

Universidade Federal do Maranhão
Centro de Ciências Exatas e Tecnologia - CCET
Curso de Design



Design de brinquedo-instrumento para auxílio na avaliação da coordenação motora e motricidade fina infantil

Igor Kaue Lima do Prado

São Luís, MA
2024

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA– CCET
DEPARTAMENTO DE DESENHO E TECNOLOGIA
CURSO DE DESIGN

IGOR KAUE LIMA DO PRADO

**DESIGN DE BRINQUEDO-INSTRUMENTO PARA AUXÍLIO NA AVALIAÇÃO DA
COORDENAÇÃO MOTORA E MOTRICIDADE FINA INFANTIL**

São Luís – MA

2024

IGOR KAUE LIMA DO PRADO

**DESIGN DE BRINQUEDO-INSTRUMENTO PARA AUXÍLIO NA AVALIAÇÃO DA
COORDENAÇÃO MOTORA E MOTRICIDADE FINA INFANTIL**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Curso de Design da Universidade Federal do
Maranhão, como requisito para obtenção do grau de
Bacharel em Design.

Orientador:
Prof. Dr. Márcio James Soares Guimarães

São Luís - MA

2024

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Prado, Igor Kaue Lima do.

Design de brinquedo-instrumento para auxílio na avaliação da coordenação motora e motricidade fina infantil / Igor Kaue Lima do Prado. - 2024.

72 f.

Orientador(a): Márcio James Soares Guimarães.

Curso de Design, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, Ma, 2024.

1. Design Para Educação. 2. Design de Produto. 3. Brinquedo Educativo. 4. Coordenação Motora. 5. Motricidade Fina. I. Guimarães, Márcio James Soares. II. Título.

IGOR KAUE LIMA DO PRADO

**DESIGN DE BRINQUEDO-INSTRUMENTO PARA AUXÍLIO NA AVALIAÇÃO DA
COORDENAÇÃO MOTORA E MOTRICIDADE FINA INFANTIL**

Aprovado em:

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Márcio James Soares Guimarães (Orientador)

DEDET – UFMA

Prof. Dr. José Evandro Rodrigues Guimarães (Examinador 1)

DEDET – UFMA

Prof. Dra. Karina Porto Bontempo (Examinadora 2)

DEDET – UFMA

*Dedicado às memórias do meu pai Antônio Prado e da
minha avó Sebastiana Lima, que embora tanto desejassem,
não puderam presenciar essa etapa da minha vida.*

“Se eu vi mais longe, foi por estar sobre ombros de gigantes”.

-Isaac Newton, 1675.

AGRADECIMENTOS

Ao prof. Márcio Guimarães, pelas inestimáveis orientações no trabalho e na vida. Aos prof. Evandro Guimarães e prof. Karina Bomtempo, professores de disciplinas divisoras de água na minha percepção do curso e da profissão.

À Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA), pelo suporte financeiro para realização de etapas cruciais deste projeto através do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação Científica (PIBIC). Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo suporte ao grupo de pesquisa Tato Ativo; que por sua vez foi pedra angular neste percurso.

A Rita Prado, mãe e Antônio Prado, falecido pai, por – sem saberem – terem me mostrado e ensinado o design vernacular e doméstico no dia a dia, que seria semente para o que faço hoje.

A Letícia Rosa, meu grande amor, por estar comigo em todos os momentos, recarregar minhas baterias e me fazer tão feliz.

A Carlos Lyra, Graça Galletti, João Guimarães, Thais Mondego, Ludmila Costa, e tantos outros companheiros do curso que, cada um a seu modo, contribuíram para minha formação como profissional e pessoa.

Ao Altíssimo, pela fortaleza e onipotência.

RESUMO

A fase inicial da infância, objeto deste estudo, representa o ápice do processo evolutivo caracterizado pela receptividade da criança à estimulação e aprendizado de habilidades sensório-motoras. Nesse cenário, o design emerge como um mediador e gerador de soluções, convergindo conhecimentos e produzindo materiais. Diante da relevância da avaliação psicomotora infantil e da necessidade de identificar o estágio de desenvolvimento, é imperativo criar instrumentos eficientes e confiáveis. Este trabalho objetivou desenvolver o projeto de um brinquedo-instrumento e seu protocolo de utilização para auxílio na avaliação da psicomotricidade da primeira infância. Para tal foram realizadas revisões assistemáticas e sistemáticas de literaturas pertinentes ao desenvolvimento psicomotor infantil, com foco especial na coordenação motora fina da mão. As informações coletadas embasaram a estruturação de um quadro-resumo com os consensos científicos sobre os marcos do desenvolvimento motor fino na primeira infância; tal levantamento pode se figurar como ponto de partida para novos projetos de design de produtos infantis. Como resultado, o brinquedo-instrumento, objeto de estudo deste trabalho, foi modelado em computador, fabricado via manufatura aditiva para avaliação preliminar e, por fim, remodelado para prototipação.

Palavras-chave: design para educação; design de produto; brinquedo educativo; coordenação motora; motricidade fina.

ABSTRACT

The early childhood phase, the object of this study, represents the peak of this evolutionary process characterized by the child's receptiveness to stimulation and learning of sensorimotor skills. In this scenario, Design emerges as a mediator and generator of solutions, converging knowledge and producing materials. Given the relevance of child psychomotor assessment and the need to identify the stage of development, it is imperative to create efficient and safe instruments. This work aimed to develop the project of a toy-instrument and its usage protocol to assist in the assessment of early childhood psychomotor skills. For this purpose, unsystematic and systematic reviews of literature concerning child psychomotor development were carried out, focusing on the fine motor development of the hand. The information collected was used to structure a summary table with scientific consensus on the milestones of fine motor development in early childhood; this table can work as a starting point for new design projects for children's products. As result, the toy-instrument, the object of study in this work, was modeled on a computer, printed via additive manufacturing for preliminary evaluation and, finally, remodeled for prototyping.

Keywords: *design for education; product design; educational toy; motor coordination; fine motor skills*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – O processo de design segundo Löbach.	28
Figura 2 – Materiais para manipulação de cadarços e cordas.	33
Figura 3 – Materiais para identificação de cores, formas, frutas e manuseio.	34
Figura 4 – Materiais para manuseio de blocos, encaixes e identificação de formas, letras e cores.	34
Figura 5 – Participante de 3 anos. Constrói torre de 6 blocos.	35
Figura 6 – Participante de 3 anos (esq.) e 4 anos (dir.), amarrando cadarços.	35
Figura 7 – Participante de 3 anos, utilizando brinquedo aramado.	36
Figura 8 – Participante de 4 anos, utilizando brinquedo aramado.	36
Figura 9 – participante de 4 anos jogando argolas.	37
Figura 10 – Variados testes de elementos e suas funções.	37
Figura 11 – Painéis sensoriais.	38
Figura 12 – Gabarito para verificação de risco de asfixia conforme ABNT NBR NM 300-1.	39
Figura 13 – Gabarito para verificação de risco de ingestão conforme ABNT NBR NM 300-1.	39
Figura 14 – (Esq.) Gabaritos NBR NM 300-1 em 50% do tamanho para testes preliminares. (Dir.) Os mesmos, em tamanho real.	40
Figura 15 – <i>Rendering</i> da primeira versão.	41
Figura 16 – Materialização em 50% do tamanho real para agilização do processo de teste.	41
Figura 17 – Materialização em tamanho real através de impressão 3D.	42
Figura 18 – Faces laterais do chassi, com e sem as peças.	43
Figura 19 – Parafusos e chaves.	43
Figura 20 – Face traseira do chassi, sem (acima) e com tampa (abaixo).	44
Figura 21 – Detalhamento das roscas das rodas.	44
Figura 22 – Vista explodida de todos os componentes.	45
Figura 23 – Desenho técnico do chassi esquerdo. Demais desenhos técnicos na seção “Anexos”.	45
Figura 24 – Materialização da versão final para validação via manufatura aditiva	46
Figura 25 – Detalhe da face posterior do carro, na conformação com cadarço (esq.) e na conformação fechada (dir.)	46

Figura 26 – Detalhe de ferramentas e dos parafusos	47
Figura 27 - Peças utilizadas sem o chassi, para avaliação de empilhamento, equilíbrio e interação de modo geral.....	47

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Desenvolvimento Infantil, segundo Piaget.....	20
Quadro 2 – Requisitos mínimos para segurança de brinquedos infantis conforme Portaria nº 302/2021.	24
Quadro 3 – Normas complementares para segurança de brinquedos e artefatos adjacentes.....	25
Quadro 4 – Quadro de consensos sobre o desenvolvimento da motricidade fina.....	31
Quadro 5 – Protocolo: Apresentação do instrumento e seus componentes.	48
Quadro 6 – Protocolo: Atividades, movimentos e comportamentos esperados.....	51

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	14
1.1.	Objetivos.....	15
1.1.1.	Objetivo Geral.....	15
1.1.2.	Objetivos específicos.....	15
1.2.	Justificativa	15
2.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1.	A cocriação e a potência da autonomia da criança	17
2.2.	A Importância do processo	18
2.3.	O desenvolvimento da psicomotricidade	19
2.4.	A avaliação da motricidade fina	22
2.5.	Segurança do usuário e antropometria infantil.....	23
3.	METODOLOGIA	27
3.1.	Estudo sistemático	27
3.2.	O processo de design industrial segundo Löbach.....	27
3.3.	Geração de alternativas e fabricação	29
4.	RESULTADOS	30
4.1.	Quadro de consensos	30
4.2.	Visita de campo.....	33
4.2.1.	Materiais pedagógicos.....	33
4.2.2.	Verificação dos consensos.....	35
4.3.	Desenvolvimento do protótipo.....	37
4.3.1.	Primeira versão	40
4.3.2.	Versão final.....	42
4.4.	Protocolo de uso do brinquedo-instrumento	47
4.4.1.	Apresentação do instrumento e seus componentes.....	48
4.4.2.	Atividades, movimentos e comportamentos esperados	51
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	55

REFERÊNCIAS.....	58
APÊNDICES.....	60
ANEXOS	68

1. INTRODUÇÃO

Os processos de descoberta e de interação com o meio realizados durante a infância são extensos e complexos e foram trabalhados por diversos pesquisadores ao longo de décadas, cada qual com a abordagem do seu campo de atuação. Seja pedagogia, pediatria, terapia ocupacional ou até o conhecimento empírico de cuidadores, tais trabalhos não devem ser vistos de maneira imutável; cada um possui pontos a colaborar com o todo. De todo modo, há o consenso de que para que a criança tenha sucesso em seu desenvolvimento é imprescindível a interação e o contato com estímulos de toda natureza.

Serrano e Luque (2020) afirmam que o progresso de execução da motricidade fina é fundamental ao desenvolvimento infantil, pois promove a interação da criança com o meio. É através da exploração manual que a criança desenvolve a consciência de si mesma e do mundo exterior, esta condição é essencial à maturação de suas habilidades motoras, físicas, mentais e sociais.

Maria Montessori (2021), afirma que o desejo pelo desafio se trata de um instinto natural que promove excelentes resultados; e que os pequenos esforços desenvolvidos renderão frutos indispensáveis para que as crianças se tornem adultos saudáveis. Sua abordagem exalta a independência e a potência desse período de descobertas; na contramão da percepção de que crianças são vulneráveis e incapazes.

Dada a pluralidade de conceitos, abordagens, métodos e vivências, para a realização de qualquer intervenção nessa área, é necessário um estudo minucioso, que realize a convergência de diversas teorias de desenvolvimento psicomotor e aprendizagem. O trabalho de Fonseca (2008) é um exemplo disso. O autor revisa escolas e postulados científicos e tece correlações e contradições entre diferentes abordagens, gerando uma rede de saberes frutíferas para o desenvolvimento de estudos futuros.

Tendo como base a literatura, as experiências de campo e as potências do design de produtos, surge a oportunidade projetual do desenvolvimento de um brinquedo-instrumento que contribua com o cenário da aferição da psicomotricidade infantil, aliando a ludicidade ao cumprimento da função avaliativa.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo Geral

Desenvolver o projeto de um brinquedo-instrumento e seu protocolo de utilização para auxílio na avaliação da psicomotricidade da primeira infância.

1.1.2. Objetivos específicos

- Realizar estudo sistemático de autores de referência acerca do desenvolvimento psicomotor, coordenação motora e motricidade fina;
- Levantar consensos sobre idades e padrões de comportamentos esperados, a fim de associar os comportamentos esperados à forma físicas correspondentes;
- Elaborar desenhos e modelar o produto;
- Elaborar o protocolo de uso;

1.2. Justificativa

As intervenções do Design no campo da Educação são reconhecidas pela produção de tecnologias assistivas educacionais geradoras de recursos que auxiliam o estudante na execução de tarefas. Segundo Guimarães (2020), o Design para a Educação é um processo que alia práticas projetuais interdisciplinares do design à Educação, resultando na possibilidade de desenvolvimento de projetos de produtos e serviços direcionados aos meios de ensino e aprendizagem.

O instrumento a ser desenvolvido por este trabalho, surge da necessidade de responsáveis e profissionais de aferir o estágio de desenvolvimento psicomotor da criança; capacidade intimamente relacionada com competências de outros setores, como o social e a resolução de problemas. As avaliações das competências da criança frequentemente são realizadas por meio da manipulação de brinquedos e materiais escolares. Esta abordagem se estabeleceu como um meio acessível de sondar as habilidades cognitivas, motoras e socioemocionais das crianças, permitindo uma compreensão mais holística de seu desenvolvimento (Serrano e Luque, 2020; Montessori, 2021; Oliveira, 2014; Liddle e Yorke, 2007). Todavia, é necessário reconhecer a necessidade de criar instrumentos dedicados e adaptados precisamente para essa finalidade avaliativa. A concepção de ferramentas específicas e sensíveis ao contexto infantil, capazes de capturar nuances sutis das capacidades em crescimento, atua como um catalisador para a obtenção de avaliações mais precisas

e abrangentes, culminando em uma compreensão mais refinada e informada das trajetórias de desenvolvimento infantil.

Uma questão pertinente relacionada aos materiais voltados para a infância são seus custos ao consumidor final. Isso se estende desde materiais didáticos até brinquedos. O custo de produção frequentemente não é refletido no preço do varejo, o que é uma prática comum em qualquer indústria, bem como uma das bases fundamentais do mercado e do lucro. Lima e Rocha (2020) exploram possibilidades projetuais e comerciais através do conceito de Open Design, que surgiu junto com o advento da internet e das comunidades virtuais. Trata-se de uma modalidade de projeto em que os desenvolvedores se abstêm da individualidade da autoria, disponibilizando todo o material livre e gratuitamente. Esse altruísmo cria um produto que pode ser, inclusive, evoluído de maneira colaborativa e online. Exemplos incluem desenvolvimento de softwares complexos e disponibilização de produtos de mobiliário para a fabricação; bastando apenas o download e a materialização local. Nesse modelo de produção não se busca lucro ou reconhecimento pessoal, mas sim a colaboração coletiva para o desenvolvimento de soluções. Desse modo, um produto como o objeto de estudo deste trabalho ser financeiramente inacessível conflitaria com sua capacidade de suprir a demanda identificada.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. A cocriação e a potência da autonomia da criança

Ao trabalhar a abordagem de Design Centrado no Humano, Krippendorff (2000) destaca que o papel do designer como indivíduo pensante e ativo, inserido em contextos e fruto de vivências e particularidades. Nessa abordagem de design, o projeto deixa de ser uma prática padronizada e passa a ser uma prática de interações com sujeitos reais, onde o produto não é apenas criado, mas cocriado. Assim é possível não apenas conhecer as demandas, mas também as sentir e, portanto, realizar intervenções abrangentes e profundas. O planejamento de intervenções dessa natureza, cujo público é diverso e possui inúmeras complexidades, e deve se fazer presente em todas as etapas projetuais de um modo direto ou indireto, é o propósito do design inclusivo.

As vivências e os trabalhos de Maria Montessori (2021) foram um ponto inicial na percepção da participação da criança em seus núcleos. Ela indica que crianças não devem ser percebidas como pequenos seres alheios ao meio, mas sim como indivíduos com todas suas particularidades devidas.

Para Montessori (idem) desde os primeiros meses de vida já perceptível a capacidade da criança de absorver os estímulos do meio através da linguística, pois os bebês demonstram uma notável capacidade de comunicação por meio de gestos, expressões faciais e vocalizações. Esse processo precoce de interação é etapa essencial para o estabelecimento de uma base sólida na construção da linguagem. Ao negligenciar um ambiente que estimule a interatividade e a autonomia, corre-se o risco de tolher esse processo natural e inato, limitando o repertório comunicativo das crianças e afetando sua capacidade de se expressar, compreender e se conectar com o mundo ao seu redor.

A interação física e o desenvolvimento da motricidade fina são fundamentais para a interatividade e a autonomia infantil: ao explorarem objetos e texturas, por exemplo, as crianças adquirem informações sensoriais para o desenvolvimento da motricidade fina, envolvendo movimentos precisos das mãos, processo essencial para a aquisição de habilidades como escrita quanto para gestos sociais. Projetos de design que incentivam a interação tátil e a manipulação de objetos não apenas fortalecem essas habilidades motoras, mas também promovem a comunicação e a

autoconfiança das crianças, criando ambientes enriquecedores que consideram a interligação entre o físico e o linguístico (Montessori, 2021; Serrano e Luque, 2020).

2.2. A Importância do processo

Segundo Wade e Berg (1991), há vícios comuns entre os pesquisadores da área do estudo das atividades motoras, que podem prejudicar a interpretação dos resultados, especialmente quando aplicados para crianças em desenvolvimento. Nesse tipo de estudo, o resultado da tarefa, pode ser considerado o ideal para avaliar o que está sendo abordado. Contudo, essa abordagem costuma ser fundamentada em suposições tênues. São elas:

- O pesquisador selecionou uma tarefa que representa uma ampla gama de outras habilidades;
- Os resultados da tarefa podem ser generalizados para outras habilidades.

Esse padrão é frequentemente observado quando os pesquisadores concentram sua atenção exclusivamente nos erros cometidos durante a execução da tarefa, negligenciando as nuances do desenvolvimento motor e cognitivo que moldam essas ações. Ao adotar uma perspectiva limitada e centrada nos erros, perde-se a oportunidade de capturar a progressão gradual das habilidades motoras finas e das estratégias de execução adotadas pelas crianças.

Esse foco excessivo nos erros pode levar a interpretações simplistas, nas quais as falhas são interpretadas como uma medida única do desempenho infantil, sem levar em conta a trajetória de aprendizado que esses erros muitas vezes representam. O processo de desenvolvimento motor é um processo evolutivo que envolve tentativa e erro, ajustes progressivos e adaptações, todos eles desempenhando um papel fundamental na aquisição de habilidades motoras complexas (Serrano e Luque, 2020; Liddle e Yorke, 2007). Portanto, ao não considerar o contexto mais amplo do desenvolvimento infantil e o processo de aprendizado, a relação entre o estudo e seus resultados pode se tornar desequilibrada e inconsistente.

Uma abordagem mais abrangente e equilibrada deve não apenas avaliar os erros, mas também compreender o raciocínio por trás das ações das crianças, suas estratégias de resolução de problemas e a evolução gradual de suas habilidades motoras. Integrar a análise dos erros no contexto do desenvolvimento motor ajuda a

obter uma visão mais precisa e contextualizada do progresso das crianças, permitindo uma interpretação mais completa e significativa dos resultados do estudo. Portanto, é imperativo que os pesquisadores direcionem sua atenção não apenas para os erros cometidos, mas também para o processo de desenvolvimento motor e cognitivo subjacente, a fim de estabelecer relações mais sólidas e bem embasadas entre a pesquisa e suas conclusões (Wade e Berg, 1991).

2.3. O desenvolvimento da psicomotricidade

Henri Wallon (apud Fonseca, 2008; Falcão e Barreto 2009) define a psicomotricidade como a relação inseparável entre a ação (movimento) e o pensamento. Movimento e pensamento estão entrelaçados, manifestando-se em gestos, ações e expressões que refletem processos cognitivos e emocionais. Esta interação é essencial para o desenvolvimento, aprendizado e expressão individuais, permeando desde o desenvolvimento infantil até a terapia e a educação.

Lev Vygotsky (apud Fonseca, 2008) argumenta que o desenvolvimento das habilidades motoras em crianças é moldado por meio das interações sociais, especialmente com adultos e outras crianças dos seus núcleos. Essas interações proporcionam oportunidades para aprendizado e adoção de complexos comportamentos motores e sociais. A abordagem de Vygotsky enfatiza o papel mediador da linguagem e da cultura nesse processo, permitindo que as crianças internalizem conhecimentos e habilidades dentro do seu contexto social. Além disso, destaca a importância do brincar no desenvolvimento motor, pois permite que as crianças experimentem movimentos, estimulando a imaginação e a coordenação.

Há também a distinção entre os dois níveis de desenvolvimento - o real e o potencial. Essa abordagem oferece uma perspectiva única sobre o crescimento cognitivo e as habilidades da criança. O nível de desenvolvimento real reflete as competências que a criança já é capaz de executar de forma independente, sem assistência externa. Essas habilidades representam o estado atual do seu desenvolvimento e proporcionam uma visão tangível das suas capacidades práticas.

Por outro lado, o nível de desenvolvimento potencial revela um horizonte mais amplo de habilidades que a criança pode alcançar, desde que receba o apoio adequado, orientações e interações sociais. Vygotsky ressalta que este nível, embora não seja evidenciado imediatamente, é um indicador mais abrangente do verdadeiro

potencial de crescimento da criança. Ele considera que, ao fornecer o estímulo correto e uma estrutura de suporte, é possível ampliar significativamente as capacidades da criança, permitindo-lhe realizar tarefas que inicialmente estariam além de suas habilidades atuais (Fonseca, 2008).

A ênfase de Vygotsky no nível de desenvolvimento potencial como referência para avaliar o estágio de desenvolvimento da criança ressalta a importância das interações sociais e do ambiente educacional. Nesse sentido, a teoria de Vygotsky apresenta alguns pontos de discordância em relação à perspectiva de outro autor influente e seu contemporâneo: Jean Piaget.

Piaget defende uma abordagem significativamente mais individualista no que diz respeito à aprendizagem e ao desenvolvimento, em contrapartida à visão de Vygotsky, que enfatiza a interação social. Entretanto, ambas as teorias convergem ao abordar o desenvolvimento cognitivo em estágios distintos: Piaget propõe os estágios de desenvolvimento sensório-motor, pré-operacional, operacional concreto e operacional formal, destacando a importância das habilidades motoras como base para o avanço cognitivo ao longo desses estágios (Fonseca, 2008).

Quadro 1 – Desenvolvimento Infantil, segundo Piaget.

Sensório-motor	Pré-operacional	Operacional	Formal
0 – 2 anos	2 – 7 anos	7 – 11 anos	+12 anos
<ul style="list-style-type: none"> • Tendências instintivas • Primeiras emoções • Reflexos biológicos • Egocentrismo corporal e total • Coordenação da mão e da visão • Manipulação de objetos • Noção de superfície corporal • Aquisição da marcha • Exploração de objetos • Conduta de suporte • Coordenação de ações que exigem uma sequência espaço-temporal • Inteligência prática • Regulações afetivas elementares • Gesto como pré-linguagem 	<ul style="list-style-type: none"> • Coordenação perceptivo-motora • Aparecimento da função simbólica • Jogo de imitação • Interiorização da imitação sem a presença dos objetos ou dos modelos • Imitação acontece dentro do indivíduo (e não na ação) • Relações passado-futuro • Noções do objeto, espaço, tempo e causalidade já utilizadas na ação efetiva 	<ul style="list-style-type: none"> • Pensamento lógico • Classificações, correlações, matrizes, adição e multiplicação, relações de ordem • Acabamento de certos sistemas de conjunto • Cooperação lúdica • Relação adequada entre atividade instrumental e atividade simbólica 	<ul style="list-style-type: none"> • Generalização e abstração • A hipótese é uma operação concreta e a sua relação com a conclusão é realizada por estruturas operacionais de conjunto • Usa a lógica das proposições • Soluções hipotético-dedutivas em que já entram as estruturas lógicas das proposições • Formação da personalidade • Pré-sistematização do raciocínio • Inserção intelectual e afetiva na sociedade do adulto

Fonte: adaptado de Fonseca (2008)

Enquanto Vygotsky destaca o papel central das interações sociais, especialmente com adultos ou crianças mais experientes, na formação do pensamento e aprendizado, Piaget enfatiza o papel das interações individuais da criança com o ambiente físico na construção do conhecimento. Sustenta que a criança é um construtor ativo do conhecimento, progredindo por estágios de desenvolvimento cognitivo, em que as estruturas mentais se reorganizam por meio da assimilação e acomodação. Para ele, o desenvolvimento é uma conquista individual e autônoma, baseada na exploração do ambiente físico (Fonseca, 2008).

Essas teorias podem ser consideradas complementares em vez de contraditórias, especialmente ao reconhecer que o desenvolvimento infantil é uma jornada intrincada, influenciada por interações tanto individuais quanto sociais. Ambas as perspectivas ampliam a compreensão sobre como as crianças aprendem, amadurecem e se engajam com o mundo que as cerca.

A abordagem pedagógica proposta por Montessori (2021) apresenta vínculos com os teóricos previamente citados. Montessori enfatiza primordialmente a autonomia das crianças e sua inerente ânsia por desafios, proporcionando-lhes uma via de aprendizado fundamentada na exploração ativa. Este preceito se conecta com a perspectiva de Piaget, no que tange à conquista da autonomia que emerge da engajada exploração e dos processos mentais intrínsecos a essa busca. Ademais, a abordagem montessoriana, que se propõe a arquitetar um ambiente propício para que as crianças interajam com problemas e com o meio, encontra consonância com a concepção de Vygotsky, onde sujeitos mais experientes, como adultos ou pares de maior conhecimento, atuam como agentes facilitadores para fomentar a aprendizagem em potencial. A ênfase conferida por Montessori à motricidade e à instrução prática também estabelece ligações com as concepções de ambos os autores acerca do papel significativo da ação física no desenvolvimento cognitivo infantil.

As abordagens analisadas concordam que a interação e a brincadeira são mais do que simples entretenimento, sendo atividades essenciais na vida das crianças. As teorias destacam a necessidade de abordagens técnicas e científicas na elaboração de métodos e materiais educativos que possibilitem explorar completamente o potencial das crianças. Ao considerar a interação e a brincadeira como enriquecimento do desenvolvimento humano, o Design pode desenvolver produtos e intervenções que

não apenas ensinam, mas também capacitam e preparam as crianças para enfrentar a vida de maneira competente e abrangente.

2.4. A avaliação da motricidade fina

Serrano e Luque (2020) destacam a importância do desenvolvimento da motricidade fina para o crescimento e amadurecimento infantil. A motricidade fina refere-se às habilidades que envolvem movimentos delicados e precisos das mãos e dos dedos, como agarrar pequenos objetos, desenhar, recortar e manipular peças. Essa capacidade é fundamental para a interação da criança com o ambiente ao seu redor.

Através da exploração manual, a criança não apenas compreende de forma mais completa e consciente o mundo ao seu redor, mas também adquire informações táteis, sensoriais e espaciais cruciais para a percepção e compreensão do ambiente. Essas experiências sensoriais também moldam a consciência de si mesma, permitindo que a criança reconheça seu corpo e suas capacidades. Além disso, essa exploração contribui para o desenvolvimento da coordenação olho-mão, fundamental para tarefas que requerem precisão visual e motora, como segurar objetos, escrever e outras atividades que não apenas refinam as habilidades motoras, mas também fomentam competências cognitivas como planejamento, concentração e resolução de problemas (Liddle e Yorke, 2007).

A mão é protagonista nesse processo, em que a partir dos 6 meses, com a pega intencional, a atenção será atraída para o manuseio; e a partir do 10º mês, o trabalho efetivo começa a ser realizado (Montessori, 2021).

Dada a importância do acompanhamento das potencialidades da criança, alguns autores realizaram trabalhos cujo escopo é identificar quais padrões de comportamento observáveis cada faixa etária. Esses trabalhos costumam usar uma linguagem pessoal e íntima, dialogando diretamente com o leitor – onde costuma ser feita a presunção de que são os pais ou professores. Essa linguagem costuma simplificar conceitos teóricos complexos; essa acessibilidade deve ser um fator preponderante na divulgação científica e na elaboração de instrumentos de Design.

As avaliações das competências da criança são frequentemente realizadas por meio da manipulação de brinquedos e materiais escolares. Esta abordagem se estabeleceu como um meio acessível de sondar as habilidades cognitivas, motoras e

socioemocionais das crianças, permitindo uma compreensão mais holística de seu desenvolvimento (Serrano e Luque, 2020; Montessori, 2021; Oliveira, 2014; Liddle e Yorke, 2007).

Todavia, é necessário reconhecer a necessidade de criar instrumentos dedicados e adaptados precisamente para essa finalidade avaliativa. A concepção de ferramentas específicas e sensíveis ao contexto infantil, capazes de capturar nuances sutis das capacidades em crescimento, atua como um catalisador para a obtenção de avaliações mais precisas e abrangentes, culminando em uma compreensão mais refinada e informada das trajetórias de desenvolvimento infantil.

Dada a pluralidade de abordagens presentes nesses estudos e nos protocolos de avaliação gerados por esses autores, surgiu a necessidade de delinear pontos em comum, que traduzam o que pode ser definido como um consenso sobre o que se esperar da motricidade de uma determinada faixa etária em condições ideais.

2.5. Segurança do usuário e antropometria infantil

O Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro) é uma autarquia federal brasileira vinculada ao Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços, responsável por estabelecer normas e procedimentos técnicos para promover a qualidade de produtos e serviços no Brasil. Entre suas funções, destaca-se a regulação e fiscalização de padrões metrológicos e a certificação de conformidade, visando garantir a segurança e a confiabilidade dos bens de consumo (Inmetro, 2023)

No contexto de produtos cujos usuários primários serão crianças, o Inmetro desempenha um papel essencial na certificação de segurança, exigindo que projetistas e fabricantes sigam normas que garantam que os produtos não representem riscos de asfixia, intoxicação ou ferimentos para as crianças. O designer, como um dos protagonistas das etapas de projeto, prototipação e testes, deve – em todo o processo – considerar as normas como requisitos obrigatórios.

Através da portaria n.º 302, de 12 de julho de 2021, foi aprovado o regulamento técnico da qualidade e os requisitos de avaliação da conformidade para brinquedos; um documento que categoriza e define uma extensa variedade de brinquedos e seus elementos constituídos. Em seguida, são realizadas uma série de recomendações

para cada tipo de artefato que pode ser encontrado no brinquedo, no seu uso ou na sua embalagem (Inmetro, 2021; Cunha e Daroda, 2023).

Alguns critérios são considerados básicos e devem ser atendidos com prioridade, conforme salientado por Antonioli, Romão Jr. e Antunes Neto (2023):

Quadro 2 – Requisitos mínimos para segurança de brinquedos infantis conforme Portaria nº 302/2021.

Devem ser apropriados à idade, interesse e nível de habilidade.
Materiais devem ser resistentes, não tóxicos e não inflamáveis
Ruídos de mais de 100 decibéis podem prejudicar a audição
Correntes, tiras e cordas com mais de 15 cm apresentam risco de estrangulamento em crianças pequenas
Proibido vidro para crianças menos de 5 anos
Brinquedos elétricos possuem risco de queimaduras
Brinquedos ligados na rede elétrica ou com pilhas não desaconselhados para menos de 8 anos
Atenção a partes pequenas que possam ser engolidas
Atenção às normas de uso de ftalatos (material utilizado na fabricação com PVC)
Pós, pastas (incluindo massa de modelar), gel ou líquido não podem apresentar toxicidade oral aguda, irritação ocular, irritação da mucosa oral nem contaminação microbiológica
Migração de elementos não pode superar os limites para metais pesados
É preciso existir indicação – quando necessário – de restrições de faixa etária

Fonte: adaptado de Antonioli, Romão Junior, Antunes Neto (2023).

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é a entidade responsável pela normalização técnica no Brasil, estabelecendo padrões e diretrizes que visam promover a qualidade, segurança e eficiência em diversos setores da indústria. Por ela, normas são desenvolvidas, publicadas e amplamente utilizadas por empresas e órgãos governamentais para garantir a conformidade com critérios técnicos em produtos e serviços. Frequentemente as normas brasileiras aprimoram ou conformam-se com normas internacionais (BRASIL, 2022b).

A portaria nº 302/2021 indica uma série de normas ABNT e uma da IEC (*International Electrotechnical Commission*) como documentos complementares (Quadro 03). Elas definem recomendações e padronização de ensaios para tipos de riscos diferentes.

Quadro 3 – Normas complementares para segurança de brinquedos e artefatos adjacentes.

ABNT NBR NM 300-1:2011	Segurança de brinquedos: Propriedades gerais, mecânicas e físicas
ABNT NBR NM 300-2:2004	Segurança de brinquedos: inflamabilidade
ABNT NBR NM 300-3:2011	Segurança de brinquedos: migração de certos elementos
ABNT NBR NM 300-4:2004	Segurança de brinquedos: jogos de experimentos químicos e atividades relacionadas
ABNT NBR NM 300-5:2004	Segurança de brinquedos: jogos químicos distintos de jogos de experimentos
ABNT NBR NM 300-6:2004	Segurança de brinquedos: brinquedos elétricos
ABNT NBR 13793:2012	Segurança de mamadeiras e bicos de mamadeira
ABNT ISO/TR 8124-8:2017	Diretrizes para a determinação do início da faixa etária
IEC 60825-1:2014	<i>Safety of laser products</i>

Fonte: Inmetro, 2021

Além da segurança, conforto e ergonomia são outros aspectos de grande relevância no design de brinquedos e parte do diferencial que o designer agrega a um projeto dessa natureza. Dul e Weerdmeester (2004 *apud* Bianchi e Selau, 2015) e Mont'Alvão e Damázio (2008 *apud* idem) concordam quanto ao impacto da ergonomia na percepção de qualidade, na usabilidade e na eficiência de todo trabalho realizado em uma determinada interface de interação.

Dreyfuss e Tilley (2005) é a literatura de referência para medidas antropométricas de diversas faixas etárias, tornando-se peça importante de variados projetos de design e arquitetura pelo mundo. Contudo, são estudos antropométricos baseados em populações europeias ou norte-americanas, cujo biotipo pode não refletir com precisão as características das crianças latino-americanas, dados diferentes fatores como etnia, nutrição e condições socioeconômicas. Essa ausência de especificidade regional pode comprometer a eficácia e a segurança de produtos desenvolvidos para o público em questão, uma vez que são, muitas vezes, adaptados a padrões internacionais que não correspondem às especificidades corporais dessas populações. Portanto, há necessidade de estudos que contemplem a diversidade antropométrica das crianças latino-americanas, a fim de subsidiar a criação de normas, produtos e políticas públicas mais inclusivas e adequadas.

Embora necessitando averiguação da compatibilidade com o público-alvo, Dreyfuss e Tilley (2005) apresentam medidas antropométricas úteis e com detalhamento contextual de o que é esperado da criança em determinada faixa etária,

especialmente no que diz respeito a coordenação motora ampla. Foram utilizados neste trabalho os excertos referentes a faixa etária de 1 a 6 anos (Anexo A ao F).

3. METODOLOGIA

3.1. Estudo sistemático

A revisão bibliográfica sistemática pode ser definida como sendo:

Um modo de revisão onde é explicitado o processo como foi conduzida, permitindo a rastreabilidade dos critérios adotados ao longo de sua realização. Esta sistematização possibilita que outros pesquisadores consigam replicar o mesmo processo e critérios (Santos, 2018, p. 45).

Como este trabalho busca identificar e convergir informações acerca do que seria o estado-da-arte do tema em questão, este método se faz plausível para a busca e seleção de literatura pertinente de maneira eficiente. De todo modo, também foi realizada revisão assistemática da literatura.

Desse modo, foram adotados os seguintes critérios de seleção:

- Palavras-chave: desenvolvimento psicomotor; psicomotricidade; desenvolvimento infantil; etapas do desenvolvimento e seus equivalentes em inglês.
- Livros, artigos e citações presentes no motor de busca Google Acadêmico, pela sua capacidade de abranger uma ampla gama de plataformas, base de dados e eventos.
- Literatura presente na biblioteca universitária e do núcleo de pesquisa.
- Tratar da psicomotricidade fina manifestada através de atividades com a mão; isto é, atividades como pular, correr e arremessar, apesar de delimitarem marcos importantes no desenvolvimento, fogem do escopo do projeto do qual este trabalho faz parte.

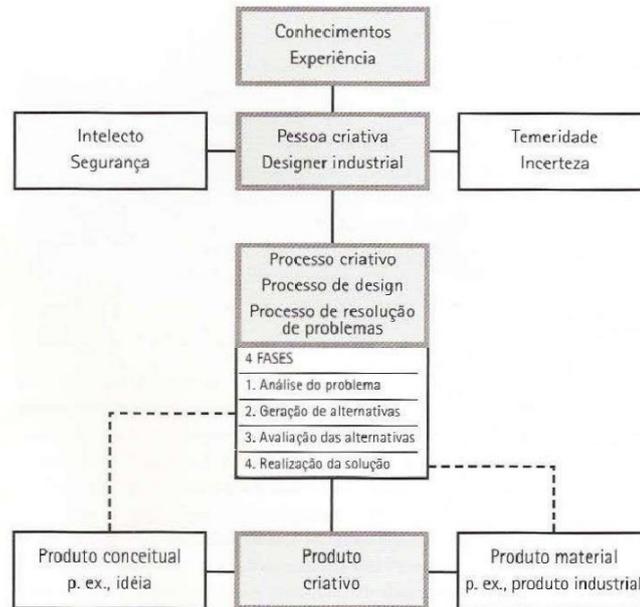
Foi estabelecido como público de interesse para a pesquisa as crianças brasileiras da faixa etária de até 6 anos de idade, conforme o Ministério da Saúde (Brasil, 2022b) descreve como sendo da primeira infância.

3.2. O processo de design industrial segundo Löbach

O processo de desenvolvimento de produto descrito por Bernhard Löbach (2001) no contexto do design industrial é uma abordagem sistemática que visa integrar forma e função, garantindo que o produto final atenda tanto às expectativas dos usuários quanto às exigências técnicas e comerciais. Löbach estrutura o desenvolvimento em várias etapas fundamentais, que guiam o designer desde a

concepção inicial até a produção final, com ênfase na solução de problemas e na inovação (Fig. 01).

Figura 1 – O processo de design segundo Löbach.



Fonte: Löbach (2001)

A primeira etapa envolve a análise de requisitos do problema em questão, onde são identificadas as necessidades do usuário, as exigências funcionais, e as limitações técnicas e econômicas. Esta fase é crucial para estabelecer um briefing detalhado que servirá como base para as próximas etapas. Em seguida, ocorre a geração de alternativas, onde o designer explora diversas possibilidades criativas e ideias de soluções para o problema identificado. Este processo é iterativo e envolve o uso de técnicas como *brainstorming*, esboços e modelagens preliminares, permitindo uma ampla exploração antes de convergir para um conceito viável (Löbach, 2001).

Após a geração de ideias, são feitas avaliações, onde as melhores ideias são avaliadas e refinadas. Nesta fase, são considerados aspectos como ergonomia, estética, usabilidade e viabilidade técnica. Protótipos podem ser criados para testar as ideias em um nível básico. Aqui, é cabível retornar para a fase de geração de ideias, munido dos dados e reflexões obtidas nas avaliações (Löbach, 2001).

O processo é concluído com a produção de protótipos avançados e testes mais rigorosos, onde o produto é examinado quanto à funcionalidade, segurança, qualidade e adequação com a normatização de órgãos regulamentadores. Com base nos resultados, ajustes finais são feitos antes da produção em massa. Löbach (2001) destaca a importância da interdisciplinaridade e da colaboração entre designers e

outros especialistas de todas as áreas pertinentes, garantindo que o produto seja não apenas tecnicamente viável e eficaz na sua proposta, mas também competitivo e relevante no mercado.

3.3. Geração de alternativas e fabricação

Para a fase de geração de alternativas, Löbach (2001) recomenda separar a fase criativa da fase analítica, para evitar que a crítica tolha a liberdade necessária para inovar. Foi realizada análise morfológica e *brainstorming* a partir do levantamento de brinquedos e instrumentos pertinentes.

Desenho, modelagem e *rendering* foram realizadas no *Fusion 360*, produto da *Autodesk* direcionado para o design industrial. Materialização de iterações preliminares foram realizadas através de manufatura aditiva (“impressão 3D”) do tipo FFF (*Fused Filament Fabrication*)¹ com filamento de PLA (ácido polilático).

¹ FFF é a manufatura aditiva através de filamento. A sigla FFF é utilizada de forma intercambiável com FDM (*Fused Deposition Modeling*), que se trata do mesmo processo, porém esta última é associada à patente original do processo.

4. RESULTADOS

4.1. Quadro de consensos

Com esse levantamento foi possível observar que algumas idades e algumas atividades possuem maior foco de estudos e observações. São elas: (1) 12 meses e a utilização da pinça madura, isto é, ponta do polegar contra a ponta do indicador; (2) 2 anos e utilizar a pinça para tarefas mais complicadas; (3) 3 anos e a utilização de tesouras e (4) 4 anos e segurar o lápis de forma madura.

O potencial de desenvolvimento de Vygotsky e uma avaliação que vai além de erros, considerando o raciocínio por trás das ações como indicado por Wade e Berg, devem ser tomados como pontos de partida em prol da necessidade de avaliar de forma completa, considerando estratégias de resolução de problemas, nuances das ações e intenções, para obter conclusões sólidas e conexões profundas entre pesquisa e descobertas.

Dito isso, os consensos levantados sobre as atividades esperadas devem ser adotados como um guia flexível no qual os marcos de desenvolvimento devem ser interpretados apenas como referências que direcionam a atenção para áreas de apoio necessário, ao invés de métricas para avaliar o desempenho comparativo. Essa abordagem em relação aos consensos é fundamental não apenas para promover um desenvolvimento saudável e inclusivo das crianças, mas também para evitar preconceitos e julgamentos baseados em comparações inadequadas. Ao reconhecer a singularidade de cada trajetória de desenvolvimento e enfatizar a compreensão das nuances por trás das ações das crianças, podemos criar um ambiente que promove a diversidade e oferece suporte de maneira mais eficaz, garantindo que cada criança alcance seu potencial máximo de forma justa e equitativa.

Quadro 4 – Quadro de consensos sobre o desenvolvimento da motricidade fina.

Idade	Autores	Consenso de atividade esperada	Sugestão de elemento no produto
Aos 4 meses	Meyerhof (1994)	Preensão cúbito-palmar, onde a pega é realizada pelo dedo mínimo contra a palma	Cores contrastantes, brilhos e texturas variadas. Os brinquedos devem ser alcançáveis e manipuláveis. Elementos geradores de sons ou a voz
	Meyerhof (1994) Neaum (2010) Serrano e Luque (2020)	O agarrar é instintivo, reativo e não intencional. Por vezes o movimento de uma mão é espelhado na outra. A força é desproporcional à necessidade	
	Meyerhof (1994) Robinson (2007) Serrano e Luque (2020) Liddle e Yorke (2007)	A atenção pode ser direcionada por estímulos sonoros	
5 a 6 meses	Meyerhof (1994) Neaum (2010)	Preensão palmar simples, onde a pega é realizada pelos quatro últimos dedos contra a palma	Tamanhos, texturas e formas variadas, permitindo diferentes formas de manuseio
	Meyerhof (1994) Liddle e Yorke (2007)	Início da intencionalidade. Realiza movimentos ou verbalizações que indicam vontades	
	Meyerhof (1994) Liddle e Yorke (2007)	As atividades da mão podem ser assimétricas, porém não são complementares	
7 a 8 meses	Meyerhof (1994)	Preensão rádio-palmar, onde o trabalho do polegar já pode ser observado em direção ao indicador.	Estimular a manipulação mais complexa, em especial o trabalho do polegar
	Kurtz (2008) Neaum (2010) Liddle e Yorke (2007) Robinson (2007)	Passa o objeto de uma mão para a outra	
	Meyerhof (1994)	A oposição contra a ponta do indicador pode não ser presente, sendo contra a lateral ou contra a palma mais comuns	
9 meses	Meyerhof (1994)	Preensão rádio-digital ou preensão em pinça superior, onde o trabalho do polegar contra a ponta do indicador é presente	Materiais maleáveis, texturas variadas, inclusive alimentos. Furos, saliências, páginas para folhear, blocos, caixas
	Meyerhof (1994) Serrano e Luque (2020) Robinson (2007) Liddle e Yorke (2007)	Melhor administração de quando agarrar e soltar e melhor administração da força, porém, imperfeito e exagerado	
12 meses	Liddle e Yorke (2007) Neaum (2010) Robinson (2007) Piaget (apud Fonseca, 2008)	Procura por objetos escondidos ou fora do campo de visão	Compartimento que se abre, como porta ou cortina Partes que geram som
	Neaum (2010) Montessori (2011)	Uso da pinça madura (superior)	

	Piaget (<i>apud</i> Fonseca, 2008) Liddle e Yorke (2007) Meyerhof (1994) Serrano e Luque		Engrenagens Conduzir peça ao longo de trilho Porca e rosca
15 meses	Neaum (2010)	Aponta para fotografias e objetos familiares	Botões Imagens/formas de animais
	Neaum (2010)	Constrói torre com 2 tijolos	Blocos empilháveis de tamanho similar
	Liddle e Yorke (2007)	Imita rabiscos	Folha e giz de cera, quadro, pincel e/ou giz
18 meses	Neaum (2010) Liddle e Yorke (2007)	Usa preensão em pinça delicadamente	Pequenos componentes articulados
	Neaum (2010)	Rabisca no papel	Folha e giz de cera, quadro, pincel e/ou giz
2 anos	Neaum (2010) Robinson (2007)	Constrói torre com 3 blocos	Blocos empilháveis de tamanho similar
	Neaum (2010)	Segura lápis e tenta desenhar pontos, linhas e círculos.	Folha e giz de cera, quadro, pincel e/ou giz
	Neaum (2010) Kurtz (2008) Robinson (2007) Liddle e Yorke (2007) Meyerhof (1994)	Usa a preensão em pinça com precisão para tarefas complicadas	Inserir artefatos de formas complexas em silhuetas não-coincidentes Cordas para atar e desatar nós Manter bola em equilíbrio utilizando elementos manipuladores indiretos
	Neaum (2010) Kurtz (2008) Robinson (2007) Liddle e Yorke (2007)	Constrói torre de blocos	Blocos empilháveis de tamanho similar
3 anos	Neaum (2010) Kurtz (2008) Robinson (2007) Serrano e Luque (2020)	Há uma mão preferida	
	Neaum (2010) Kurtz (2008) Robinson (2007) Liddle e Yorke (2007)	Utiliza tesoura para cortar papel	Elemento de manipulação similar à tesoura (polegar juntamente com outros dedos em trabalho concomitante intencional e preciso)
	Neaum (2010) Liddle e Yorke (2007) Piaget (<i>apud</i> Fonseca, 2008)	Capaz de copiar formas quando requisitada (círculos, linhas etc.)	Folha e giz de cera, quadro, pincel e/ou giz
	Liddle e Yorke (2007)	Capaz de desenhar uma pessoa com 3 a 6 partes	Folha e giz de cera, quadro, pincel e/ou giz
	Neaum (2010) Liddle e Yorke (2007)	Constrói torre de 9 blocos	Blocos empilháveis de tamanhos diferentes

4 anos	Neaum (2010) Kurtz (2008) Robinson (2007) Liddle e Yorke (2007) Serrano e Luque (2020)	Segura um lápis de forma madura, isto é, com a participação de três dedos	Artefatos de manipulação indireta como simulacros de chaves de fenda
	Serrano e Luque (2020)	Menor participação de cotovelo e ombros; individualização do trabalho da mão	
	Neaum (2010) Robinson (2007)	Abotoar camisa e manipular zíper	Inserir bolinha ou disco através de fissura
5 anos	Neaum (2010)	Costurar pontos grandes	
	Neaum (2010) Liddle e Yorke (2007)	Bom controle de lápis e pincéis de pintura	Integração dos elementos supracitados, mas em escala reduzida para elevar a exigência de coordenação fina
	Neaum (2010)	Costurar pontos grandes	
	Neaum (2010) Liddle e Yorke (2007)	Bom controle de lápis e pincéis de pintura	
6 anos	Neaum (2010) Robinson (2007)	Segura um lápis de maneira similar à de um adulto	Cordas para atar e desatar nós

Fonte: Autor, com base na revisão sistemática.

4.2. Visita de campo

4.2.1. Materiais pedagógicos

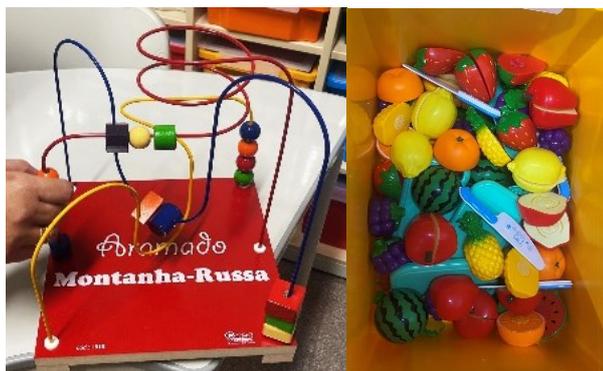
Para a averiguação dos dados indicados pelos trabalhos citados e para gerar repertório visual e morfológico para as etapas de ideação, foi realizada uma pesquisa observacional em uma escola particular da cidade de São Luís, Maranhão. Foram observados materiais pedagógicos na sala de recursos que em sua maioria compreendem coordenação motora fina e escrita/desenho (Figs. 02, 03 e 04). Outros recursos para coordenação motora ampla também foram identificados, porém não são pertinentes para este estudo.

Figura 2 – Materiais para manipulação de cadarços e cordas.



Fonte: Elaborada pelo autor

Figura 3 – Materiais para identificação de cores, formas, frutas e manuseio.



Fonte: Elaborada pelo autor

Figura 4 – Materiais para manuseio de blocos, encaixes e identificação de formas, letras e cores.



Fonte: Elaborada pelo autor

Conforme relatado pela coordenação da educação infantil, os materiais indicados acima compreendem a maioria dos produtos específicos para a coordenação motora fina. Essa competência é estimulada adicionalmente por meio de atividades com pincéis, papéis, giz de cera, massinhas de modelar e outros produtos que não necessariamente foram idealizados para este fim.

Foi relatada burocracia no processo de aquisição de novos materiais, tornando os atuais insuficientes para todas as turmas e fisicamente degradados.

O brinquedo do tipo aramado, onde a criança conduz o bloco perfurado ao longo de um arame guia foi indicado por uma professora como um risco em potencial, pois existem relatos de casos de crianças se feriram ao tentar desmontá-lo. A atenção do Design a requisitos de produto que evitem danos físicos deve ser prioridade máxima nessa faixa etária.

4.2.2. Verificação dos consensos

A amostra da pesquisa foi constituído por um total de 16 alunos regulares com faixas etárias entre 3 e 6 anos, pois a instituição selecionada não atende crianças com entre 0 e 2 anos.

Figura 5 – Participante de 3 anos. Constrói torre de 6 blocos.



Fonte: Elaborada pelo autor

Na fig. 05, a criança de 3 anos foi capaz de construir uma torre de 6 blocos – em conformidade com o quadro, que indica 9, mas sem especificar forma – empilhados sobre sua face mais estreita. O bloco final foi colocado com uma única mão, a direita, e é uma face plana sobre uma face curva, o que indica, além da capacidade de manipular as peças com uma pinça madura e com precisão, a noção de centro de massa e ponto de equilíbrio. Vale ressaltar que essa atividade não foi solicitada, o que indica uma vontade interior de realizar atividades, que também é esperado que esteja presente.

Figura 6 – Participante de 3 anos (esq.) e 4 anos (dir.), amarrando cadarços.



Fonte: Elaborada pelo autor

A pinça madura, isto é, a utilização do polegar contra a ponta do indicador para manipulações de precisão foi identificada em todas as atividades, porém com maior exigência no material da fig. 06, para amarrar cadarços. A atividade estimula a pinça simultânea em ambas as mãos, bem como a capacidade de alinhar o fio com o furo. O fato de o cadarço ser um objeto maleável torna a tarefa mais desafiadora, o que pode ser estimulante para algumas crianças.

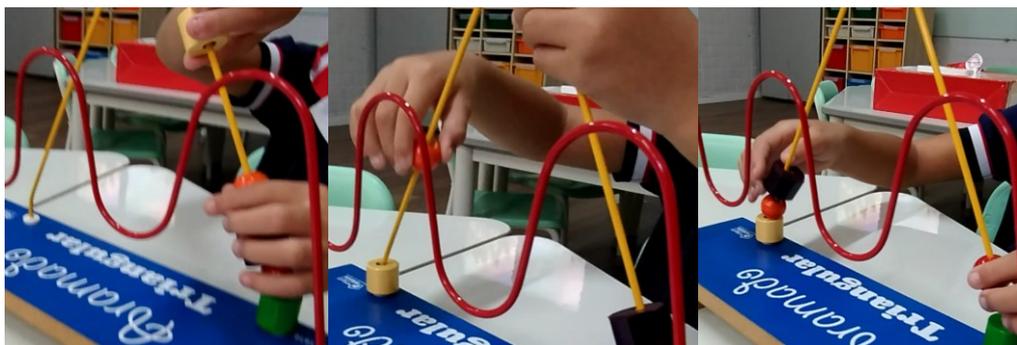
Figura 7 – Participante de 3 anos, utilizando brinquedo aramado.



Fonte: Elaborada pelo autor

Em algumas ocasiões, a pinça madura é identificada, porém a criança opta por posições alternativas, como na fig. 07 ao centro e à direita.

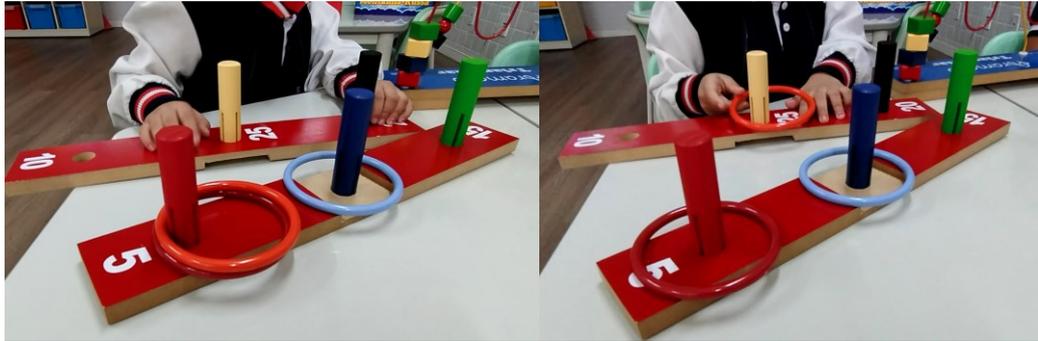
Figura 8 – Participante de 4 anos, utilizando brinquedo aramado.



Fonte: Elaborada pelo autor

Aos 4 anos, movimentos mais rápidos e precisos foram identificados. O uso simultâneo das mãos em direções e para segurar formas diferentes foi feito sem grandes dificuldades aparentes.

Figura 9 – participante de 4 anos jogando argolas.



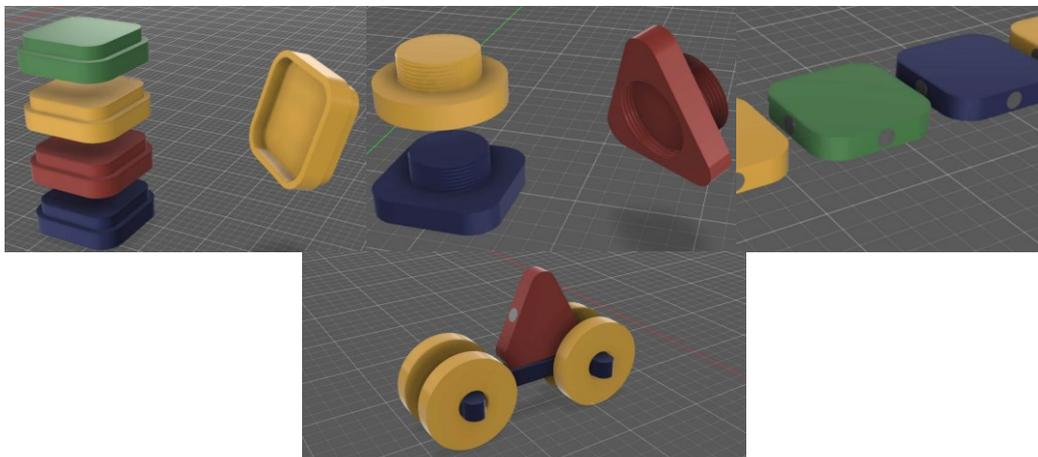
Fonte: Elaborada pelo autor

Algumas crianças manifestaram a vontade espontânea de organizar os materiais segundo sua cor. No jogo de argolas, a criança montou o brinquedo e colocou as argolas com as cores correspondentes sem ser solicitada. Adicionalmente, a ausência de um poste laranja (Fig. 09) correspondente à argola dessa cor foi motivo de reflexão pela criança se ela deveria ser colocada junto ao posto vermelho ou amarelo, indicando a capacidade de identificar e tentar resolver problemas.

4.3. Desenvolvimento do protótipo

Uma questão que se figurou como de grande complexidade para este projeto foi a amplitude da faixa etária, que compreende fases distintas de desenvolvimento, dimensões corporais significativamente diferentes e, conseqüentemente, riscos físicos variados.

Figura 10 – Variados testes de elementos e suas funções.



Fonte: Modelado pelo autor

Identificou-se que um grupo de produtos com intenções similares chamados “painéis sensoriais” ou “*busy boards*” (Fig. 11). Trata-se de chapas – frequentemente de madeira – com diversos objetos do cotidiano anexados a elas, tais como interruptores, chaves, maçanetas, roscas, volantes, engrenagens, cordas, dobradiças e outros.

Figura 11 – Painéis sensoriais.



Fonte: Jabuticaba. <disponível em: <https://www.instagram.com/jabuticabamarcenaria/>>

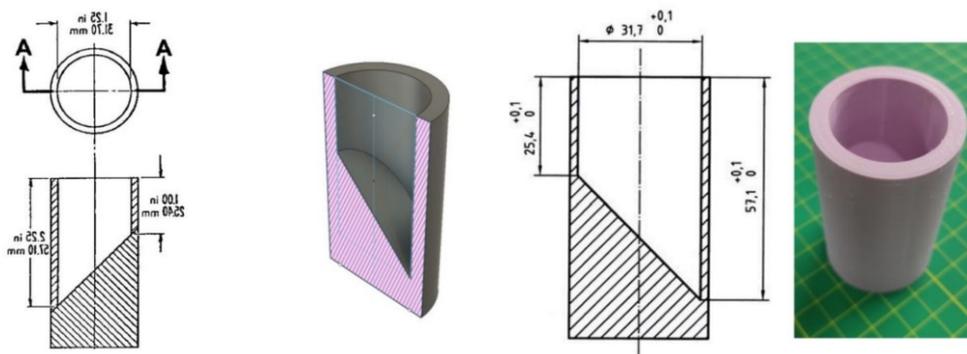
Percebeu-se a oportunidade de gerar mais interesse e atenção caso o produto possuísse uma morfologia mais lúdica. Também havia a necessidade de facilitar a aplicação isolada de diferentes recursos, a fim de permitir a averiguação de diferentes habilidades em diferentes faixas etárias.

Finalmente chegou-se na forma de um carro. Um carro possui faces definidas, permitindo a integração de elementos em diferentes funções e graus de dificuldade. Adicionalmente, é um objeto já familiar como brinquedo, podendo ser uma brincadeira em si, independentemente de sua função predeterminada. Fator determinante para a seleção do carro como forma a ser trabalhada e expandida foi essa ludicidade. Pressupõe-se que o brinquedo-instrumento seja utilizado não apenas na escola e em casa, que costumam ser ambientes de segurança; mas também em ambientes clínicos, de terapia ocupacional, fisioterapia e hospitais. Estes profissionais, muito por conta das vestimentas disponíveis e do ambiente hospitalar, podem causar um afastamento e desconforto antecipados na criança. Essa situação implica em um processo de conquista de confiança e respeito, frequentemente exigindo o oferecimento de brinquedos. Este brinquedo-instrumento se apresenta como um atalho nesse processo, sendo brincadeira e avaliação concomitantes.

Antes de iniciar quaisquer desenhos, foi necessário estabelecer como obrigatórios os critérios das normas correspondentes com a natureza do produto em questão. Como não é inflamável, não contém metais pesados, não é experimento químico ou similar, não é elétrico, não possui laser e não é para pôr na boca, foi adotada apenas a norma complementar compatível: ABNT NBR NM 300-1 para segurança de brinquedos: Propriedades gerais, mecânicas e físicas. Esta norma abrange termos gerais compatíveis com quaisquer produtos destinados a crianças.

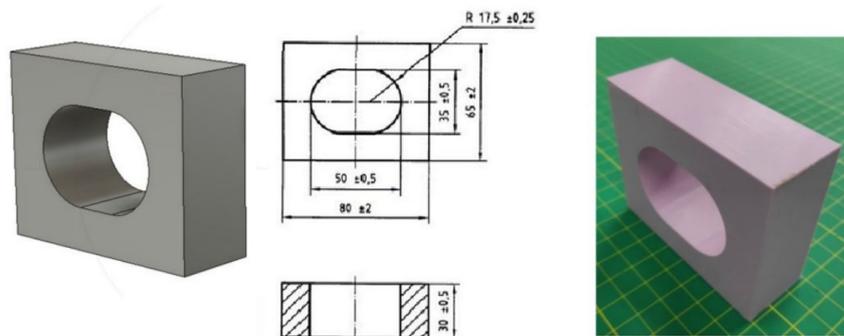
A norma define a confecção de dois gabaritos (Fig. 12 e Fig. 13) para ensaio de partes pequenas. É considerado risco para asfixia, quaisquer elementos (do brinquedo ou desprendidos) que penetrem totalmente no cilindro da fig. 12. O gabarito da fig. 13 determina como risco de ingestão caso o objeto perpassasse toda a entrada do orifício.

Figura 12 – Gabarito para verificação de risco de asfixia conforme ABNT NBR NM 300-1.



Fonte: (Esq.) Committee on Injury, Violence, and Poison Prevention (2010).
(Dir.) Cunha e Daroda (2023).

Figura 13 – Gabarito para verificação de risco de ingestão conforme ABNT NBR NM 300-1.



Fonte: Cunha e Daroda (2023).

Esses gabaritos foram fabricados por manufatura aditiva em escala reduzida (50%), de modo que quando peças fossem fabricadas reduzidas na mesma escala, os ensaios pudessem ser realizados de maneira mais ágil e econômica. Posteriormente, foram fabricados – pelo mesmo processo – em tamanho real (Fig. 14).

Figura 14 – (Esq.) Gabaritos NBR NM 300-1 em 50% do tamanho para testes preliminares. (Dir.) Os mesmos, em tamanho real.



Fonte: Autor.

Como a manufatura aditiva é um método influenciado por diversos fatores ambientais que podem causar variação dimensional, foram realizadas as medições das tolerâncias indicadas pela norma (figs. 12 e 13) e os gabaritos produzidos estavam em conformidade com essa especificação.

A norma apresenta uma série de ensaios padronizados para aferir resistência a abusos, como quedas e arremessos, porém, esses testes se destinam à conformação final, já com material e processo de fabricação definidos. Portanto, não se fez necessário realizar esse tipo de teste da fase projetual.

4.3.1. Primeira versão

A primeira iteração do brinquedo-instrumento foi desenhada e modelada no *Fusion 360*. O carro consiste em um chassi que funciona como receptáculo de uma variedade de peças com diferentes métodos e dificuldade de inserção. Nesta versão, existiam apenas furos, roscas e uma tampa móvel. Os furos possuíam blocos de formato correspondente, bem como molduras do mesmo formato, que diminuía a tolerância entre o chassi e o bloco. As roscas das rodas dianteiras possuíam o passo menor que o das rodas traseiras, tornando-as mais difícil de alinhar e inserir. A tampa superior servia como acesso ao interior e comunicaria ao avaliador a intencionalidade de investigação e manuseio para a solução do problema.

As dimensões foram estabelecidas seguindo os estudos antropométricos (Anexos A a F) de Dreyfuss e Tilley (2005) abarcando a primeira infância a partir do 1º ano até o 6º.

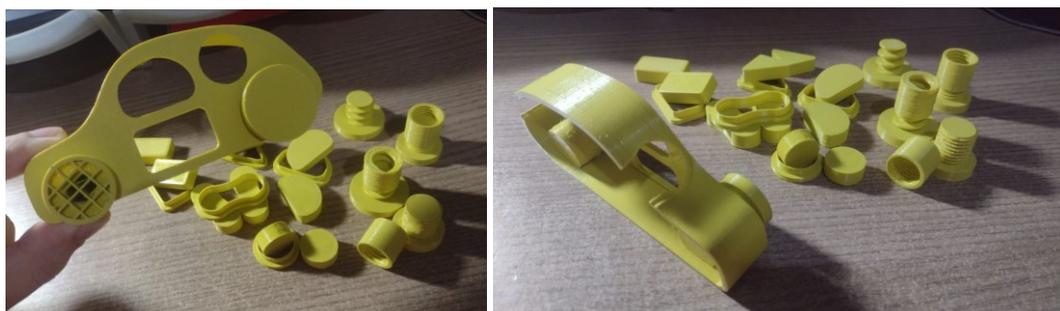
Figura 15 – *Rendering* da primeira versão.



Fonte: Fonte: Elaborado pelo autor

Essa versão foi materializada em duas escalas (50% e real, figs. 16 e 17, respectivamente). A fabricação em escala permitiu testes de diferentes iterações rápidos e baratos, a fim de aprimorar formas, alinhamentos e dimensões. Apenas metade do chassi foi fabricado, pois ele era simétrico nessa versão.

Figura 16 – Materialização em 50% do tamanho real para agilização do processo de teste.



Fonte: Autor

Figura 17 – Materialização em tamanho real através de impressão 3D.



Fonte: Autor

A versão em escala real (Fig. 17) contou com o chassi completo. Vale ressaltar que o chassi definitivo não será desmontável assim. O corte ao centro fez-se necessário para otimizar o processo de fabricação, de modo a economizar filamento e tempo, bem como conferir melhor acabamento e menos trabalho para remoção de suportes. A atenção a tais detalhes faz com que todos os recursos – financeiros, materiais e humanos – sejam usados em sua mais adequada eficiência e é uma das atribuições do designer.

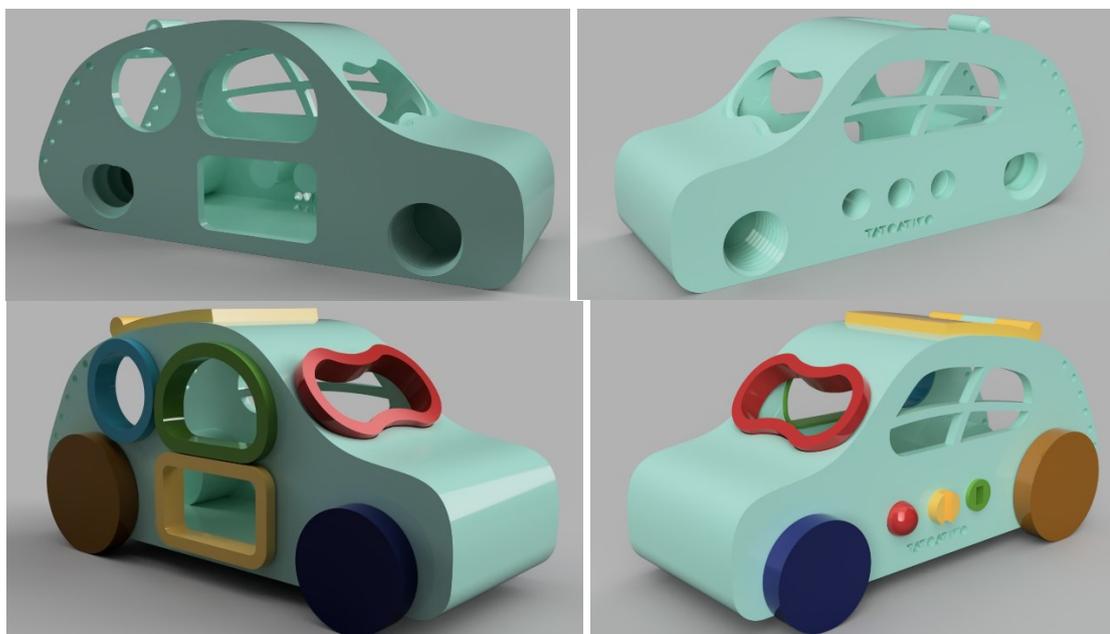
Com esta versão em mãos, o brinquedo-instrumento pode ser avaliado quanto a vários aspectos da sua morfologia, ergonomia e usabilidade. Dados da visita de campo e da literatura cruzados com o produto materializado, estimularam seu aprimoramento em vários aspectos.

4.3.2. Versão final

Duas questões problemáticas foram tratadas com prioridade: (1) a simetria das faces tornava o instrumento muito redundante, perdendo oportunidade de aferir mais parâmetros importantes e (2) não havia elementos suficientes para a aferição da motricidade fina em crianças de mais de 4 anos. Apesar de o primeiro ano e, em seguida, os 3 primeiros anos serem os períodos com mais estudos e variedade de competências novas surgindo, o período do 4º ao 6º ano não podem ser considerados menos importantes. Especialmente pelo fato de que em caso de divergências do que é esperado para determinada faixa, deve ser realizado um monitoramento igualmente diligente se tais competências surgirão posteriormente.

Foi estabelecida uma nova distinção de regiões. Face direita (Fig. 18, esq.) contém os furos para os blocos e suas molduras, bem como o para-brisas; essas regiões são adequadas para aferições de 1 a 3 anos.

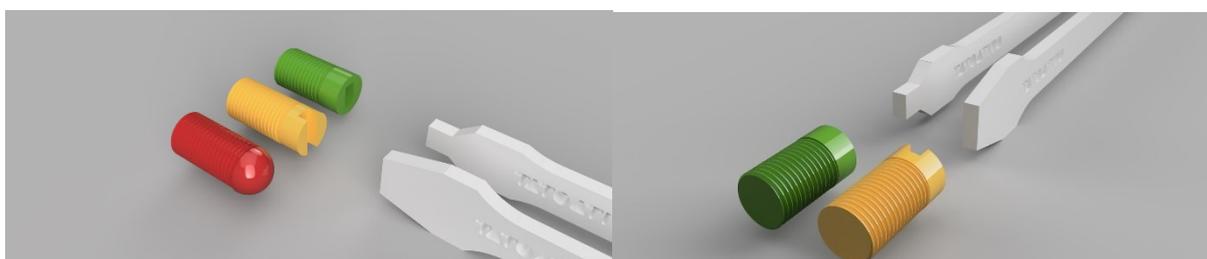
Figura 18 – Faces laterais do chassi, com e sem as peças.



Fonte: Autor

A face esquerda (Fig. 18, dir.) contém três roscas de menor passo – os menores do produto. Os diferentes formatos dos parafusos (Fig. 19) permitem tanto a inserção manual quanto o manuseio indireto através de chaves

Figura 19 – Parafusos e chaves.



Fonte: Autor

A face traseira do brinquedo-instrumento (Fig. 20) foi uma mudança significativa em relação a primeira iteração. Toda a face traseira foi removida e as paredes laterais perfuradas. Através desses furos serão passados cadarços. Ambas as faces esquerda e traseira foram desenvolvidas para aferição de competências dos 4 a 6 anos.

Figura 20 – Face traseira do chassi, sem (acima) e com tampa (abaixo).

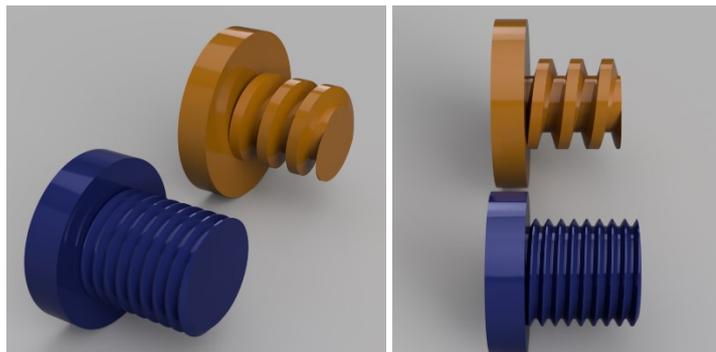


Fonte: Autor

A tampa traseira (Fig. 20, abaixo) é uma peça removível, não articulada, cuja intenção é permitir ao aplicador restringir o acesso ao interior do carrinho, de modo que a criança apenas consiga tirar ou remover os blocos através das aberturas laterais ou da tampa superior. Contrariamente, caso o aplicador deseje facilitar esse acesso e manuseio, pode mantê-la aberta.

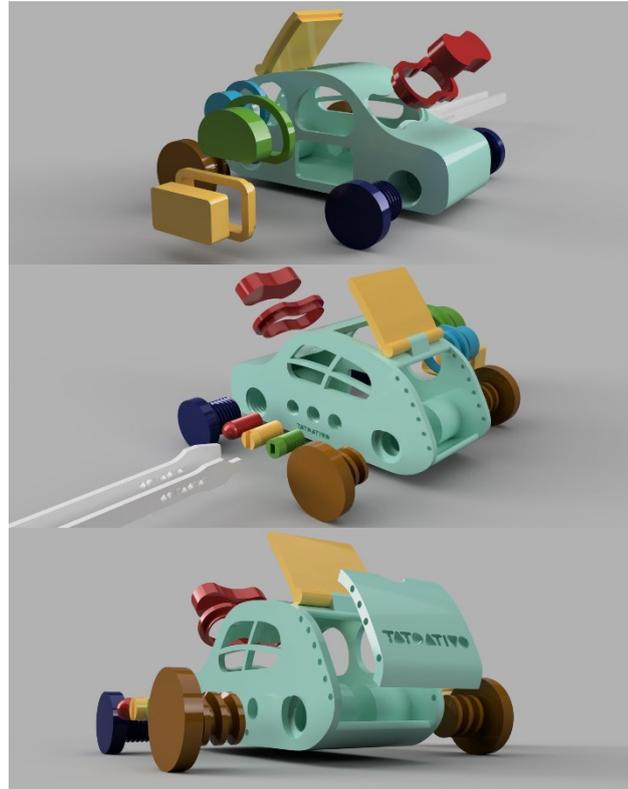
As roscas (Fig. 21) das rodas traseira e dianteira possuem diferentes passos. A dianteira possui menor passo e é mais difícil de alinhar e rosquear até o final. A faixa etária pertinente é até os 3 anos.

Figura 21 – Detalhamento das roscas das rodas.



Fonte: Autor.

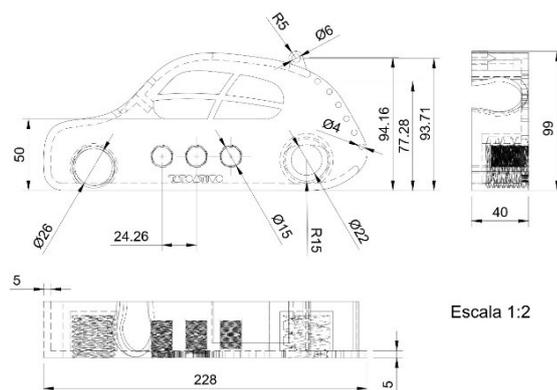
Figura 22 – Vista explodida de todos os componentes.



Fonte: Autor.

Para a devida reprodutibilidade e documentação, foram elaborados os desenhos técnicos de todas as peças. Demais desenhos nos anexos A até G.

Figura 23 – Desenho técnico do chassi esquerdo. Demais desenhos técnicos na seção “Anexos”.



Fonte: Autor

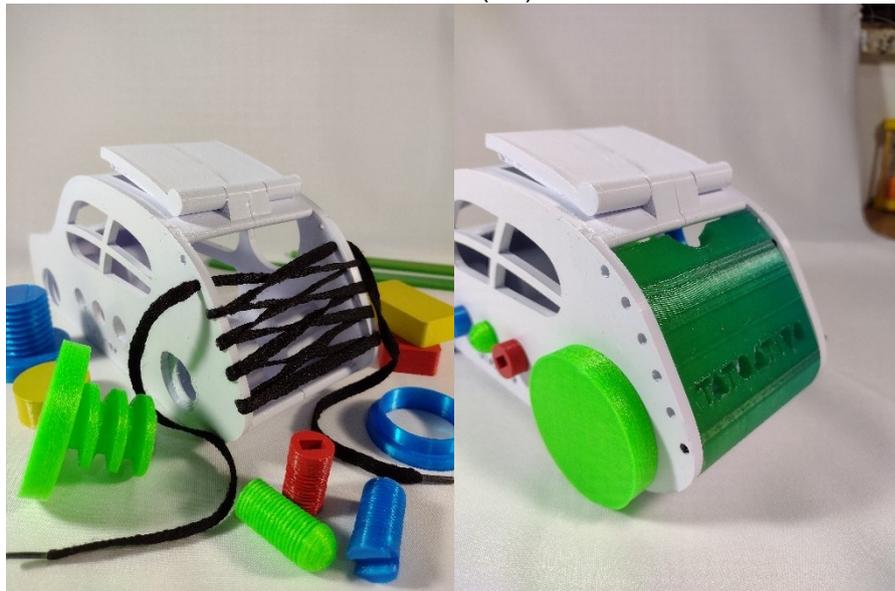
Esta nova versão também foi fabricada via manufatura aditiva, para posterior validação dos atributos por profissionais especializados. A fig. 24 exibe uma visão geral dos componentes do brinquedo-instrumento. A fig. 25 mostra detalhes da face posterior, e a fig. 26 das ferramentas.

Figura 24 – Materialização da versão final para validação via manufatura aditiva



Fonte: Autor

Figura 25 – Detalhe da face posterior do carro, na conformação com cadaço (esq.) e na conformação fechada (dir.)



Fonte: Autor

Figura 26 – Detalhe de ferramentas e dos parafusos



Fonte: Autor

A fig. 27 exemplifica a utilização de componentes do brinquedo-instrumento sem a interação com o chassi do carro. A variedade de formas da peça permite a aferição de competências como empilhamento, noção de centro de massa para equilíbrio, estabilidade do posicionamento das mãos, controle da pinça e a interação com os elementos de modo geral.

Figura 27 - Peças utilizadas sem o chassi, para avaliação de empilhamento, equilíbrio e interação de modo geral



Fonte: Autor

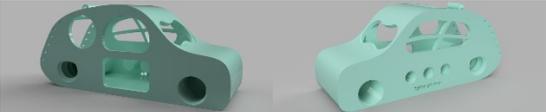
4.4. Protocolo de uso do brinquedo-instrumento

O brinquedo-instrumento foi projetado para ser utilizado por profissionais da terapia ocupacional, fisioterapia, educação e responsáveis. Apesar de se assemelhar a um brinquedo, suas partes foram desenvolvidas com habilidades específicas em mente. Para a utilização eficiente e intencional do produto para este fim, foi desenvolvido um protocolo de utilização separado em duas partes: apresentação

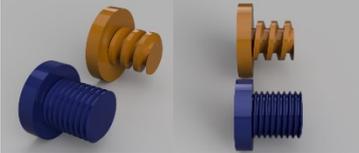
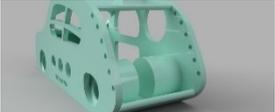
(Quadro 04) e execução (Quadro 05). Ele será fornecido como um *folder* impresso. Questões como ergonomia informacional da composição gráfica do protocolo e pontuações (caso adotadas) serão tratadas em ocasião posterior, após os testes preliminares e validação com profissionais.

4.4.1. Apresentação do instrumento e seus componentes

Quadro 5 – Protocolo: Apresentação do instrumento e seus componentes.

Sobre os fins	<p>Este brinquedo-instrumento visa ser uma plataforma de observação de como a criança interage com diferentes artefatos que exigem coordenação motora fina.</p> <p>Não é, por si só, uma ferramenta avaliativa onde se atribuem métricas de desempenho ou estabelecem diagnósticos. Sua função é convergir uma variedade de estímulos e comportamentos para que o aplicador (pai/responsável ou profissional da saúde) tenha pontos de atenção delimitados pela literatura científica.</p> <p>Os comportamentos esperados para cada idade não devem ser tomados como absolutos. Cada criança avança em suas capacidades a depender tanto dos estímulos externos quanto de suas tendências internas.</p>	
Sobre a interação	<p>Durante toda a atividade, é importante permitir que a criança se sinta livre para interagir com o instrumento. A interação rígida ou forçada pode ser percebida como uma tarefa avaliativa. Algumas crianças alteram seu comportamento para cumprir aquilo que ela considera ser esperado pelo aplicador.</p> <p>A manipulação conjunta (criança + outra criança ou criança + aplicador) é cabível, porém deve-se evitar situações em que haja instrução excessiva ou limitação da autonomia. Demonstrar um movimento para que a criança o imite é saudável, especialmente quando feito após tentativas frustradas. A vontade de imitar deve estar presente já no primeiro ano.</p> <p>A criança irá encontrar dificuldades e facilidades e ambas são igualmente informativas.</p>	
Sobre os componentes	Chassi	<p>Embora o chassi do carro costume ser a peça mais chamativa do instrumento, a maior riqueza de interação está em como a criança manipula seus componentes menores. Sua função é dar suporte para as outras peças de maneira lúdica, sem que a aplicação das atividades se pareça um exame clínico convencional.</p> 
	Blocos	<p>As peças denominadas "blocos" são as seguintes:</p>  <p>Durante o manuseio (solicitado ou não), eles servirão para a observação a apreensão, a noção de equilíbrio e centro de massa do objeto e a resolução de problemas que exigem psicomotricidade fina.</p> <p>Todos os blocos podem ser entregues à criança independentemente da idade. A capacidade de empilhar qualquer bloco pode já estar presente entre os 15 e 18 meses. Os blocos encaixáveis exigem alinhamento das geometrias, o que deve solicitar ambas as mãos.</p> <p>Quando o comportamento de empilhar surge (antes dos 18 meses), ainda não se espera discernimento de dificuldade com base na geometria das peças, nem agilidade.</p> <p>Entre os 2 e 3 anos, o empilhamento simples pode se tornar pouco estimulante para algumas crianças. Nelas, é esperado que prefiram manipular e empilhar os blocos encaixáveis.</p>

		<p>Entre os 3 e 4 anos, é comum ver configurações exóticas de empilhamento, como peças equilibradas sobre as faces mais estreitas ou sobre faces curvas.</p>
	Molduras	<p>As peças denominadas "molduras" são as seguintes</p>  <p>Sua função é diminuir a abertura dos furos correspondentes, de modo a exigir mais esforço e coordenação motora para realizar a mesma atividade de inserir os blocos no local.</p> <p>O aplicador pode entregar o instrumento-brinquedo já com as molduras encaixadas. A autonomia da criança em tirar as molduras propositalmente para facilitar a tarefa é um indicativo da psicomotricidade direcionada à resolução de problemas.</p> <p>Na ocasião da insistência em remover as molduras, é recomendado que seja solicitado a criança que tente realizar a atividade sem removê-las.</p>
	Tampa traseira	<p>A função desta peça é impedir que quando crianças de 1 a 3 anos interagirem com os blocos e molduras, a utilização não seja prejudicada pela grande abertura traseira (que possui outra função, para a faixa etária seguinte).</p> <p>Antes da aplicação, o aplicador deve ponderar quais serão as capacidades avaliadas ou entregar uma primeira vez já sem a tampa, para primeiro observar como a criança interage com o brinquedo-instrumento. Por exemplo, na ocasião de desejar observar como a criança lida com a inserção dos blocos através dos furos, essa atividade pode ser prejudicada pela facilidade de colocar todas as peças através da abertura traseira. Desse modo, recomenda-se utilizar a tampa.</p> <p>As imagens abaixo mostram a tampa fazendo a oclusão da abertura:</p> 
	Tampa superior	<p>A tampa superior é móvel, mas não removível. Serve para dificultar o acesso ao interior do instrumento. O interesse por abrir e fechar esta tampa, bem como colocar e retirar objetos através dessa abertura, indica uma intencionalidade da busca e investigação, bem como a busca por alternativas para a resolução do problema.</p>  <p>O aplicador pode entregar o instrumento com as peças em seu interior, de modo a estimular a criança a encontrar meios de acessar o interior, seja através das tampas, ou através dos furos.</p> <p>O interesse por essa atividade já é esperada estar presente no primeiro ano de idade.</p>
	Rodas	<p>O brinquedo-instrumento possui dois pares de rodas rosqueáveis. Cada par possui uma dificuldade diferente determinado pelo tamanho da rosca. A rosca maior (imagem abaixo, em marrom) exige menos destreza manual para inserção e rosqueamento; enquanto a rosca menor (imagem abaixo, em azul) exige maior capacidade de alinhamento das peças e pega mais precisa. Ambas as peças exigem a coordenação simultânea da pinça com a rotação do punho.</p> <p>É esperado que esta capacidade esteja presente entre os 2 e 3 anos.</p>

		 <p>As rodas não possuem um eixo para permitir que o instrumento ande sobre elas. Os dois pares de roda apertam no sentido horário, tal qual parafusos convencionais; de modo a não confundir a criança em relação aos padrões da indústria.</p>
	Trio de parafusos	<p>A face esquerda do carro visa exigir avançada coordenação motora, tanto de dedos quanto do punho. Os furos rosqueáveis onde serão aparafusados pinos são as menores roscas do produto e o menor tamanho da interface de manuseio dificulta propositalmente o movimento. Dois dos parafusos possuem uma interface que deve ser manuseada indiretamente, através do uso das chaves disponibilizadas com o instrumento. As chaves se assemelham as chaves reais: chave de fenda e chave quadrada.</p>  <p>Sem ferramenta, há o estímulo da pinça madura com alta precisão, pois a dimensão dos pinos exige coordenação da ponta dos dedos com sensibilidade, diferentemente das rodas as quais vários dedos e a palma podem ser usados simultaneamente. Quando solicitada a utilizar a chave de fenda, exige-se da criança tanto a coordenação dos dedos e do punho quanto a percepção da ferramenta como projeção de sua ação sobre um objeto sendo dificuldade superior, adequada para 4 anos em diante.</p> <p>Estes parafusos e as respectivas chaves não devem ser entregues desmontados para crianças menores de 3 anos, pois podem ser ingeridos ou aspirados. Na necessidade de observações nessa faixa etária, o avaliador deve inserir os parafusos até o final e permanecer em supervisão atenta.</p>
	Cadarço	<p>A traseira do carro é aberta e com furos nas laterais para imitar a configuração dos cadarços de um calçado. Esta é uma atividade particularmente exigente, pois necessita da coordenação simultânea – porém assimétrica – de uma pinça precisa em ambas as mãos. Isto é, enquanto uma mão forma uma pinça para agarrar o cadarço antes de inseri-lo no furo, a pinça da outra mão aguarda para segurá-lo quando a primeira soltar.</p>  <p>O interesse por essa competência pode surgir por volta dos 4 anos e a destreza e atenção para completar toda a tarefa deve estar por volta dos 5 a 6 anos.</p> <p>Por ser uma tarefa comumente ensinada por adultos em outras situações, há uma significativa variabilidade na execução, o que chama atenção – mais uma vez – para a necessidade de conhecer as particularidades da criança.</p>
Sobre interesse, atenção e frustração		<p>Na ocasião da perda de interesse da criança, ou na necessidade de visualizar algum comportamento específico, algumas configurações podem ser exibidas para a criança tentar reproduzir. É necessário evitar reforço negativo ou a transmissão da ideia de que há uma obrigatoriedade em cumprir a atividade. A atenção do avaliador deve</p>

	<p>estar no processo e em como a criança interage com o instrumento, não no cumprimento da tarefa.</p> <p>A perda de interesse e atenção pode indicar situações do estágio de desenvolvimento motor como também outras questões não relacionadas, como distrações no ambiente ou fatores psicológicos.</p> <p>O estímulo das funções motoras deve torná-la mais fisicamente capaz e confiante, conseqüentemente lhe trazendo mais satisfação ao realizar tais atividades</p>
--	--

Fonte: Elaborado pelo autor

4.4.2. Atividades, movimentos e comportamentos esperados

Após a apresentação da natureza do produto e seus componentes, o protocolo define quais são os comportamentos esperados para determinadas faixas etárias (Quadro 05), com base no consenso da literatura levantada, bem como caixas de marcação para registro da atividade e acompanhamento do progresso.

É imperativo reiterar que a avaliação não deve ser executada com uma abordagem de aprovação ou reprovação, nem como alta ou baixa performance. A própria literatura em questão destaca que há significativas nuances de desenvolvimento mesmo entre crianças sem necessidades físicas e cognitivas diferenciadas. Portanto a abordagem deve ser apenas caracterizadora. Porém, obviamente, diagnósticos particulares da especialidade profissional atuante na aplicação devem ser preservados.

Existem atividades esperadas que não são abordadas pelo brinquedo-instrumento, como desenho e escrita. Sendo assim, o protocolo deve ser visto como uma lista não exaustiva.

Quadro 6 – Protocolo: Atividades, movimentos e comportamentos esperados.

Idade	Atividade esperada	Interação esperada	Movimento ou Comportamento esperados
1 ano	<p>Procura por objetos escondidos ou fora do campo de visão;</p> <p>Uso da preensão em pinça madura (ou superior);</p>	<p>Devido ao tamanho e risco de asfixia e ingestão, não forneça o brinquedo-instrumento com os parafusos anexados ou avulsos. Tais peças só são permitidas dos 4 anos em diante.</p> <p>A criança deve sentir vontade e interagir com as os furos e a porta superior do carrinho a fim de buscar e investigar as peças colocadas em seu interior.</p> <p>Observe a utilização da pinça (ponta do polegar contra o indicador ou outros dedos). A pinça pode ser imprecisa ou desengonçada.</p> <p>É esperado que a criança consiga inserir os blocos através dos furos. Para maior dificuldade nessa tarefa, o</p>	<p><input type="checkbox"/> Busca peças e/ou investiga o instrumento</p> <p><input type="checkbox"/> Utiliza a palma inteira e a força dos dedos para segurar o instrumento</p> <p><input type="checkbox"/> Utiliza pinça, isto é, o polegar em oposição a outros dedos</p> <p><i>Se sim, avalie a pinça:</i></p> <p><input type="checkbox"/> Dedo médio, anelar e mínimo arqueados; em escada ascendente</p> <p><input type="checkbox"/> Pinça imprecisa (Tipo esperado)</p> <p><input type="checkbox"/> Pinça precisa (Tipo não esperado)</p> <p><input type="checkbox"/> Leva objetos à boca como forma de investigação</p> <p><input type="checkbox"/> (Dificuldade 1) Insere os blocos através dos furos sem a moldura</p>

		avaliador pode posicionar as molduras dos furos previamente, de modo que o espaço para a peça passar seja mais estreito	<input type="checkbox"/> (Dificuldade 2) Insere os blocos através dos furos com a moldura <input type="checkbox"/> (Dificuldade 3) Insere as molduras de forma segura nos respectivos furos
1 ano e 3 meses	Constrói torre com 2 blocos	<p>Espera-se que a criança busque uma peça e a posicione em cima de outra. Pelo menos 2 blocos devem ser empilhados; a partir do terceiro bloco aumenta-se a exigência da noção subconsciente de posição e centro de massa</p> <p>A contagem de altura da torre compreende que a face de duas peças esteja coincidente; isto é, não é contabilizado como empilhamento se uma peça estiver apenas inclinada sobre a outra, com alguma aresta tocando na superfície de apoio.</p> <p>É aceitável que as formas das peças empilhadas não sejam coincidente e que não estejam perfeitamente alinhadas.</p>	<input type="checkbox"/> Empilha pelo menos 2 blocos Se sim, avalie o empilhamento: <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Formas coincidentes <input type="checkbox"/> Formas não-coincidentes <input type="checkbox"/> Torre estável <input type="checkbox"/> Torre instável
1 ano e meio	<p>Usa prensão em pinça delicadamente;</p> <p>Constrói torre com 3 blocos</p>	<p>Nessa etapa é esperada uma pinça mais delicada e precisa.</p> <p>É possível identificar uma intenção mais clara para uma tarefa específica e uma precisão maior.</p> <p>É esperado que a roda traseira já possa ser posicionada em seu local de modo a ficar fixa, porém não necessariamente rosqueada até o final.</p> <p>Não é esperado o mesmo da roda dianteira</p> <p>Ao empilhar as peças, pode-se esperar maior capacidade de julgar formas adequadas e com altura de pelo menos 3 blocos</p>	<input type="checkbox"/> Os movimentos são confiantes <input type="checkbox"/> Utiliza pinça, isto é, o polegar em oposição a outros dedos <i>Se sim, avalie a pinça:</i> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Dedo médio, anelar e mínimo arqueados; em escada ascendente <input type="checkbox"/> Pinça imprecisa (Tipo esperado) <input type="checkbox"/> Pinça precisa (Tipo não esperado) <input type="checkbox"/> Empilha pelo menos 3 blocos <i>Se sim, avalie o empilhamento:</i> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Formas coincidentes <input type="checkbox"/> Formas não-coincidentes <input type="checkbox"/> Torre estável <input type="checkbox"/> Torre instável <input type="checkbox"/> Consegue fixar a roda traseira até certo ponto <i>Se sim:</i> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> A roda fica fixa, mas não rosqueada até o final <input type="checkbox"/> A roda é rosqueada até o final
2 anos	<p>Usa a prensão em pinça com precisão para tarefas complicadas;</p> <p>Constrói torre de +3 blocos</p>	<p>A criança deve conseguir posicionar as molduras nos furos e inserir as peças correspondentes através deles.</p> <p>O avaliador deve atentar para a maneira que a criança usa a pinça. Nessa etapa é esperado que as mãos trabalhem em conjunto para a mesma tarefa</p> <p>É esperado que a roda traseira já seja rosqueada até o final. É esperada uma certa dificuldade em encontrar o alinhamento correto da roda dianteira.</p>	<input type="checkbox"/> Posiciona as molduras nos furos correspondentes <input type="checkbox"/> Insere os blocos através dos furos das molduras posicionadas <input type="checkbox"/> Utiliza ambas as mãos em conjunto <input type="checkbox"/> Utiliza pinça, isto é, o polegar em oposição a outros dedos <i>Se sim, avalie a pinça:</i> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Pinça imprecisa (Tipo não esperado) <input type="checkbox"/> Pinça precisa (Tipo esperado) <input type="checkbox"/> Consegue rosquear a roda traseira até o final

			<input type="checkbox"/> Consegue fixar a roda dianteira até certo ponto <i>Se sim:</i> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> A roda fica fixa, mas não rosqueada até o final <input type="checkbox"/> A roda é rosqueada até o final
3 anos	<p>Tem uma mão preferida;</p> <p>Identifica formas quando solicitadas;</p> <p>Constrói torre de 9 blocos;</p>	<p>O avaliador deve atentar para a presença de uma mão preferida.</p> <p>O avaliador pode solicitar tarefas específicas se referindo às peças pelo seu formato ou indicando com uma figura, para avaliar a capacidade da criança em identificar a peça e realizar a tarefa.</p> <p>A desobediência a uma determinada ordem é esperada e indica volição e intencionalidade, apesar de prejudicar outros pontos da avaliação</p> <p>Observa-se interesse por atividades mais difíceis, com diferentes níveis e tempos de atenção.</p> <p>O avaliador deve atentar para intencionalidade e confiança dos movimentos.</p>	<input type="checkbox"/> É possível identificar uma mão preferida <i>Se sim:</i> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Mão esquerda <input type="checkbox"/> Mão direita <input type="checkbox"/> Demonstra intenção e executa uma ação <input type="checkbox"/> Há confiança nos movimentos <input type="checkbox"/> Tarefas solicitadas: <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Ordens foram obedecidas e movimentos esperados foram identificados <input type="checkbox"/> Ordens foram desobedecidas, porém os movimentos esperados foram identificados em outras ocasiões <input type="checkbox"/> Ordens foram desobedecidas, e movimentos esperados não foram identificados.
4 anos	<p>Segura as chaves de forma madura;</p> <p>Manuseia e insere objetos pequenos;</p> <p>Notado interesse pelo cadarço;</p>	<p>É esperado que ambas as rodas sejam posicionadas e rosqueadas até o final.</p> <p>É esperado que todas as molduras já possam ser alinhadas e suas peças correspondentes sejam inseridas sem dificuldade.</p> <p>Como a brincadeira com blocos pode se tornar pouco desafiadora, o avaliador pode solicitar empilhamento mais complexos que exijam maior percepção de equilíbrio e centro de massa</p> <p>Devido ao risco de asfixia e ingestão, somente a partir desta idade as os parafusos podem ser fornecidos.</p>	<input type="checkbox"/> Consegue rosquear a roda traseira até o final <input type="checkbox"/> Consegue rosquear a roda dianteira até o final <input type="checkbox"/> Insere todas as molduras sem dificuldade <input type="checkbox"/> Insere todas as peças através das molduras sem dificuldade <input type="checkbox"/> Performa empilhamentos complexos <input type="checkbox"/> Demonstra interesse em manusear o cadarço <i>Se sim:</i> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Trabalho isolado das mãos presente e impreciso (esperado) <input type="checkbox"/> Trabalho isolado das mãos presente e preciso (não esperado) <input type="checkbox"/> Consegue atravessar os furos com o cadarço
5 anos	<p>Bom controle das chaves;</p> <p>Domínio parcial da pinça de cada mão de forma isolada e síncrona;</p>	<p>É esperado que todas as atividades sejam realizadas, espontaneamente ou quando solicitadas, sem grandes dificuldades;</p> <p>A face esquerda do chassi, as chaves e os cadarços devem ser as atividades de maior interesse, por serem as mais desafiadoras;</p> <p>É esperado um alinhamento desengonçado dessas partes, porém com um determinado nível de acerto em determinadas ocasiões.</p>	<input type="checkbox"/> Realiza todas as tarefas sem grandes dificuldades <input type="checkbox"/> Não se sente desafiada pela face direita do chassi e pelos blocos <input type="checkbox"/> Demonstra interesse em manusear o cadarço <i>Se sim:</i> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Trabalho isolado das mãos presente e impreciso (esperado) <input type="checkbox"/> Trabalho isolado das mãos presente e preciso (não esperado) <input type="checkbox"/> Consegue atravessar os furos com o cadarço

6 anos	Segura as chaves de forma similar a um adulto;	<p>É esperado que todas as atividades anteriores sejam realizadas sem dificuldades significativas;</p> <p>É esperado que as chaves sejam usadas espontaneamente e seja obtido sucesso em rosquear e desrosquear os parafusos;</p> <p>Rosquear é uma tarefa mais difícil que desrosquear, pois exige a percepção integrada do chassi, do parafuso, da chave e do posicionamento e aplicação de força. Desse modo, essa deve esse deve ser o desafio final quanto controle de força e uso da rotação do punho</p> <p>Colocar o cadaço através dos furos e fazer um nó ou laço é a atividade mais complexa focada na pinça madura. Exige independência, porém sincronia da ponta dos dedos. Desse modo, esse deve ser o desafio final quanto ao domínio da pinça madura.</p>	<p><input type="checkbox"/> Realiza todas as tarefas sem grandes dificuldades</p> <p><input type="checkbox"/> Não se sente desafiada pela face direita do chassi e pelos blocos</p> <p><input type="checkbox"/> Não se sente desafiada pela face direita do chassi e pelos blocos</p> <p><i>Desafio final</i></p> <p><input type="checkbox"/> Rosquear os parafusos com o mínimo uso das mãos</p> <p><input type="checkbox"/> Coloca o cadaço através de todos os furos e faz um nó ou laço</p>
--------	--	---	---

Fonte: Autor

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente projeto identificou as convergências teóricas no campo do desenvolvimento da psicomotricidade por meio da síntese de conceitos provenientes de múltiplas disciplinas, como psicologia do desenvolvimento, pedagogia e estudos de usuário, foi possível delinear pontos de referência para a concepção de produtos que não apenas entretêm, mas também educam e estimulam o crescimento saudável das habilidades cognitivas, emocionais e motoras das crianças.

Com base na análise da literatura selecionada e da convergência dos achados, este estudo proporcionou a elaboração de um quadro dos consensos sobre as manifestações de diferentes etapas do desenvolvimento psicomotor infantil. Essas informações serviram de embasamento para um estudo observacional em campo.

Ao observar a pesquisa de campo sob a perspectiva do Design, fica evidente a importância de garantir a segurança dos produtos. Eles devem ser capazes de resistir aos estresses resultantes do uso pela faixa etária específica. Ademais, observar as crianças interagindo com brinquedos já comercializados fomentou a geração de ideias para o aprimoramento da primeira iteração; reforçando a filosofia da cocriação no design e a importância de ir e vir entre as fases de ideação e testes.

Percebeu-se ainda que as crianças têm grandes potenciais, cada uma a seu modo. Suas vontades e preferências são impulsos individuais que devem ser encorajados, em vez de serem forçados ou redirecionados. No entanto, é importante notar que a amostra analisada foi restrita e que a faixa etária crítica de 0 a 2 anos, durante a qual ocorrem marcos de desenvolvimento significativos, não foi abordada na investigação. Isso indica a necessidade de estudos adicionais nesse campo, considerando o potencial benéfico que a expansão de projetos de pesquisa pode oferecer tanto para a promoção da psicomotricidade quanto para o aprimoramento da prática profissional.

Os recursos educacionais disponíveis na instituição para esse propósito parecem adequados somente para crianças de até 4 anos. Isso sugere a manutenção da percepção de que, a partir desta idade, a coordenação motora não demanda mais o uso de materiais específicos, enquanto o enfoque se desloca para a alfabetização, desvinculando-a do potencial da ludicidade e do brinquedo como instrumentos de ensino potentes.

Encontrar maneiras de baratear e agilizar as iterações preliminares foi fundamental para elaborar um produto com um escopo etário e funcional vasto. A

manufatura aditiva provou-se uma aliada nesse processo, bem como a acessibilidade a *softwares* de código aberto ou de licenças acessíveis. A manufatura aditiva com filamento PLA não necessariamente é o método ideal para a eventual fabricação definitiva do produto. Uma vez estabelecida a forma final, é considerada adequada a fabricação das matrizes para injeção de PP (polipropileno), um polímero termoplástico atóxico e já amplamente utilizado na indústria. Contudo, é um método mais caro. Para maior acessibilidade, uma adaptação dos modelos para uma combinação de corte de acrílico ou madeira a laser com impressão 3D apenas de algumas partes deve ser necessária.

As normas técnicas da ABNT, apesar de tão fundamentais para a segurança de diversos produtos e atividades da indústria, são documentos pagos, o que pode ser mais uma barreira no processo de criação, formalização e divulgação de produtos com potencial de grande impacto pessoal e social.

Este trabalho obteve êxito na proposta de desenvolver um projeto de produto em todas as suas etapas: análise do problema, levantamento e análise de fundamentação teórica pertinente, geração de alternativas, avaliação das alternativas e adequações necessárias para a materialização final.

As convergências teóricas estabelecidas neste estudo e as subsequentes análises fornecem um ponto de partida para novas investigações bem como constituem possibilidades para a geração de produtos inovadores que moldarão positivamente o cenário do design e contribuirão para o florescimento de gerações futuras. O Design, quando enraizado em uma compreensão profunda das necessidades e potenciais das crianças, emerge como uma ferramenta essencial para a promoção de um desenvolvimento infantil holístico e sustentável, abrindo portas para um futuro enriquecido e promissor.

Este Trabalho de Conclusão de Curso emergiu das oportunidades geradas pelo projeto de iniciação científica “Brincar para aprender: estudo sobre o uso de materiais pedagógicos no desenvolvimento da motricidade fina” financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa e Desenvolvimento Científico do Maranhão (FAPEMA-PIBIC).

Resultou na elaboração de um artefato pronto para a fabricação através de manufatura aditiva, por filamento ou resina. As etapas de materialização desta versão, análise e validação por especialistas e testes de usabilidade com o público-alvo acontecerão no âmbito do núcleo de pesquisa Tato Ativo: design inclusivo para a infância (contemplada pelo edital Pró-Humanidades, CNPq/MCTI/FNDCT Nº 40/2022,

e financiada pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, processo N° 420058/2022-2).

Um recorte deste trabalho (a saber: fundamentação teórica, desenvolvimento do quadro de consensos e sua averiguação em campo), foi publicado como artigo no V Congresso Internacional de Educação Inclusiva (ISBN: 978-65-5222-008-0), em Campina Grande – PB, em junho de 2024, sob o título: *Brincar para desenvolver: Materiais pedagógicos e motricidade fina*.

REFERÊNCIAS

ANTONIOLLI, Joyce Multi da Silva; ROMÃO JUNIOR, José Marcos; ANTUNES NETO, Joaquim M. F. Avaliação da Conformidade: Importância e Desafios para a Indústria de Brinquedos. **Prospectu**. São Paulo, SP: v. 5, n. 2, p. 504-538, 2023. Disponível em: <<https://prospectus.fatecitapira.edu.br/index.php/pst/article/view/171/141>>. Acesso em set. 2024

BRASIL, Empresas & Negócios. **ABNT**. Brasília, 11 jul. 2022a. Disponível em <<https://www.gov.br/empresas-e-negocios/pt-br/invest-export-brasil/exportar/aprender-a-exportar/certificacao/abnt>>. Acesso em ago. 2024

BRASIL, Ministério da Saúde. **Primeira infância**. Brasília, 07 nov. 2022b. Disponível em <[Committee on Injury, Violence, and Poison Prevention; **Prevention of Choking Among Children. Pediatrics**. Março 2010; 125 \(3\): 601–607. ISSN: 0031-4005, Disponível em: <<https://doi.org/10.1542/peds.2009-2862>> Acesso em set. 2024](https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/s/saude-da-crianca/primeira-infancia#:~:text=A%20primeira%20infância%20é%20o,os%206%20anos%20de%20idade.>>. Acesso em mar. 2024</p></div><div data-bbox=)

CUNHA, Valnei Smarçaro; DARODA, Romeu J. **Vigilância de Mercado de produtos regulamentados!** Fiscal em Rede, Ensaio de Brinquedos – Partes Pequenas, Portaria Inmetro Nº 302 de 12 de julho de 2021, ABNT NBR 300-1:2004 versão corrigida 11-07-2011. 23 de abril, 2023. Slides. Disponível em: <<http://documentos.rbmlq.gov.br/arquivos/exibir/Informativo+DCONF/Divis%3o+de+Vigil%2ncia+de+Mercado/EVENTOS+DIVIG+EM+REDE/Ensaio+de+briquedos.pdf>> Acesso em jul. 2023.

DREYFUSS, Henry; TILLEY, Alvin R. **As medidas do homem e da mulher**. Porto Alegre: Bookman, 2005

FALCÃO, Hilda Torres; BARRETO, Maria Auxiliadora Motta. Breve histórico da psicomotricidade. **Ensino, Saúde e Ambiente**, v. 2, n. 2, 2009.

FONSECA, Vitor da. **Desenvolvimento psicomotor e aprendizagem**. Porto Alegre: Artmed, 2008.

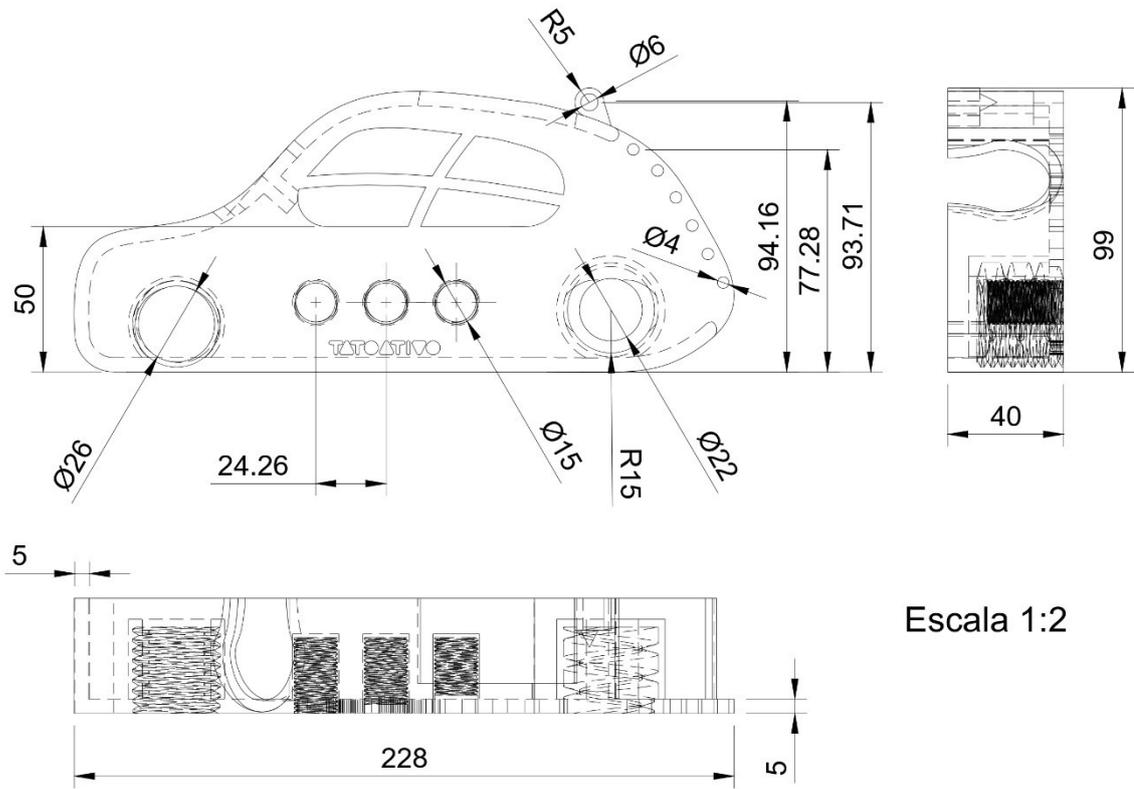
INMETRO. **Apresentação**. Brasília, 2023. Disponível em: <<http://sistema-sil.inmetro.gov.br/rtac/RTAC002801.pdf>>. Acesso em set. 2024.

INMETRO. **Portaria n.º 302, de 12 de julho de 2021**. Aprova o Regulamento Técnico da Qualidade e os Requisitos de Avaliação da Conformidade para Brinquedos. Brasília, 2021. Disponível em: <<http://sistema-sil.inmetro.gov.br/rtac/RTAC002801.pdf>>. Acesso em set. 2024.

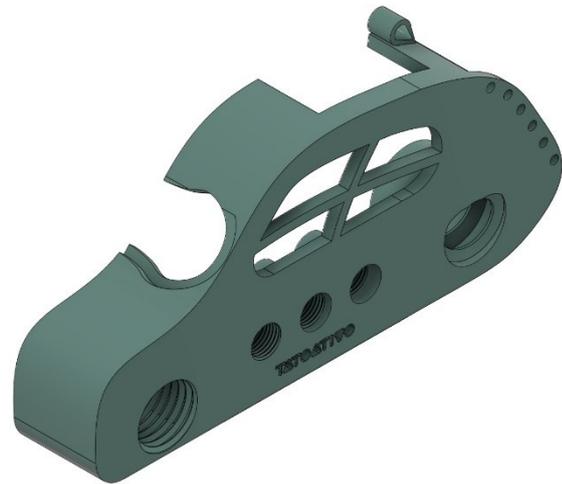
- KURTZ, Elizabeth A. **Understanding motor skills in children with dyspraxia, ADHD, autism, and other learning disabilities**: A guide to improving coordination. Jessica Kingsley Publishers, 2007.
- LIDDLE, Tara; YORKE, Laura. **Coordenação Motora**. São Paulo: M. Books do Brasil, 2007.
- LÖBACH, Bernd. **Design industrial**. São Paulo: Edgard Blücher, 2001.
- MEYERHOF, Pessia G. O desenvolvimento normal da preensão. **Rev. Bras. Cresc. Des. Hum.** S. Paulo, 1994, v. 4, n. 2, 1994.
- MONTESSORI, Maria. **A mente da criança**: mente absorvente. Campinas, SP: Kírion, 2021.
- NEAUM, Sally. **Child development for early childhood studies**. SAGE, 2010.
- OLIVEIRA, Gislene de Campos; **Avaliação psicomotora à luz da psicologia e da psicopedagogia**. 13ª ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2014.
- ROBINSON, Maria. **Child Development From Birth To Eight**: A Journey Through The Early Years: A Journey through the early years. McGraw-Hill Education (UK), 2007.
- SANTOS, Aguinaldo dos et al. **Seleção do método de pesquisa**: guia para pós-graduando em design e áreas afins. Curitiba: Insight, p. 10-42, 2018.
- BIANCHI, Marina; SELAU, Luiza Grazziotin. Design de Mobiliário: Desenvolvimento de Mesa Recreativa/Interativa para Crianças com Foco em Ergonomia. **I Simpósio Científico FSG de Graduação e Pós-graduação**. Bento Gonçalves, RS. 2015. Disponível em: <<https://ojs.fsg.edu.br/index.php/scfsggpubg/article/view/1846>>. Acesso em ago. 2024
- SERRANO, Paula; LUQUE, Cira. **A criança e a motricidade fina**: desenvolvimento, problemas e estratégias. Lisboa: Papa-Letras, 2020.
- WADE, Michael G.; BERG, William. How to study movement in children. **Advances in psychology**. North-Holland, 1991.

APÊNDICES

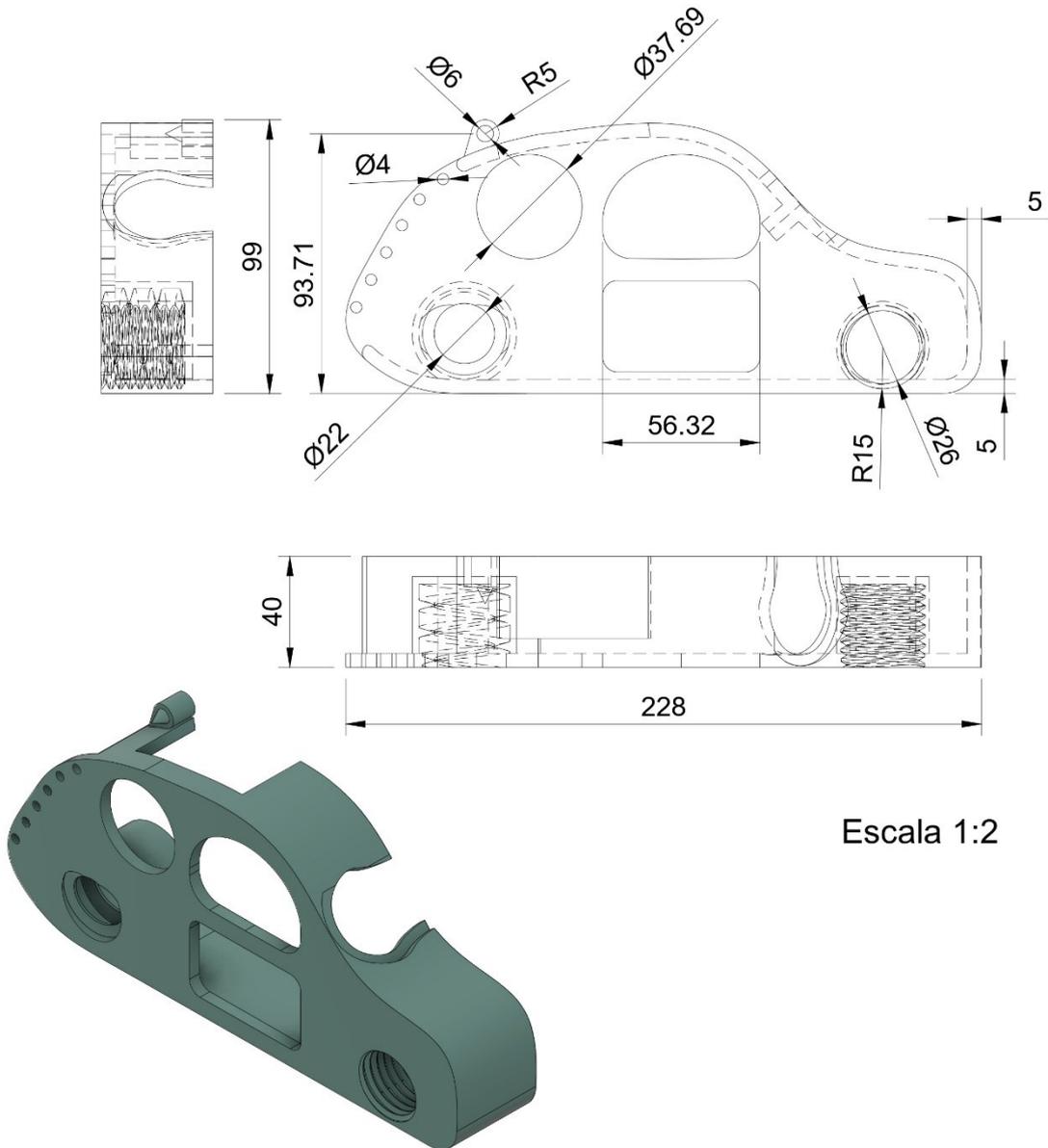
APÊNDICE A – Chassi esquerdo



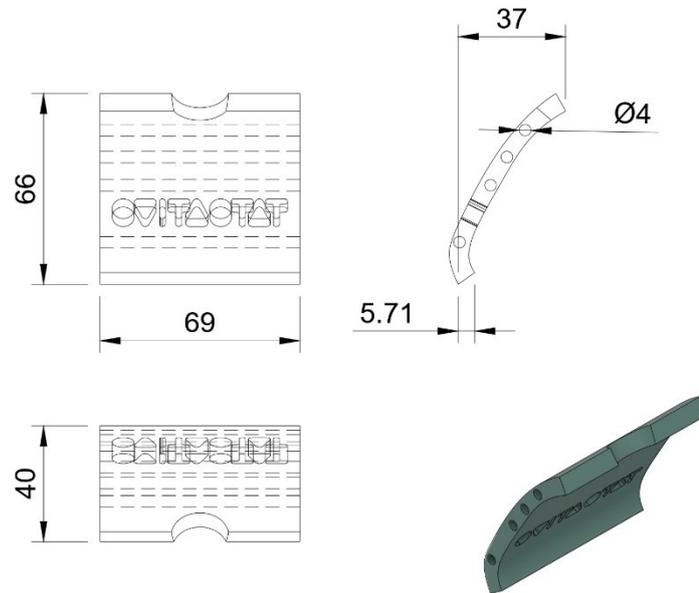
Escala 1:2



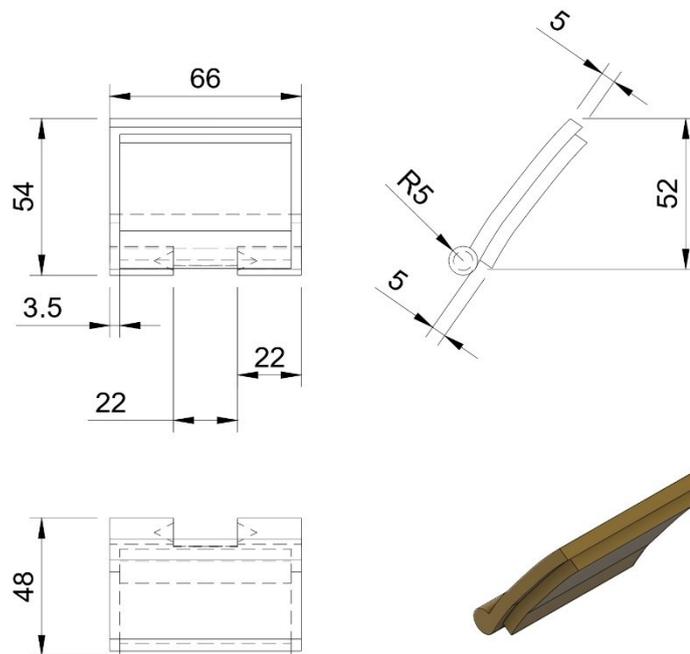
APÊNDICE B – Chassi direito



APÊNDICE C – Tampas



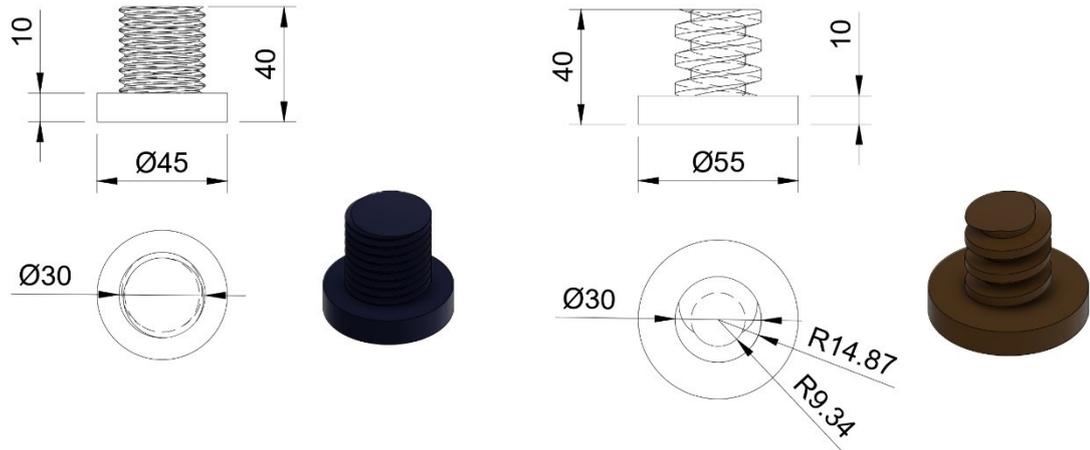
Tampa traseira



Tampa superior

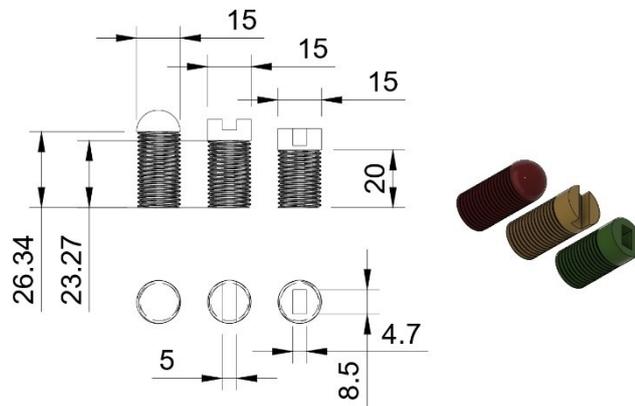
Escala 1:2

APÊNDICE D – Rodas e parafusos



Rodas dianteiras

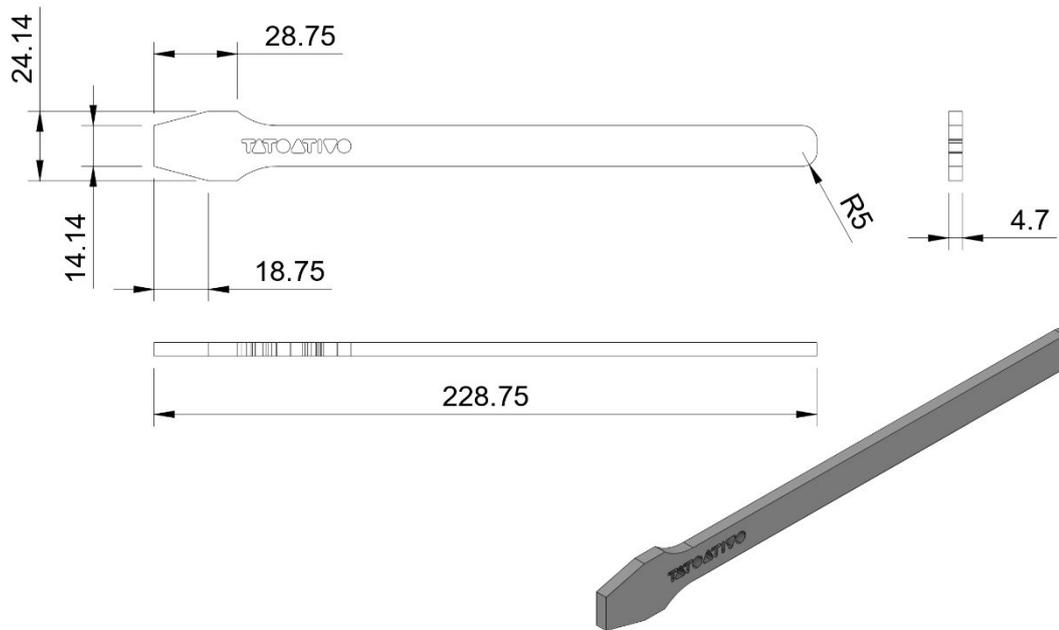
Rodas traseiras



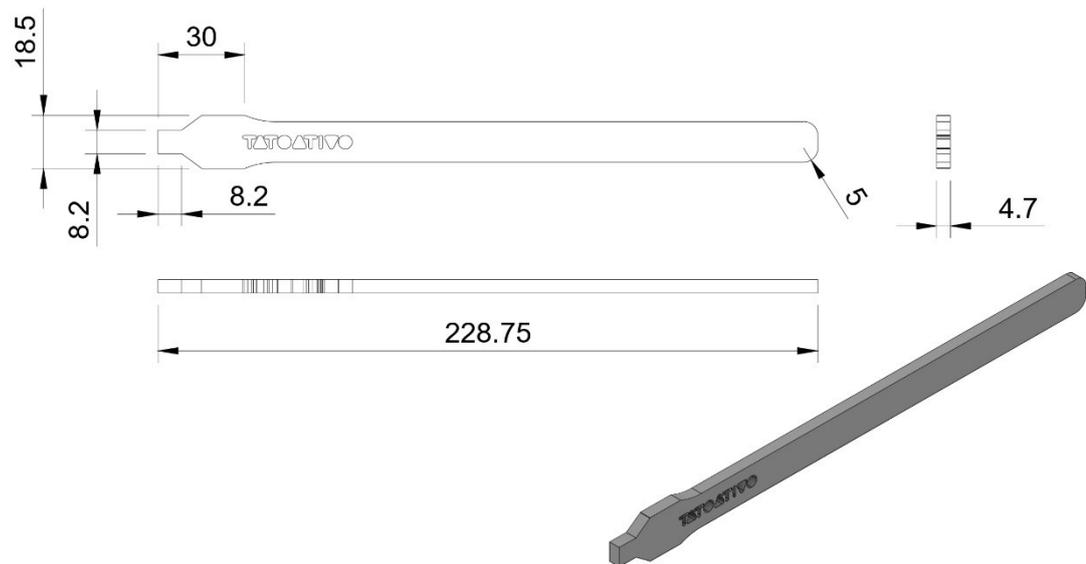
Parafusos

Escala 1:2

APÊNDICE E – Chaves



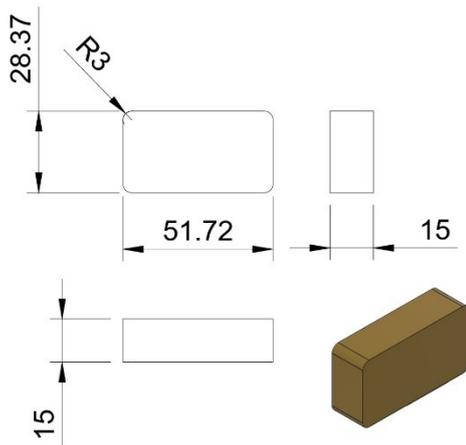
Chave de fenda



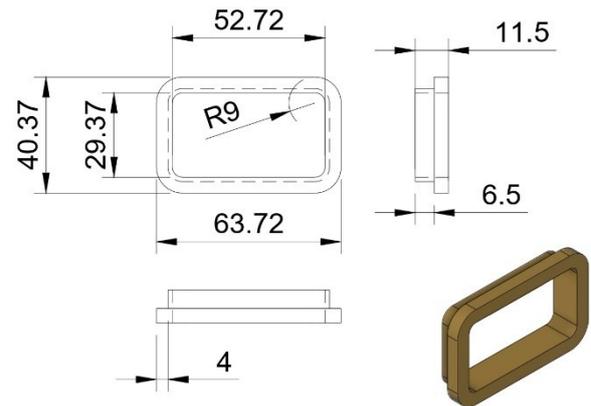
Chave quadrada

Escala 1:2

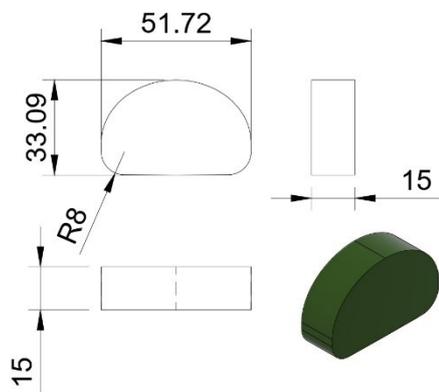
APÊNDICE F – Blocos e molduras 1



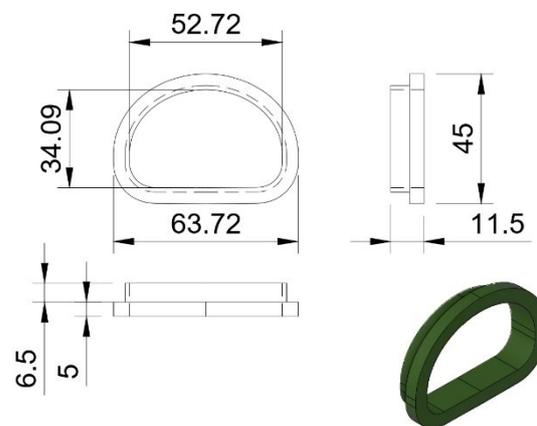
Bloco retangular



Moldura retangular



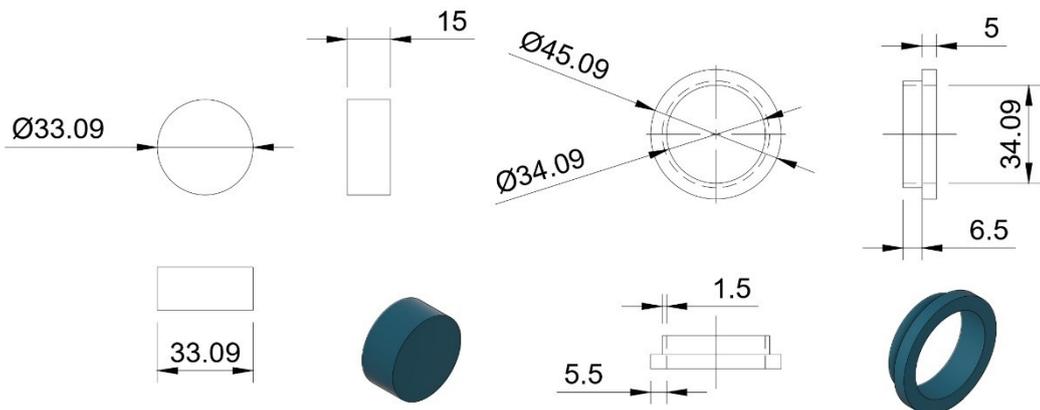
Bloco feijão



Moldura feijão

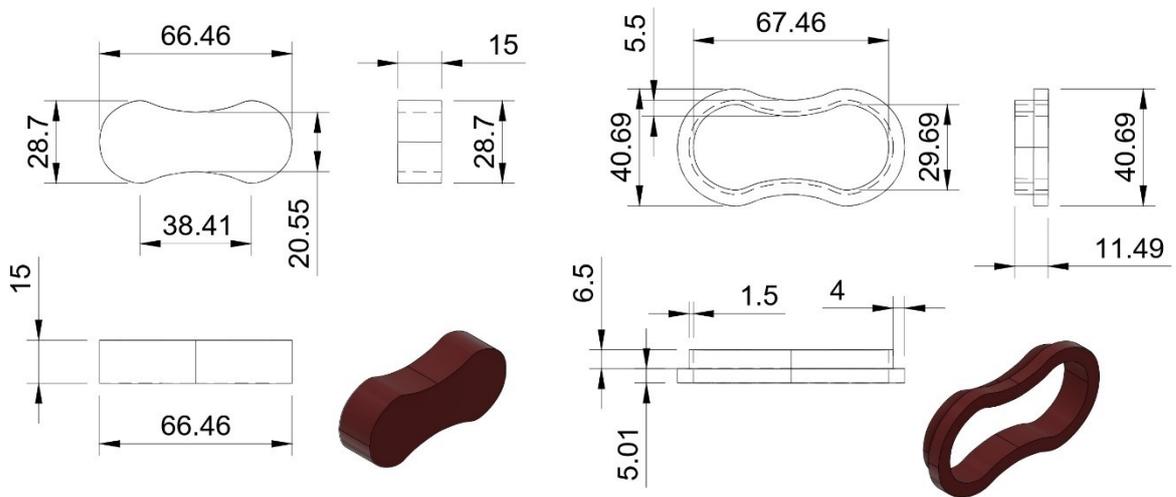
Escala 1:2

APÊNDICE G – Blocos e molduras 2



Bloco circular

Moldura circular



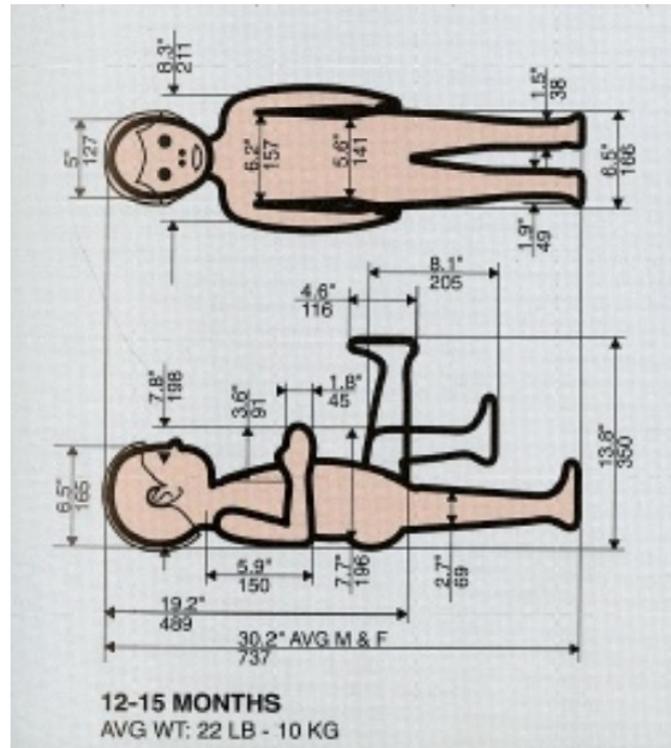
Bloco oito

Moldura oito

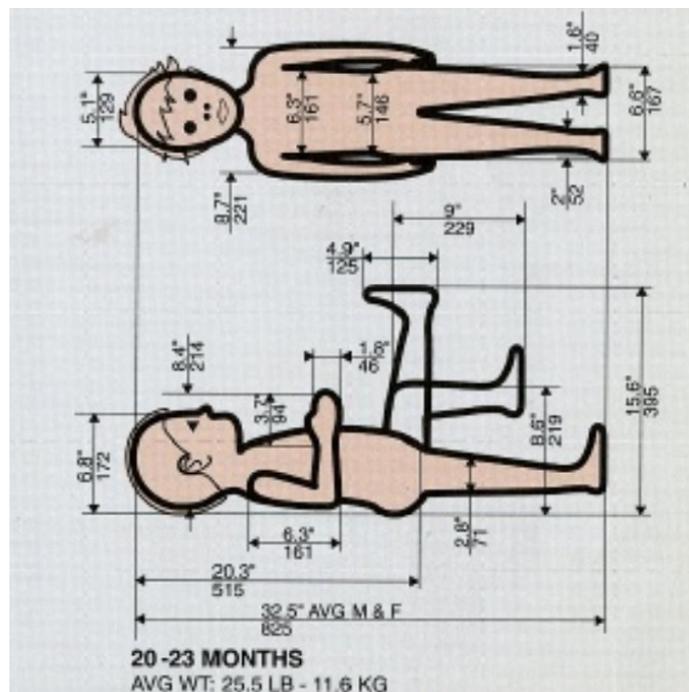
Escala 1:2

ANEXOS

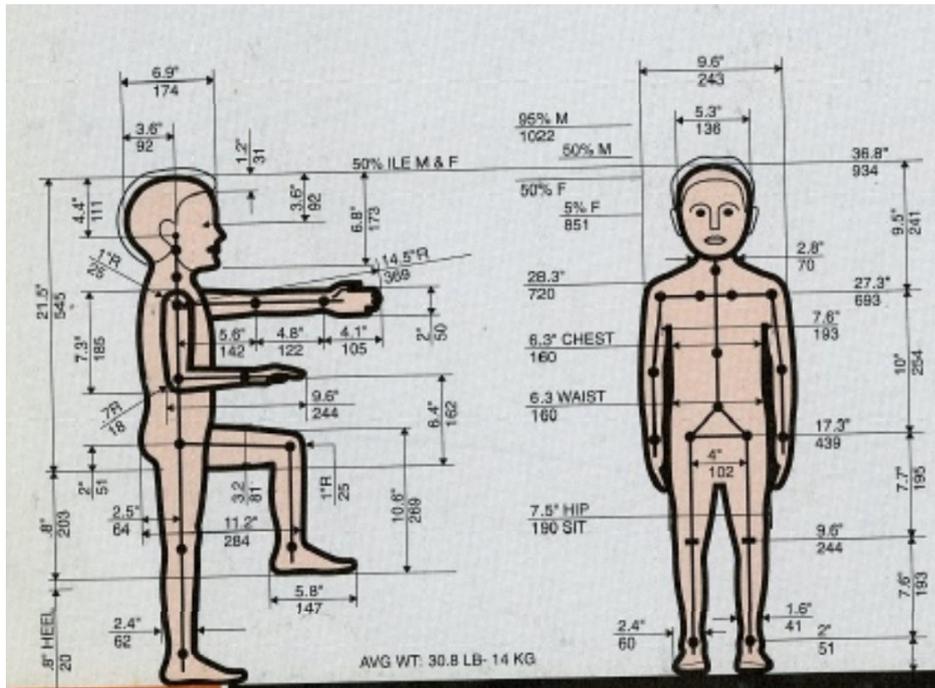
ANEXO A – Antropometria. 12 a 15 meses. Fonte: Dreyfuss e Tilley (2005)



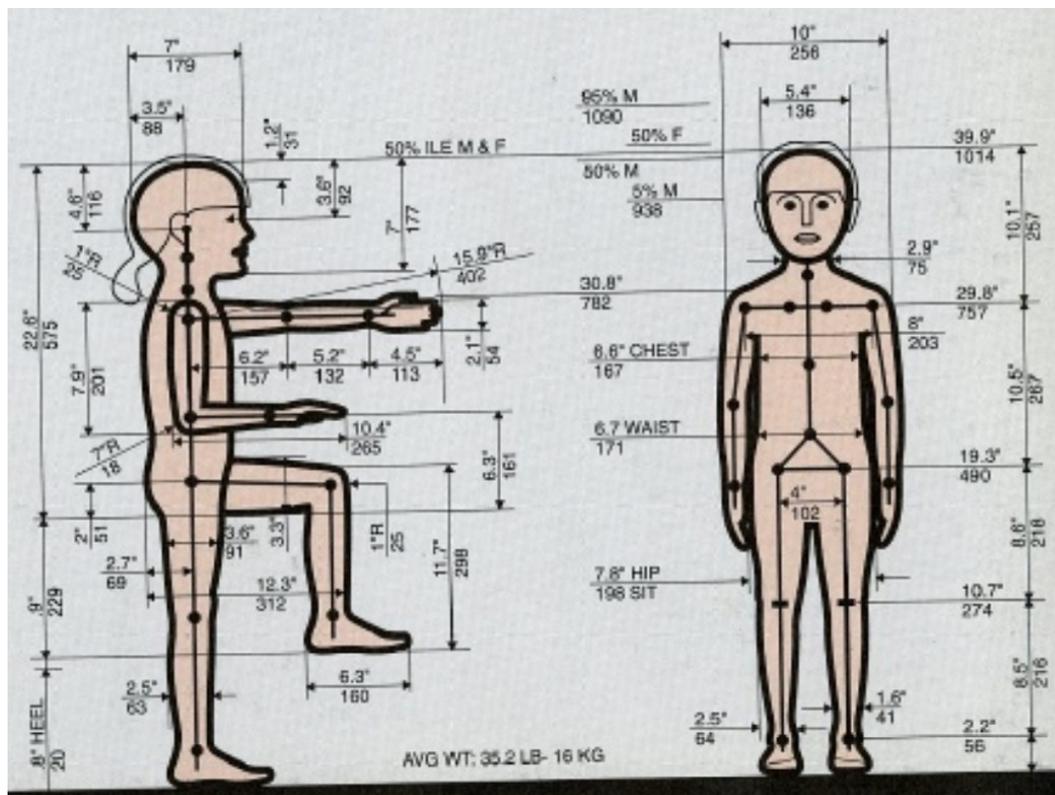
ANEXO B – Antropometria. 20 a 23 meses. Fonte: Dreyfuss e Tilley (2005)



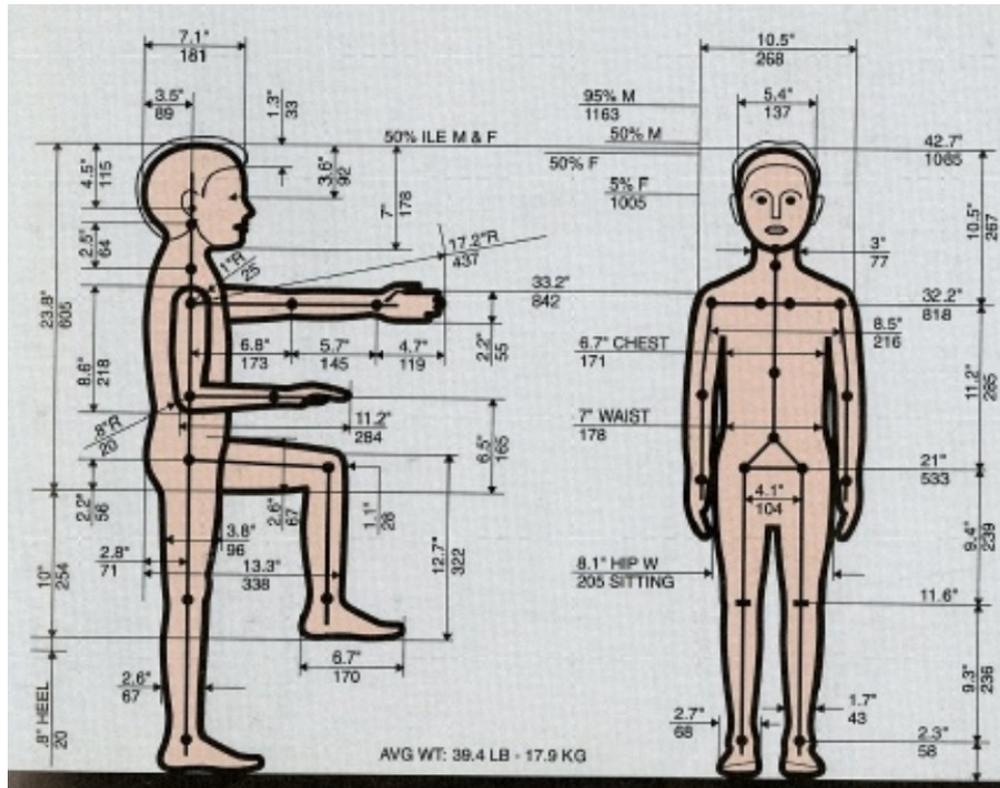
ANEXO C – Antropometria. 2,5 a 3 anos. Fonte: Dreyfuss e Tilley (2005)



ANEXO D – Antropometria. 4 anos. Fonte: Dreyfuss e Tilley (2005)



ANEXO E – Antropometria. 5 anos. Fonte: Dreyfuss e Tilley (2005)



ANEXO F – Antropometria. 6 anos. Fonte: Dreyfuss e Tilley (2005)

