1 TAPETE SENSORIAL PARA CRIANÇAS TÍPICAS

O processo do desenvolvimento da criança tem quatro níveis, sendo um deles o sensório motor (Borges, Castro e Bessa[28] apud Piaget e Inhelder[33]). Ainda na barriga da mãe, o bebê já exercita seus sentidos sensório motores [28]. E esse desenvolvimento psicomotor, se mal constituído, leva à problemas "na escrita, na leitura, na direção gráfica, na distinção de letras, na ordenação de sílabas, no pensamento abstrato e lógico, na análise gramatical, entre outras" (Borges, Castro e Bessa[28] apud ROSSI).

Borges, Castro e Bessa[28], com o objetivo de avaliar o desenvolvimento *psicomotor*¹ das crianças no período sensório motor, propuseram intervenções que buscavam instigar os cinco sentidos - audição, visão, tato, olfato e paladar - das crianças envolvidas. As intervenções tiveram duração de 4 horas por 9 vezes, completando 36 horas de atividade.

As atividades foram: Pescaria, Tapete Sensorial, Barraquinha e Doce/azedo. Todas as brincadeiras foram aceitas abertamente pelas crianças, o que facilita sua cooperação. O tapete, que teve como finalidade apresentar novos sons e texturas para as crianças, despertou seu interesse imediato. Interagiram com as mãos, pés, boca, até mesmo deitadas. O estímulo sensorial da atividade com o tapete foi complementado com uma garrafa sensorial, desenvolvida com garrafas pet cheias de materiais como grãos (arroz e feijão), moedas, dados, água e pedrinhas, serviu como estímulo sonoro[28].

Foi observado, em cada atividade, as reações das crianças no intuito de registrar o desenvolvimento psicomotor das crianças analisadas. A análise dos autores mostra a curiosidade das crianças: Observação minuciosa dos brinquedos na piscina de pescar; Empolgação na ideia de interação com a água; Exploração do tapete sensorial com mãos, pés, boca, deitando-se por cima dos materiais; Observação atenta de todos os estímulos sensoriais do tapete; O sorriso dos pequenos com a garrafa sensorial; A movimentação ativa dos bebês nas barraquinhas; A interação social empolgada das crianças; A dupla verificação de gosto dos bebês, confrontados com o aspecto azedo do limão; Tanto quanto a subsequente satisfação com o gosto do doce de leite. Os autores não atribuem, nesse trabalho, classificações atípicas às crianças analisadas.

Semelhantemente ao trabalho de Borges, Castro e Bessa[28], o tatame sensorial TrA-

¹ Expressão que tem origem no termo grego “psyché” (alma) e do latim “motus” (deslocar), isto é, significa o desenvolvimento mental associado à musculatura[28].

TAME busca a alegria e satisfação das crianças. O tatame sensorial vai depender da disposição do paciente em interagir com o produto. Diferentemente das crianças HPOR, porém, as crianças típicas têm uma predisposição à estímulos, alimentada por uma integração sensorial saudável. O desafio enfrentado pelo tatame sensorial é superar a barreira criada pelo baixo registro sensorial com tecnologia e automação.

3.2 TAPETE SENSORIAL PARA CRIANÇAS COM SÍNDROME DE DOWN

A Síndrome de Down é uma anormalidade cromossômica frequente, decorrente de uma alteração na divisão do cromossomo 21 extra (GUIDELLI e SILVA[27], 2019 apud BISSOTO, 2005; SILVA e KLEINHANS, 2006; BRUNI et al, 2010; MATTOS e BELLANI, 2010; GODZICKI, SILVA e BLUME; 2010). Pacientes com essa condição também, costumeiramente, sofrem de Transtorno do Espectro Autista.

GUIDELLI e SILVA[27] descrevem o uso de tapetes sensoriais para estimular o desenvolvimento motor de crianças com síndrome de down. Foi utilizado papelão para a base; Quanto às texturas, foram utilizados palitos de churrasco, grãos de feijão, grama sintética, cartolina de EVA com textura áspera, tapete anti-eskorregamento de espuma PVC, tapete de pelo alto macio, lixa de parede menos áspera e bucha de louça utilizando a parte amarela e a verde [27].

O estudo teve 2 meses de duração, e, segundo seus autores, mostrou influência na habilidade motora das crianças. A idade motora das crianças avaliadas segundo o *Protocolo de Denver*² foi de 10 meses para 18 meses, com a obtenção da marcha independente.

Assim como no projeto de GUIDELLI e SILVA[27], esperamos que esse projeto estimule o desenvolvimento sensorial das crianças que interagem com o tatame. O processo de instalar texturas no tapete pode ser replicado nos tatames, com o acréscimo de módulos de som, luz, pressão, temperatura e etc. A adição de novos estímulos, presumivelmente mais fortes, se faz necessária a partir do momento que o foco do projeto é o HPOR e fazer com que se impulse a integração sensorial de pessoas cujo diagnóstico é a desconsideração dos estímulos sensoriais oferecidos.

3.3 TAPETE SENSORIAL PARA CRIANÇAS AUTISTAS

O *Transtorno do Espectro Autista* (TEA) é um transtorno neurológico divergente, caracterizado por um déficit na comunicação e interação social; juntamente de padrões restritos repetitivos: sejam eles comportamentais, de interesse ou em atividades [34]. Dentre os transtornos comumente encontrados junto ao autismo, como ansiedade social [35] e déficit de atenção hiperativo [36], as *alterações sensoriais* são uma característica muito frequente [5], ao ponto de

² protocolo de denver

participar dos critérios que tornam o paciente elegível ao diagnóstico TEA, segundo a Associação Psiquiátrica Americana ³ [34].

O artigo de Petry et al.[15] fala da criação de um tapete sensorial com a finalidade de assistir o desenvolvimento sensorial de crianças autistas. O trabalho foi realizado por alunos da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul em parceria com a Escola de Educação Especial Recanto da Esperança. O tapete endereça a demanda da escola por tecnologias assistivas.

Petry et al.[15] se preocuparam primariamente com o design do tapete, sua ergonomia, manutenção, conceitos gráficos e visuais. O tapete tem como base um tecido oxford, preenchido com espuma. A montagem ocorre por meio das quatro alças em cada módulo, posicionadas de modo a facilitar a junção diversificada. Para os estímulos, temos pegadas em tecido felpudo/macio branco, flores de tule coloridas, cápsula plástica removível de gel que pode ser resfriada e do polvo em patchwork com tentáculos livres e argolas de acrílico, contendo vários estímulos táteis visuais e inclusive sonoros.

Análogo ao projeto de Petry et al.[15], o TrATAME também se preocupa com o bem estar da criança, e com a facilidade de montagem dos módulos. Os tatames serão feitos por meio da impressão 3D, sendo assim possível sua montagem do zero, mesmo à distância. Há aqui, também, uma proposta de especialização do tratamento para cada criança, ao garantir ao profissional um controle parcial da oferta de estímulos, ligando ou desligando alguma função. A especialização o dará mais liberdade ao focar o tratamento no que mais afeta a criança.

³ A associação Psiquiátrica Americana é o órgão publicador do livro: Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais(DSM).

4 TRATAME

O TrATAME é uma ferramenta sensorial terapêutica de auxílio à infantes com dificuldades sensoriais. Os estímulos programáveis visam versatilidade da ferramenta e a integração ao celular busca sua acessibilidade defronte o público geral. As muitas possibilidades da ferramenta não permitem seu encerramento em uma só área. Por motivos didáticos, este trabalho foca em seu potencial educacional, mas não descarta nem desencoraja seus potenciais usos em outras áreas.

O projeto mostra tatames personalizáveis, digital e fisicamente, junto do aplicativo com controles de personalização digital dos tatames. A flexibilidade do TrATAME permite que cada criança tenha sua rotina programada nos tatames, consistindo essa dos estímulos sensoriais com suas intensidades ao longo de determinado período. A atenção da criança, cativada pelo responsável operando os tapetes, será o objetivo do operante. O controle na mão do operante pode, a qualquer momento: Alterar a intensidade dos estímulos nos tapetes; Ligar remotamente o tatame que selecionar; Desativar os tatames selecionados; E escolher o som de cada tatame;

A necessidade da criança e do responsável é prioridade no design da ferramenta, e a personalização manual de cada tatame leva essa preocupação. Controlando o tipo e intensidade dos estímulos nos tatames, o responsável pode criar ambientes propensos à atds saudáveis. Devido à hipersensibilidade no topo da cabeça de algumas crianças, por exemplo, o responsável pode fazer um "caminho" de tatames com vários estímulos do gosto da criança que a incentivam a estar debaixo de um chuveiro, fazendo-a esquecer de sua sensibilidade. Ou dessensibilizar a criança quanto ao mar, se sua condição pedir tal tratamento, mostrando uma o mar na ótica de brincadeira, com sons de mar, textura de areia no tatame e uma brisa criada pela ventoinha. A intensidade de cada estímulo aumentaria juntamente com o nível de adaptação da criança.

4.1 TECNOLOGIAS UTILIZADAS

A tecnologia digital abre vários caminhos que não foram possíveis antes, e alguns desses caminhos passam pelo campo da psicologia. Aqui estão algumas das ferramentas tecnológicas usadas neste trabalho:

4.1.1 Figma

Figma é uma plataforma virtual, site, de planejamento, desenho e projeto. Conhecido por sua facilidade de uso e grande suporte da comunidade. No figma, podemos criar telas de sites, aplicativos, cartazes e vários outros tipos de artefatos digitais. Quando se trata de telas interativas, como as de aplicativo, o figma disponibiliza várias ferramentas que ajudam em sua interatividade permitindo que o usuário se preocupe mais com seu planejamento e aparência

e menos com sua implementação. A interatividade do aplicativo pode simular perfeitamente o funcionamento de um aplicativo, no âmbito de amostragem, e é com essa ferramenta que mostraremos as possibilidades da ferramenta TrATAME.

A amostra do aplicativo mostrará como é fácil no TrATAME mudar as configurações dos tatames, personalizando-os por criança. Os caminhos montados na plataforma terão o intuito de mostrar cada uma das funcionalidades do aplicativo. Além do aplicativo, outro uso que daremos ao Figma será o planejamento dos tatames em sua forma mais básica: O formato do tatame para que os módulos encaixem uns nos outros.

4.1.2 Arduíno

Arduíno é uma plataforma open source desenhada para artistas, designers e outros que querem integrar automação em seus projetos sem a necessidade de um conhecimento profundo sobre a área. Como diz o livro de Banzi e Shiloh[37], prototipagem está no centro do "jeito arduíno". A plataforma encoraja a criatividade e experimentação, seu livro chega a mencionar a criação de pequenos dispositivos como brinquedos, sintetizadores e novos instrumentos musicais. A simplicidade do arduíno o torna interessante para a prototipação do TrATAME.

A plataforma, na simulação de computador, permitirá que possamos automatizar os tatames, anteriormente estáticos. O arduíno responderá aos comandos feitos à distância, pelo aplicativo, e reagirá aos comandos físicos das crianças com a qual interage. O objetivo dessa interatividade é dar aos responsáveis a tentativa de cativar o infante em seus cuidados.

4.1.3 Tinkercad

Tinkercad é uma ferramenta digital multifacetada, e as ferramentas que usaremos neste trabalho são:

4.1.3.1 Modelagem 3D

Essa parte do site permite que coloquemos em três dimensões nossas ideias e desenhos. Com essa ferramenta, foi modelado todo o casco dos tatames, a cavidade onde estarão o Arduíno e seus periféricos¹, as saídas dos cabos para alimentação externa, e o sistema de ventilação no caso dos tatames com ventoinha.

4.1.3.2 Modelagem de circuitos

Essa ferramenta no Tinkercad dá ao usuário a liberdade de modelar circuitos com programação arduíno. Sendo de todo digital, não é preocupação alguma o estado dos componentes do circuito. O funcionamento ideal dos dispositivos e periféricos permite que o programador foque

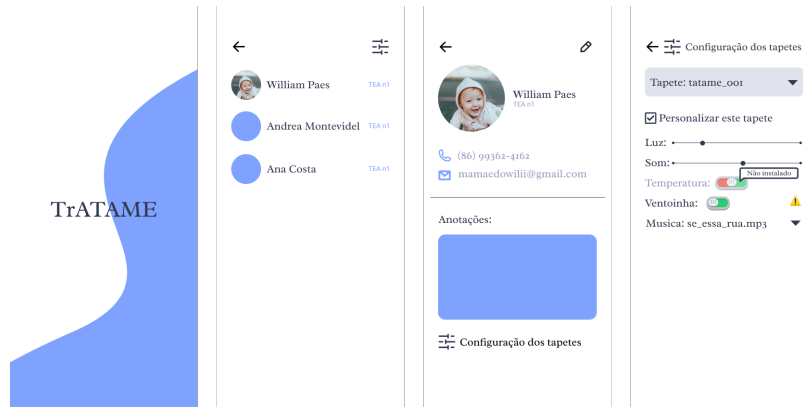
¹ Os periféricos são dispositivos instalados junto ao computador(Arduíno), cuja função é auxiliar na comunicação homem/máquina. Estes dispositivos poderão estar na periferia (em torno) do computador ou dentro do próprio gabinete.

Figura 4 – TrATAME iPhone



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 5 – Telas do app TrATAME



Fonte: Elaborado pelo autor

em outros aspectos da modelagem, como a programação do arduíno e as conexões necessárias com seus periféricos. Na ferramenta, desenvolveu-se o "cérebro" dos tatames, tanto do tatame líder quanto dos tatames ajudantes, ajustando como e quando devem reagir aos comandos na seguinte sequência: App TrATAME -> Tatame Líder -> Tatame Ajudante.

4.2 APLICAÇÃO

A aplicação permite o armazenamento e troca dinâmica de perfis. A lista de crianças, adequada para responsáveis de múltiplos infantes, mostra-se quando o usuário cadastrou mais de 1 criança. Para pais de crianças únicas, por exemplo, a lista não aparece, abrindo o perfil da criança (Figura 5) ou a configuração padrão dos tapetes (Figura 6).

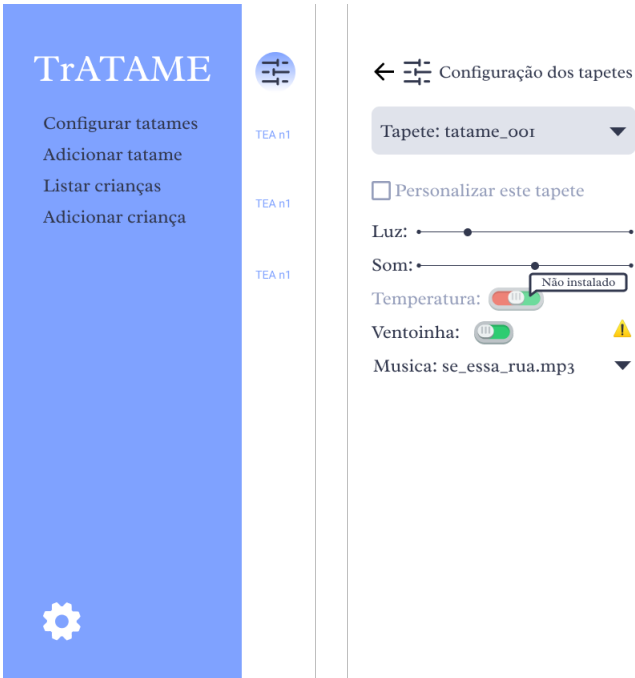
A Figura 5 mostra a sequência de telas de quem quer editar as informações de uma criança em sua lista e de um dos seus tatames personalizados. Na figura 6 mostra-se como configurar o comportamento padrão dos tatames. Já na figura 7, temos a tela de cadastro para novas crianças acessível pelo mesmo menu da figura 6.

O modelo de dados da aplicação é apresentado na Figura 8, onde é apresentado um diagrama UML de classes do projeto. Estas são as principais entidades do sistema:

- **user**: O responsável que gerencia a brincadeira da criança;
- **child**: A criança que brinca com os tatames;
- **mat**: O tatame personalizado, identificado por nome editável;
- **song**: Estímulos sensoriais auditivos;

Conforme ilustrado na Figura 8, assim estarão relacionadas as classes no aplicativo móvel da ferramenta TrATAME. A imagem não mostra a classe song, pois é um objeto externo. Note o campo "song_path" na classe "Mat", essa é a forma de localizarmos o conteúdo do som

Figura 6 – Editar configuração padrão dos tapetes



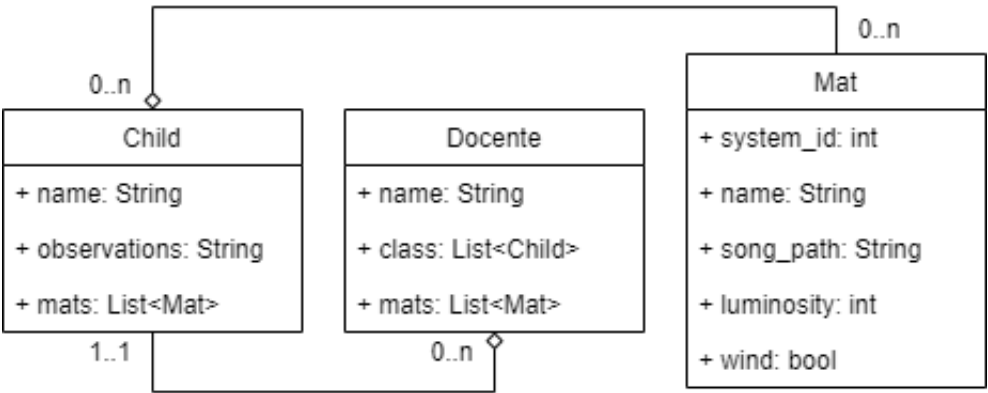
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 7 – Adicionar Criança



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 8 – Diagrama UML de Classes do TrATAME



Fonte: Elaborado pelo Autor

Figura 9 – Cooler Ventoinha



Fonte: AliExpress

Figura 10 – Cooler Termoelétrico



Fonte: Lojas Americanas

escolhido. Observe o relacionamento *Child* -> *Usuário*, a especificação de 1..1 (um para um) significa que não se pretende adicionar mais que um usuário(**user**) por aparelho móvel. O relacionamento prevê que a criança será observada pelo mesmo profissional até sua saída do projeto, esperando assim um acompanhamento homogêneo.

4.3 TATAMES

O projeto TrATAME será organizado em duas partes principais:

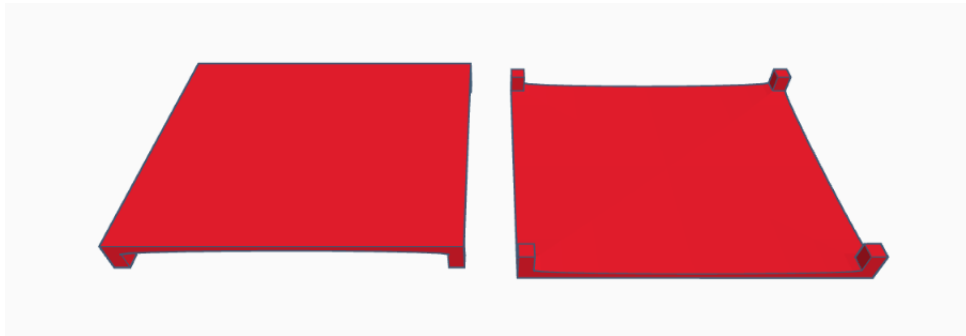
- **Tatame Leader:** Tatame controlador.
- **Tatame Helper:** Tatame dentro da grade de tatames ajudantes.

O tatame *leader* é um tatame de controle, seu estímulo sensorial é algo simples como pegadas de pelúcia, por exemplo. O objetivo desse tatame é se conectar com o celular via wifi. Esse tatame será único, de modo a coibir interferências wifi indesejadas. Por wifi, o profissional poderá escolher a desativação, ativação e reajuste de até 120 tatames. Mais tatames poderão ser controlados com outros tatames *leader*.

Os tatames *helper* são a maioria dos tatames, eles estão no encargo de prover a maior parte dos estímulos sensoriais. Os tatames terão por módulos padrão faixas led e *buzzer*. Os módulos facultativos são: módulo de ventoinha (Figura 9), módulo de temperatura (Figura 10).

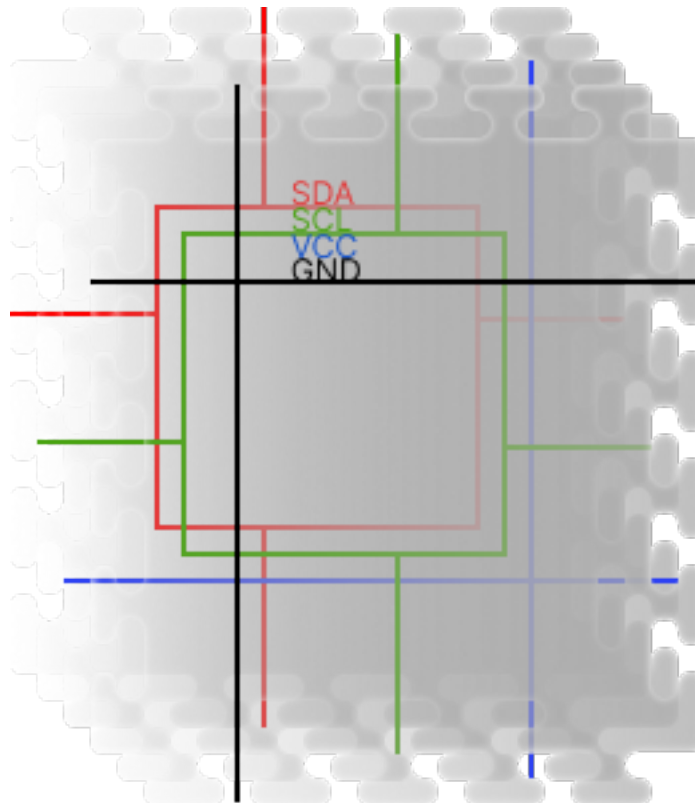
Outra parte importante dos tatames helper são os estímulos sensoriais físicos. O tatame é projetado de modo a facilitar a instalação dos estímulos com o método tradicional, adesivando todos os materiais no lugar selecionado. E a tampa é destacável para facilitar a adesão dos elementos (Figura 11).

Figura 11 – Tampa removível do tatame (cima/baixo)



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 12 – Conexões Elétricas



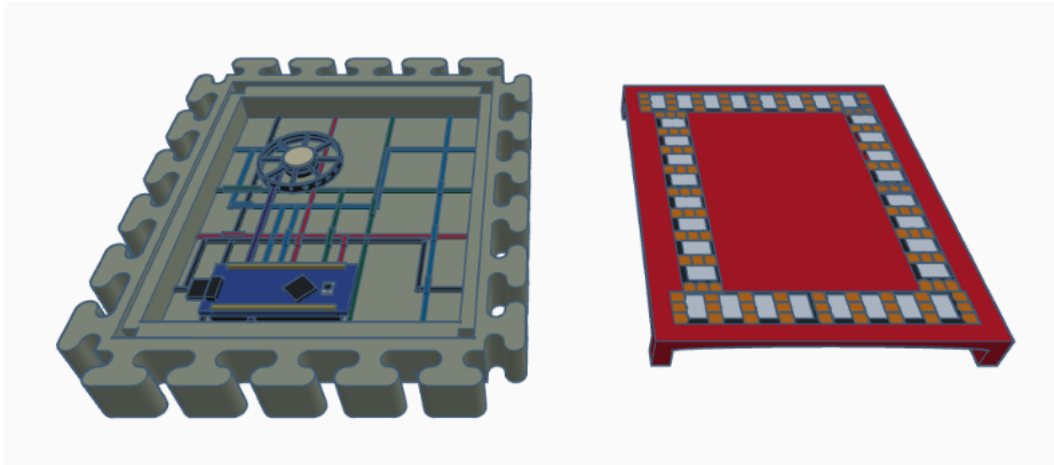
Fonte: Elaborado pelo autor

A conexão elétrica necessária para os módulos sucede da seguinte forma (Figura 12):

- **VCC**: Polo positivo da alimentação dos arduinos e periféricos.
- **GND**: Polo negativo da alimentação dos arduinos e periféricos.
- **SDA**: Linha de transmissão de dados.
- **SCL**: Linha de sincronia de transmissão.

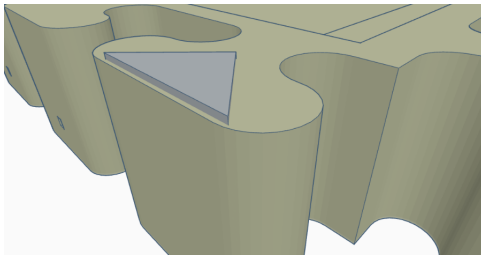
Essa conexão entre tatames é feita por meio da rede cabeada formada pela estrutura

Figura 13 – Exemplo de tatame montado



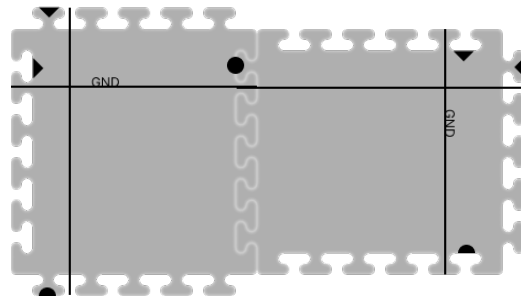
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 14 – Relevo sinalizador de encaixe



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 15 – Encaixe correto formando um círculo

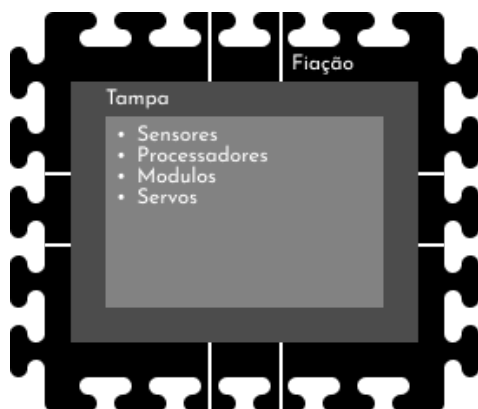


Fonte: Elaborado pelo autor

de cabos imbuída aos tatames (Figura 13) projetado especificamente para permitir a passagem de dados sem necessidade de cabos externos fora do tatame master. O tatame *leader* será responsável por receber a energia e, assim como o resto dos tatames, distribuirá aos seus vizinhos. Para que a conexão seja feita da forma correta, é preciso conectar corretamente os tatames com a ajuda dos guias. A conexão é simples, deve-se completar os círculos ou os quadrados, sem misturar um com o outro (Figuras 14 e 15).

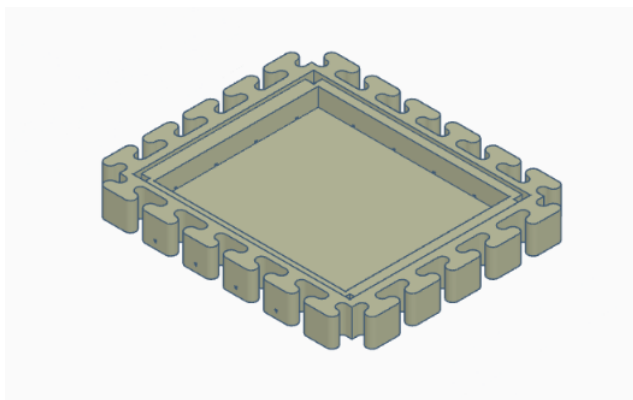
O projeto TrATAME usará essa ferramenta simples como núcleo para os tatames. Com arduíno, criar-se-á uma infraestrutura de comunicação do tatame *leader* com os *helper*, permitindo controle sobre grande parte dos estímulos. O tatame *leader*, por sua vez, se comunicará com a aplicação Flutter. Os circuitos estarão numa concavidade, junto de periféricos que compõem o tatame (Figura 16).

Figura 16 – Planejamento do tatame TrATAME



Fonte: Elaborado pelo Autor

Figura 17 – Modelo do tatame



Fonte: Elaborado pelo Autor

4.4 MATERIAIS

Os materiais para uso do aplicativo são: um celular smartphone, Android ou iOS(Figura 4); o arquivo APK do TrATAME.

Nos tatames, os materiais sensoriais são: Pelúcia, barbante, esponjas, cereais, etc... O tatame básico (sem placa de temperatura) terá uma tampa lisa, isso permitirá ao usuário que cole os estímulos sensoriais que julgar necessário e permitido. O objetivo da manufatura é dar ao profissional a chance de criar tatames temáticos, como por exemplo um "Tatame de Rua"(Figura 19) com aspecto áspero e com a música "se essa rua fosse minha" como estímulo sonoro, ou de campo, com grama e música ambiente (Figura 18).

A Figura 20 mostra o tatame e a tampa sensorial de uma miniatura impressa dos tatames do projeto. A figura 21 mostra o encaixe das peças, essa funcionalidade permitirá a expansão e a livre forma do tapete sensorial. O projeto completo pode ser observado no tinkercad (Figura 17). No Anexo B, podemos ver o esquema do cabeamento de comunicação entre tatames em maior detalhe.

Quanto à parte eletrônica dos tatames, eles estarão equipados com periféricos especializados. O módulo especial de temperatura é equipado com um resfriador termoelétrico, que manterá em baixa temperatura uma placa de ferro, eletricamente isolada do resto do arduino, com o auxílio de pasta térmica. O módulo especial com ventoinha será para tatames com materiais que reagem de forma "interessante" - primariamente na visão do profissional - com o vento, como lã ou tiras de papel.

Figura 18 – Criança interagindo com módulo de campo



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 19 – Criança interagindo com módulo de rua



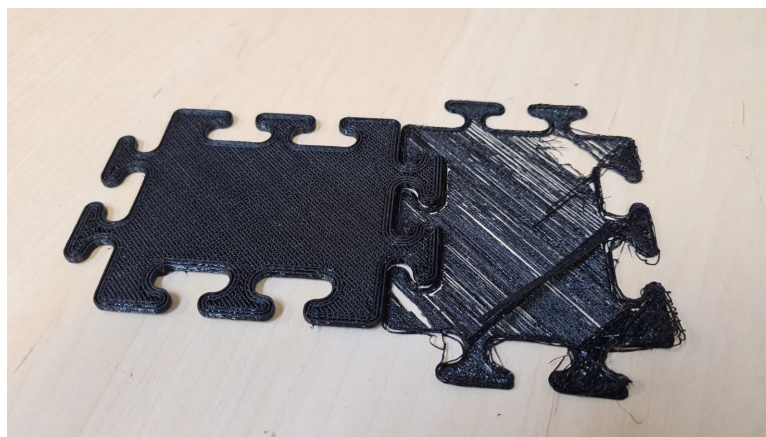
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 20 – Impressão de tatame em miniatura



Fonte: Elaborado pelo Autor

Figura 21 – Encaixe dos Tatames Sensoriais



Fonte: Elaborado pelo Autor

4.4.1 Periféricos

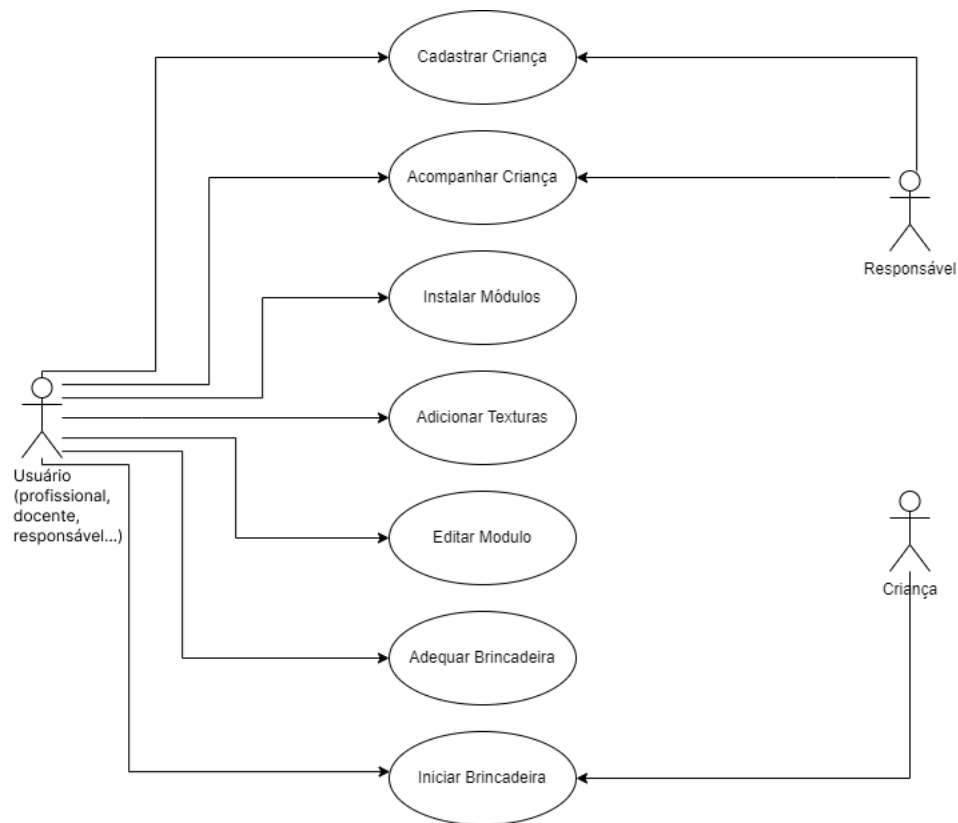
- **Módulo de Som (Alto falante):** Exerce a função de emitir sons pré-instalados ou postos em cartões SD especialmente configurados. É interessante a habilidade de reproduzir sons complexos para a adição de dicas verbais na introdução de novos estímulos.
- **Módulo de Luz (Fita Led):** Exerce a função de estímulo visual de várias cores e intensidades. É interessante que seja tenha diversidade de cores, para seu uso em estímulos sensoriais com maior nuance.
- **Botão (Sensor de pressão):** Exerce a função de ativador para os tatames, quando pressionado o tatame ativará. O botão deve ser resistente e a tampa não deve pressioná-lo mais que o necessário, permitindo o uso irrestrito pelos infantes.
- **Módulo de Temperatura (Resfriador Termoelétrico):** Exerce a função de estímulo externo sensor da sensação de frio. É importante que o material em que esse resfriador é utilizado seja um bom condutor de temperatura. Figura 10
- **Módulo de Vento (Ventoinha):** Exerce a função de estímulo exterosensor tátil da pressão do vento. Figura 9.

4.5 CASOS DE USO

Os casos de uso são os tipos de ações que o profissional poderá tomar ao usar o tatame.

- **Caso de Uso 01 - Instalar Módulos:** O usuário seleciona a sequência dos tatames ao pressioná-los em ordem, cada módulo receberá uma identificação (ID);
- **Caso de Uso 02 - Adicionar Textura:** O usuário adiciona, na tampa do módulo adequado, um aspecto tátil;
- **Caso de Uso 03 - Editar Módulo:** O usuário edita o módulo, utilizando o número ID do tatame (Caso de uso 1);
- **Caso de Uso 04 - Cadastrar Criança:** O usuário adiciona uma criança a sua lista;
- **Caso de Uso 05 - Iniciar Brincadeira:** O usuário seleciona, de sua lista de alunos, a(s) criança(s) que usará(ão) o tatame;
- **Caso de Uso 06 - Adequar Brincadeira:** O usuário edita o módulo, utilizando o número ID do tatame (Caso de uso 1) e o id da criança;
- **Caso de Uso 07 - Acompanhar Criança:** O usuário adiciona o status atual, seus comentários e achados, sobre a criança que observa brincar;

Figura 22 – Diagrama UML de Casos de Uso do TrATAME



Fonte: Elaborado pelo Autor

Observe na figura 22 que o usuário participa de todos os processos, ele terá total domínio sobre as informações ali contidas. O Responsável pela criança precisa fornecer dados sobre a criança e em como a criança tem evoluído, e pode ser também quem opera os tatames. E a criança, certamente, tem como única preocupação a brincadeira que lhe foi oferecida.

4.6 PROTOTIPAGEM

A prototipagem do sistema está à mostra no YouTube sob o link [38] referenciado na bibliografia.

5 CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou a ferramenta TrATAME, um tatame sensorial para o tratamento de TDS a partir das teorias de Ayres. Para isso, estudou-se o fenômeno da *Integração Sensorial*. O sistema foi desenvolvido para permitir um grande controle sobre os estímulos sensoriais dos módulos disponíveis.

Considera-se que a solução alcança seu objetivo de ser uma alternativa de baixo custo e de fácil uso por seu design e uma interface de controle simples. O tatame proposto oferece, também, uma grande flexibilidade no aspecto DIY do produto, proporcionando ao profissional a possibilidade de adicionar os estímulos que são necessários para sua situação.

Por fim, o trabalho trata do assunto nesse aspecto do desenvolvimento humano através dessa versão de tapete sensorial. Assim, se pretende propagar conhecimentos sobre Integração Sensorial, e sua importância no desenvolvimento e nos meios de vida humano.

5.1 TRABALHOS FUTUROS

O trabalho de Filho et al.[39], produzido no laboratório Lims do IFPI, é uma ferramenta especializada no acompanhamento de pacientes TEA. Uma forma de acoplar tal ferramenta no presente projeto seria utilizar a detecção de movimentos estereotípicos ¹, para entender como a criança reage ao ambiente sensorial criado pelo tatame. Outra forma de contribuição é a adição de um módulo sensor de batimentos cardíacos na ferramenta, que tem forma de pulseira, para posterior sincronização de estímulos sonoros com o ciclo cardíaco[40].

O artigo de Marshall, Gentsch-Ebrahimzadeh e Schütz-Bosbach[40], da Unidade de Psicologia Geral e Experimental encontrada na Universidade de Munique Ludwig Maximilian aponta a eficácia de estímulos *interoceptivos* ² no aumento da reatividade a estímulos. O estímulo interno utilizado no trabalho foi conduzido através de ondas sonoras síncronas com a fase sístole ³ do ciclo cardíaco. Uma forma de integrar esse potenciador sensorial seria a sincronia de som ou luz no processo de interação com o tapete sensorial. A sincronia poderia ser realizada por meio de um adereço especializado, como é o caso da pulseira de acompanhamento TEA de Filho et al.[39].

O Tatame à prova d'água, mencionado anteriormente, também seria uma grande adição

¹ Movimentos repetitivos semi-voluntários que ajudam no foco de pessoas em ambientes sensoriais avassaladores.

² Relativo a interocepção ou à percepção ou sensibilidade em relação a estímulos e variações no interior do corpo

³ A sístole é a contração do músculo cardíaco que resulta do esvaziamento dos ventrículos, ou seja, quando o sangue sai dos vasos. Neste momento, ocorre a passagem do sangue para a artéria pulmonar e aorta, a partir da abertura das válvulas semilunares.

REFERÊNCIAS

- 1 AYRES, A. et al. *Sensory Integration and the Child: Understanding Hidden Sensory Challenges*. Western Psychological Services, 2005. 3–5 p. ISBN 9780874244373. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=-7NeFNFswo0C>>. Citado 5 vezes nas páginas 7, 8, 14, 18 e 19.
- 2 ROLEY, S. et al. Understanding ayres sensory integration®. *OT Practice*, v. 12, p. CE–1, 09 2007. Disponível em: <https://digitalcommons.sacredheart.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1017&context=ot_fac>. Citado na página 14.
- 3 MILLER, L. J. et al. Concept evolution in sensory integration: a proposed nosology for diagnosis. *AJOT: American Journal of Occupational Therapy*, v. 61, p. 135+, 2022/6/18/ 2007. ISSN 02729490. Disponível em: <<https://link.gale.com/apps/doc/A208275788/AONE?u=anon~2d8b1240&sid=googleScholar&xid=60b000a4>>. Citado 5 vezes nas páginas 14, 21, 22, 23 e 24.
- 4 KILROY, E.; AZIZ-ZADEH, L.; CERMAK, S. Ayres theories of autism and sensory integration revisited: What contemporary neuroscience has to say. *Brain sciences*, Multidisciplinary Digital Publishing Institute, v. 9, n. 3, p. 68, 2019. Citado na página 14.
- 5 POSAR, A.; VISCONTI, P. Sensory abnormalities in children with autism spectrum disorder. *Jornal de pediatria*, SciELO Brasil, v. 94, p. 342–350, 2018. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/jped/a/hGVMgzMtDYtgtGKsC68M7dR/abstract/?lang=pt>>. Citado 4 vezes nas páginas 14, 19, 20 e 27.
- 6 SOUZA, R. F. de; NUNES, D. R. de P. Transtornos do processamento sensorial no autismo: algumas considerações. *Revista Educação Especial*, v. 32, p. 1–17, 2019. Citado 4 vezes nas páginas 14, 19, 22 e 23.
- 7 SILVA, E. R.; PEREIRA, A. P. S.; REIS, H. I. S. Processamento sensorial: nova dimensão na avaliação das crianças com transtorno do espectro autista. *Revista Diálogos e Perspectivas em Educação Especial*, v. 3, n. 01, 2016. Citado na página 14.
- 8 SMITH, I. C.; REICHOW, B.; VOLKMAR, F. R. The effects of dsm-5 criteria on number of individuals diagnosed with autism spectrum disorder: A systematic review. *Journal of autism and developmental disorders*, Springer, v. 45, n. 8, p. 2541–2552, 2015. Citado na página 14.
- 9 INEP. *Matrículas em creches públicas crescem em 2019; ensino médio em tempo integral também registra crescimento*. INEP, 2019. Disponível em: <<https://www.gov.br/inep/pt-br/assuntos/noticias/censo-escolar/matriculas-em-creches-publicas-crescem-em-2019-ensino-medio-em-tempo-integral-tambem-registra-crescimento>>. Citado na página 14.
- 10 MORENO, S. *Censo também vai levantar informações sobre autismo*. Radioagencia Nacional, 2022. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/radioagencia-nacional/saude/audio/2022-02/censo-tambem-vai-levantar-informacoes-sobre-autismo>>. Citado na página 14.
- 11 MATTOS, J. C. Alterações sensoriais no transtorno do espectro autista (tea): implicações no desenvolvimento e na aprendizagem. *Revista Psicopedagogia*, Associação Brasileira de Psicopedagogia, v. 36, n. 109, p. 87–95, 2019. Citado 3 vezes nas páginas 14, 19 e 22.

- 12 ASHBURNER, J.; ZIVIANI, J.; RODGER, S. Sensory Processing and Classroom Emotional, Behavioral, and Educational Outcomes in Children With Autism Spectrum Disorder. *The American Journal of Occupational Therapy*, v. 62, n. 5, p. 564–573, 09 2008. ISSN 0272-9490. Disponível em: <<https://doi.org/10.5014/ajot.62.5.564>>. Citado 4 vezes nas páginas 14, 19, 20 e 21.
- 13 YU, L. et al. Understanding foot loading and balance behavior of children with motor sensory processing disorder. *Children*, v. 9, n. 3, 2022. ISSN 2227-9067. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2227-9067/9/3/379>>. Citado na página 14.
- 14 Abdel Karim, A. E.; MOHAMMED, A. H. Effectiveness of sensory integration program in motor skills in children with autism. *Egyptian Journal of Medical Human Genetics*, v. 16, n. 4, p. 375–380, 2015. ISSN 1110-8630. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1110863015000038>>. Citado na página 14.
- 15 PETRY, J. R. et al. Tecnologia assistiva: Tapete sensorial para crianças autistas. 2018. Disponível em: <<https://publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/salaconhecimento/article/view/10476>>. Citado 6 vezes nas páginas 14, 22, 24, 25, 26 e 28.
- 16 SCHOEN, S. A. et al. A systematic review of ayres sensory integration intervention for children with autism. *Autism Research*, Wiley Online Library, v. 12, n. 1, p. 6–19, 2019. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/aur.2046>>. Citado na página 14.
- 17 CARDOSO, N. R.; BLANCO, M. B. Terapia de integração sensorial e o transtorno do espectro autista: uma revisão sistemática de literatura. *Revista Conhecimento Online*, v. 1, p. 108–125, 2019. Citado na página 14.
- 18 COSTA, D. *The just-right challenge in fieldwork*. 2008. Disponível em: <<https://duq.edu/assets/Documents/occupational-therapy/Fieldwork-Education/Suggested%20Readings/The%20just%20right%20challenge.pdf>>. Citado na página 14.
- 19 TUTHILL, J. C.; AZIM, E. Proprioception. *Current Biology*, v. 28, n. 5, p. R194–R203, 2018. ISSN 0960-9822. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960982218300976>>. Citado 3 vezes nas páginas 16, 17 e 18.
- 20 CASALE, J. et al. *Physiology, Vestibular System*. StatPearls Publishing, Treasure Island (FL), 2021. Disponível em: <<http://europepmc.org/books/NBK532978>>. Citado na página 16.
- 21 MILLER, L. et al. Perspectives on sensory processing disorder: a call for translational research. *Frontiers in Integrative Neuroscience*, v. 3, 2009. ISSN 1662-5145. Disponível em: <<https://www.frontiersin.org/article/10.3389/neuro.07.022.2009>>. Citado 3 vezes nas páginas 18, 22 e 23.
- 22 BECK, C. *About Ayres Sensory Integration*. 2021. Disponível em: <<https://www.theottoolbox.com/ayres-sensory-integration/>>. Citado na página 18.
- 23 TORELLO, E. M.; CARVALHO, L. M. de G.; SMAIRA, S. P. L. *O que é Terapia Ocupacional?* Disponível em: <<http://www.clinicaludens.com.br/especialidades-terapia-ocupacional-integracao-sensorial-grafomotricidade-terapia-da-mao-bobath/>>. Citado na página 18.

- 24 AYRES, A. J. *Sensory integration and praxis tests (SIPT)*. 1996. Disponível em: <<https://cdn.cocodoc.com/cocodoc-form-pdf/pdf/56970837-fillable-wps-test-repport-form.pdf>>. Citado na página 18.
- 25 BUFFONE, F. R. R. C.; SCHOCHAT, E. Perfil sensorial de crianças com transtorno do processamento auditivo central (tpac). In: SCIELO BRASIL. *CoDAS*. [S.l.], 2022. v. 34. Citado na página 19.
- 26 SHIMIZU, V.; MIRANDA, M. et al. Processamento sensorial na criança com tdah: uma revisão da literatura. 2012. Citado na página 21.
- 27 GUIDELLI, K. D. P.; SILVA, N. M. Tapete sensorial como meio de estimulaÇÃo de crianÇas com síndrome de down - estudo de caso. 2019. Citado 5 vezes nas páginas 22, 23, 24, 26 e 27.
- 28 BORGES, A. V.; CASTRO, E. F. de; BESSA, S. Os cinco sentidos no estágio sensÓrio motor. *Anais do Congresso de Iniciação Científica, Estágio e Docência do Campus Formosa*, 2016. Disponível em: <<https://anais.ueg.br/index.php/ciced/article/view/8751>>. Citado 4 vezes nas páginas 22, 23, 24 e 26.
- 29 MILLER, L. J. et al. Electrodermal responses to sensory stimuli in individuals with fragile x syndrome: a preliminary report. *American journal of medical genetics*, Wiley Online Library, v. 83, n. 4, p. 268–279, 1999. Citado na página 22.
- 30 SILVA, A. C. N. Alteração sensorial e atraso de linguagem em crianças com transtorno no espectro autista: uma revisão de literatura. Unicesumar - Universidade Cesumar: Maringá, 2020. Disponível em: <<http://rdu.unicesumar.edu.br/handle/123456789/7412>>. Citado na página 22.
- 31 BUCZKOSKI, D. Avaliação do perfil sensorial de indivíduos com transtorno do espectro autista frequentadores da associação aquarela pró-autista de erechim. 2019. Citado na página 23.
- 32 LIM, H.; CHAN, T.; YOONG, T. Denver developmental screening test (ddst). *Singapore Med J*, v. 35, p. 156–160, 1994. Citado na página 25.
- 33 PIAGET, J.; INHELDER, B. *A psicologia da criança: do nascimento à adolescência*. Analítico de Monografia, 2007. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/123456789/79>>. Citado na página 26.
- 34 ASSOCIATION, D. A. P.; ASSOCIATION, A. P. et al. *Diagnostic and statistical manual of mental disorders: DSM-5*. American psychiatric association Washington, DC, 2013. v. 5. 50–59 p. ISBN 978-0-89042-555-8. Disponível em: <http://repository.poltekkes-kaltim.ac.id/657/1/Diagnostic%20and%20statistical%20manual%20of%20mental%20disorders%20_%20DSM-5%20%28%20PDFDrive.com%20%29.pdf>. Acesso em: 29 mai. 2022. Citado 2 vezes nas páginas 27 e 28.
- 35 SPAIN, D. et al. Social anxiety in autism spectrum disorder: A systematic review. *Research in Autism Spectrum Disorders*, Elsevier, v. 52, p. 51–68, 2018. Citado na página 27.
- 36 HARTMAN, C. A. et al. Changing asd-adhd symptom co-occurrence across the lifespan with adolescence as crucial time window: Illustrating the need to go beyond childhood. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, Elsevier, v. 71, p. 529–541, 2016. Citado na página 27.

- 37 BANZI, M.; SHILOH, M. *Getting Started with Arduino: The Open Source Electronics Prototyping Platform*. Maker Media, Inc., 2014. ISBN 9781449363338. Disponível em: <<https://www.newbue.se/datasheets/a0/9781449363338.pdf>>. Citado na página 30.
- 38 MATHEUS, P. *TrATAME - Protótipos*. YouTube, 2022. Disponível em: <<https://youtu.be/GxEZTGEoXLo>>. Citado na página 39.
- 39 FILHO, E. de S. et al. Acompanhar - pulseira para análise de estereotipias motoras em portadores do transtorno do espectro autista. In: *Anais da VII Escola Regional de Computação Aplicada à Saúde*. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2019. p. 79–84. ISSN 0000-0000. Disponível em: <<https://sol.sbc.org.br/index.php/ercas/article/view/9039>>. Citado na página 40.
- 40 MARSHALL, A. C.; GENTSCH-EBRAHIMZADEH, A.; SCHÜTZ-BOSBACH, S. From the inside out: Interoceptive feedback facilitates the integration of visceral signals for efficient sensory processing. *NeuroImage*, v. 251, p. 119011, 2022. ISSN 1053-8119. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1053811922001409>>. Citado na página 40.

APÊNDICE A – ESPECIFICAÇÃO DE CASOS DE USO

ESPECIFICAÇÃO DOS CASOS DE USO 01 — INSTALAR

Objetivo

Este documento tem por objetivo descrever todos os fluxos envolvidos na especificação dos Casos de Uso 01 - Doação. São listados e detalhados todos os atores, fluxos, requisitos funcionais e não-funcionais.

Identificação dos Atores

Esta seção lista e descreve todos os atores envolvidos nos fluxos que compõem a especificação dos Casos de Uso 01 - Instalar Módulos.

- **Profissional:** A pessoa que controla os tatames;

Identificação dos Casos de Uso

Esta seção lista e descreve todos os casos de uso aqui descritos.

- **Ativar Tatame:** Este caso descreve como se dá o endereçamento de um tatame pelo profissional.
- **Adicionar Textura:** Este caso descreve como se dá a adição de estímulos sensoriais pelo profissional.
- **Editar Módulo:** Este caso descreve como se dá a especificação do comportamento padrão do tatame.

Detalhamento dos Fluxos

- **Ativar Tatame:** Este caso especifica a ação de ativar um módulo tatame no aplicativo de controle. O usuário ativa o sensor do tapete, para conferir o ID selecionado automaticamente.
 - **Atores:** Profissional;
 - **Pré-Condições:** Conectado à fonte de energia;
 - **Pós-Condições:** Tatame endereçado;
 - **Requisitos Funcionais:** Os tatames devem estar conectados à fonte de energia.

Fluxo Básico

1. O ator Profissional liga os tatames à fonte de energia;

2. O sistema verifica se é a primeira vez ligado à fonte;
3. O sistema recebe um ID do tatame master;
4. O sistema requisita um nome para o tatame identificado;
5. O usuário provê um nome;
6. O caso de uso se encerra.

Fluxo Alternativo A

No Passo 2, caso exista um ID cadastrado no Tatame:

1. O ID é mantido;
2. O controle mobile avisa o usuário do ocorrido;
3. Retorna ao fluxo básico, passo 4.

- **Adicionar Textura:** Este caso especifica a ação de instalar o estímulo sensorial do tatame. O usuário cola ou amarra o estímulo na tampa do módulo.

- **Atores:** Profissional;
- **Pré-Condições:** nenhum;
- **Pós-Condições:** Tatame sensorial;
- **Requisitos Funcionais:** Posse da tampa do tatame.

Fluxo Básico

1. O ator Profissional prepara o estímulo sensorial na tampa do tatame;
2. O ator encaixa a porta do tatame no módulo tatame;
3. O caso de uso se encerra.

- **Editar Tatame:** Este caso especifica a ação de instalar um comportamento padrão no tatame. O usuário usa o ID produzido no Caso de Uso - 1 para editar o tatame.

- **Atores:** Profissional;
- **Pré-Condições:** ID (Ativar Tatame);
- **Pós-Condições:** Tatame instalado;
- **Requisitos Funcionais:** Os tatames devem estar ativados (Ativar Tatame).

Fluxo Básico

1. O ator Profissional seleciona o ID do tatame;
2. O sistema acende as luzes do tatame especificado na cor branca;
3. O ator Profissional define os estímulos desejados;

4. O caso de uso se encerra.

Fluxo Alternativo A

No passo 2, caso o sistema acenda as luzes do tatame errado;

1. O ator Profissional muda o ID do tatame;
2. O sistema volta ao passo 2;
3. O caso de uso se encerra.

ESPECIFICAÇÃO DOS CASOS DE USO 02 — MONITORAR

Objetivo

Este documento tem por objetivo descrever todos os fluxos envolvidos no Caso de Uso 02 - Comunicação com o Doador. São listados e detalhados todos os atores, fluxos, requisitos funcionais e não-funcionais.

Identificação dos Atores

Esta seção lista e descreve todos os atores envolvidos nos fluxos que compõem a especificação dos Casos de Uso 02 - Monitorar.

- **Profissional:** A pessoa que controla os tatames;
- **Criança:** Público alvo dos tatames: Discentes entre 0 e 7 anos 11 meses e 29 dias;
- **Responsável:** A pessoa que retém as informações da criança;

Identificação dos Casos De Uso

Esta seção lista e descreve todos os casos de uso aqui descritos.

- **Cadastrar Criança:** Este caso descreve como se dá o cadastro de uma criança pelo profissional;
- **Acompanhar Criança:** Este caso descreve como se dá o acompanhamento de uma criança pelo profissional;

Detalhamento dos Fluxos

- **Cadastrar Criança:** Este caso especifica a ação de cadastrar uma *criança* na classe de um profissional.
 - **Atores:** Profissional, Responsável;
 - **Pré-Condições:** Aplicativo de controle TrATAME instalado no smartphone do profissional; Aberta a página de cadastro da criança;
 - **Pós-Condições:** *Criança* cadastrada;
 - **Requisitos Funcionais:** O Sistema deve prover uma interface para cadastro de *crianças*.

Fluxo Básico

1. O responsável provê informações sobre uma *criança*;
2. O profissional insere as informações imediatas, como nome e idade;
3. O profissional cria um plano de tratamento para a *criança*;

4. O profissional ajusta o estímulo dos tatames de acordo com o plano de tratamento;
 5. O caso de uso se encerra.
- **Acompanhar Criança:** Este caso especifica a ação de acompanhar uma *criança* na classe de um profissional.
 - **Atores:** Profissional, Criança;
 - **Pré-Condições:** Aplicativo de controle TrATAME instalado no smartphone do profissional;
 - **Pós-Condições:** *Criança* cadastrada;
 - **Requisitos Funcionais:** O Sistema deve prover uma interface para cadastro de *crianças*.

Fluxo Básico

1. O profissional observa a criança;
2. O profissional anota o desenvolvimento da criança em observações junto ao perfil cadastral no sistema;
3. O caso de uso se encerra.

Fluxo Alternativo A No passo 1, caso a informação venha do responsável:

1. O responsável descreve ações inéditas ou incomuns da criança em observações junto ao perfil cadastral no sistema;
2. O caso volta ao fluxo básico, passo 2.

ESPECIFICAÇÃO DOS CASOS DE USO 03 — ACOMPANHAR

Objetivo

Este documento tem por objetivo descrever todos os fluxos envolvidos no Caso de Uso 03 - Acompanhamento das Doações. São listados e detalhados todos os atores, fluxos, requisitos funcionais e não-funcionais.

Identificação dos Atores

Esta seção lista e descreve todos os atores envolvidos nos fluxos que compõem os Casos de Uso 03 - Acompanhar.

- **Profissional:** A pessoa que controla os tatames;
- **Criança:** Público alvo dos tatames: Discentes entre 0 e 7 anos 11 meses e 29 dias;

Identificação dos Casos de Uso

Esta seção lista e descreve todos os fluxos que compõem os casos de uso.

- **Iniciar Brincadeira:** Este caso descreve como se dá a seleção da pré-configuração dos tatames para um discente específico;
- **Adequar Brincadeira:** Este caso descreve como se dá a adequação de um tatame em relação à certa criança;

Detalhamento dos Fluxos

- **Iniciar *Brincadeira*:** Este caso especifica a ação de acompanhar uma *criança* cadastrada na classe de um profissional.
 - **Atores:** Profissional, Criança;
 - **Pré-Condições:** Aplicativo de controle TrATAME instalado no smartphone do profissional;
 - **Pós-Condições:** *Tatames* ajustados à certa criança;
 - **Requisitos Funcionais:** O Sistema deve prover uma interface para ajuste de *tatames*.

Fluxo Básico

1. O profissional seleciona a criança.
2. O profissional altera o plano de tratamento para a *criança*, e ajusta os tatames de acordo com seu progresso.
3. O caso de uso se encerra.

- **Adequar *Brincadeira*:** Este caso especifica a ação de acompanhar uma *criança* cadastrada na classe de um profissional.
 - **Atores:** Profissional, Criança;
 - **Pré-Condições:** Aplicativo de controle TrATAME instalado no smartphone do profissional;
 - **Pós-Condições:** *Tatames* ajustados à certa criança;
 - **Requisitos Funcionais:** O Sistema deve prover uma interface para ajuste de *tatames*.

Fluxo Básico

1. O profissional observa o progresso da criança.
2. O profissional altera o plano de tratamento para a *criança*.
3. O profissional ajusta os *tatames* de acordo com o plano atualizado.
4. O caso de uso se encerra.

APÊNDICE B – ESQUEMA TATAMES

**Visão Esquemática do sistema de cabeamento de
8 tatames servos em 1 tatame master.¹**

¹ Tatame simples com botão e LED

