

Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”

**Aproveitamento de Resíduos da Arborização Urbana para a
Fabricação de Brinquedos**

Luiz Fernando Pereira Bispo

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Escola Superior
de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo,
para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal

Piracicaba

2017

Luiz Fernando Pereira Bispo
Graduando em Engenharia Florestal

**Aproveitamento de Resíduos da Arborização Urbana para a Fabricação de
Brinquedos**

Orientadora:
Prof. Dr. **ADRIANA MARIA NOLASCO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”,
Universidade de São Paulo, para obtenção do título
de Bacharel em Engenharia Florestal

Piracicaba
2017

FICHA CATALOGRÁFICA (DIVISÃO DA BIBLIOTECA)

DEDICATÓRIA

In memoriam

Ao meu pai, o senhor José Bispo de Oliveira, que hoje está no céu. Um homem muito honesto, dedicado e batalhador. Ele foi a pessoa que me adotou junto com minha mãe e me deu muito amor. Ele é um herói para mim e tenho certeza que iria adorar ver essa fase final da minha graduação em Engenharia Florestal na ESALQ USP. Ele me deixa uma saudade imensa, um sentimento de falta. Lembro-me de quando ele me ensinava a chutar a bola de futebol, de quando me chamava para dar uma volta de bicicleta no quarteirão, de quando ia comprar figurinhas da copa do mundo na banca de jornal mais próxima de casa, de quando me levava no Parque da Água Branca para andar de cavalo, de quando quase entrava em campo de futebol para argumentar com o juiz sobre uma falta que fizeram sobre mim, de quando eu ia ao hospital com ele, de quando eu ia visitá-lo no hospital enquanto estava doente, de quando fazia massagem em seu pé e de quando toquei pela última vez em seu pé e cai em lágrimas e dor porque ele estava indo para um plano diferente. Saudades de você meu guerreiro. Penso em você quase todo dia e todo esse esforço para progredir na minha carreira eu dedico a você. Darei o meu melhor para conservar o nosso ambiente (fauna, flora e recursos naturais) e ajudar pessoas a se tornarem melhores em mente, alma e espírito. Grande abraço meu pai. Saudades!

À Tia Munira Salomão, que considero como uma avó, mulher de fibra, pedagoga e exemplo de garra, firmeza e de coração acolhedor e bom. Aprendi muito com ela. Obrigado pelos ensinamentos. Fique na paz de Deus e acompanhe meu pai no céu.

AGRADECIMENTOS

À professora Adriana Maria Nolasco do LCF pela orientação nesse trabalho, paciência comigo e por me encorajar a ter foco, força e fé na continuidade e conclusão da pesquisa. A professora foi essencial nessa pesquisa. Sem ela, tudo o que fiz, não seria possível.

Ao técnico Sidnei do LCF e responsável pela serraria do departamento. Graças a ele (com sua caminhonete) eu pude coletar o material residual madeireiro pela cidade de Piracicaba. Também, foi com ele que os protótipos dos brinquedos de madeira tomaram forma e “vida”, pois os cortes nas serras, desempenamento, furações etc foram realizados por ele.

Ao técnico Udemilson do LCF por ter sido fundamental na análise química (teor de extrativos) dos resíduos da arborização urbana.

À doutoranda Gabriella Razafinarivo, orientada do professor Mário Tomaziello, de Madagascar. Foi através da ajuda dela, que pude realizar a análise da cor dos resíduos da arborização urbana.

Ao técnico Alex e professor Geraldodo LCF por ter disponibilizado o laboratório deles para a realização dos ensaios e análise da dureza dos resíduos madeireiros urbanos.

À professora Vânia Massabni do LES pela cooperação na elaboração dos roteiros de entrevista para a análise de mercado dos brinquedos de madeira.

Ao professor Ricardo Camargo do LES pela recomendação de material de leitura sobre a Teoria de Jean Piaget.

Ao doutorando Ananias Junior, pela ajuda na análise estatística de todos os meus dados.

À doutoranda Luciana Jankowsky pelo auxílio na análise de teor de extrativos do resíduos madeireiros urbanos e recomendação de leitura sobre o tema.

À educadora do USP Recicla Ana Maria Meira pela ajuda na procura de referência, recomendações, encorajamento e disponibilidade para conversar sobre os desafios da vida acadêmica e pessoal.

À equipe de poda do município de Piracicaba, em especial o senhor Nélio, que foi muito receptiva e nos permitiu a coleta dos galhos que eram podados pela cidade.

À companheira de pesquisa Debora Klingenberg, que foi fundamental na melhora do meu entendimento de diversos assuntos referente a pesquisa, pela parceria na coleta dos resíduos pela cidade de Piracicaba e pela amizade.

À minha esposa Jiye Lee <3, pela motivação e entendimento. Por me amar e me aceitar como marido para o resto de nossas vidas (até os 100 anos).

À minha querida mãe (Viturina Pereira dos Santos Oliveira) que me adotou junto com meu pai e me criou como um “rei”, com muito amor (ensinando, aconselhando, - e família (Maria de Jesus, Mariana Zaher, Vera Zaher, Maria Tafida Zaher, Antonio Zaher, Julia Salomão e Lilia Salomão) por terem me educado, me dado perspectiva de vida, por ter me ensinado a andar, sorrir e amar.

À Deus por ter me dado saúde, paz e equilíbrio durante essa fase de desenvolvimento do meu Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Florestal.

SUMÁRIO

RESUMO.....	10
ABSTRACT.....	11
LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....	12
LISTA DE TABELAS.....	16
LISTA DE QUADROS.....	17
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	18
1 INTRODUÇÃO.....	19
1.1 Objetivo geral.....	21
1.1.2 Objetivos específicos.....	21
1.2 Hipóteses.....	22
1.3 Motivação para a realização do estudo.....	20
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	21
2.1 Resíduos de poda e remoção da arborização urbana e seus serviços.....	21
2.2 Aplicação e potenciais usos dos resíduos da arborização urbana.....	25
2.3 Aproveitamento, valorização de resíduos da arborização urbana e o processo de fabricação brinquedos.....	25
2.4 A teoria do desenvolvimento humano de Jean Piaget e o período pré operatório.....	27
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	28
3.1 Local de Estudo.....	28
3.2 Coleta, Identificação, Armazenamento e Caracterização dos Resíduos da Arborização Urbana.....	29
3.2.1 Análise da Cor e Desenho.....	33
3.2.2 Análise da Densidade Básica e Aparente.....	35
3.2.2.1 Densidade básica.....	35
3.2.2.2 Densidade aparente.....	37
3.2.3 Retratibilidade.....	37
3.2.4 Umidade.....	38

3.2.5 Dureza.....	39
3.2.6 Extrativos.....	42
3.3 Desenvolvimento de projetos de protótipo.....	45
3.3.1 Conceito do produto a ser desenvolvido.....	46
3.3.2 Máquinas e ferramentas para a fabricação dos protótipos e suas funções.....	48
3.4 Análise de Mercado.....	48
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	48
4.1 Características da madeira dos resíduos da arborização urbana das espécies do estudo.....	49
4.1.1 Características Físicas.....	49
4.1.2 Característica Química – Teor de Extrativos.....	54
4.1.3 Desenho e Cor.....	55
4.2 Desenvolvimento dos produtos: Brinquedos de Madeira.....	57
4.2.1 Definição da linha de produtos.....	58
4.2.2 Definição de Requisitos e Análise de Similares.....	59
4.2.2.1 Boliche.....	60
4.2.2.3 Carrinhos, Trenzinhos, Bonecos, Aldeia e Objetos simuladores da realidade....	62
4.2.2.3 Quebra cabeça em cubos.....	65
4.2.3 Segurança de brinquedos de madeira.....	68
4.2.4 Protótipos: Bonecos, Carrinhos, Trenzinhos e Vilinha.....	70
4.2.5 Protótipo: Boliche.....	72
4.2.6 Protótipo: Quebra cabeça em cubos.....	74
4.3 Análise de Mercado.....	78
4.3.1 Opinião das Crianças.....	78
4.3.2 Opinião dos Pais.....	83
4.3.3 Opinião dos Professores.....	88

5.CONCLUSÕES.....	90
REFERÊNCIAS.....	92
ANEXOS.....	99

RESUMO

A arborização urbana é uma prática que gera muito resíduo. O volume de madeira que é gerado no processo de poda e supressão das árvores é expressivo. O PNRS (Plano Nacional de Resíduos Sólidos) não permite mais a disposição desses resíduos em aterro devido ao fato de ocuparem muito espaço e terem um longo processo de degradação. A queima à céu aberto também não é mais permitida, de acordo com o PNRS. Portanto, estratégia de valorização é obrigatório, pois o material possui significativo potencial para ser usado na fabricação de produtos madeireiros de maior valor agregado. No entanto, atualmente, tem sido usado basicamente para o desenvolvimento de compostagem e para a geração de energia. Dentre as possibilidades de valorização têm-se a fabricação de brinquedos de madeira para crianças e adolescentes que pode contribuir para a destinação adequada de parte desse material, além de agregar benefícios sociais e econômicos. Este estudo teve por objetivo criar linhas de produto de brinquedos de madeira para a faixa etária de 2 a 7 anos, de acordo com a teoria de desenvolvimento humano de Jean Piaget e utilizando como matéria-prima os resíduos de arborização urbana do município de Piracicaba – SP. Para tanto, foi realizada a caracterização físico-mecânica, química (extrativos), de cor e desenho de três espécies da arborização urbana: Espanódea (*Spathodea campanulata* P. Beauv.), Aroeira-salsa (*Schinus molle* L.) e Ipê-rosa (*Handroanthus heptaphyllus* (Vell.) Mattos). Além disso, foram desenvolvidos e fabricados protótipos de brinquedos de madeira. O material residual para coleta e análise foi proveniente da poda e manutenção da arborização urbana da cidade de Piracicaba – SP. Os ensaios para caracterização dos materiais foram: dureza Janka, densidade básica e aparente, umidade, presença de extrativos, cor, desenho e retratibilidade. As características foram determinadas de acordo com as seguintes normas: ABNT NBR 7190:1997, ABNT NBR 10004:2004, ABNT NBR 9487:1986, ABNT NBR 14853:2010, ABNT NBR 300-1, 300-2, 300 3:2004, ASTM D143-94:2007 e sistema CIELAB 1976. Também, foi realizado um teste de mercado para saber as preferências das pessoas em relação aos produtos. Os resultados demonstram que os resíduos não apresentaram condições desfavoráveis para a fabricação dos brinquedos. O produto tem grande potencial de sustentabilidade e é pedagogicamente muito útil e de valor para o ensino infantil.

Palavras-chave: Valorização. Poda. Silvicultura Urbana. Jean Piaget.

ABSTRACT

The urban forestry management is a sort of practice which generates significant amount of residues. The volume of wood from the process of removing and pruning of the trees are expressive. The National Plan of Solid Residues (PNRS) from Brazil does not allow the maintenance of this type of residues into sanitary landfills due to the fact that it occupy a lot of space and it takes a long time for total natural degradation. Furthermore, according to the PNRS, the open burning of wood is not allowed. Therefore, the developing of strategies to provide value to the material is essential due to the fact that it has a significant potential to be used for the manufacturing of wooden products with higher added value. However, currently, it has been used to the development of composting in order to generate energy. Among the possibilities of valuing the wooden residues, there is the manufacturing of wooden toys for children and adolescents who can contribute to the proper destination of the materials. Also, it aggregates social and economic benefits. The objective of this research was to create a line of wooden toys to the age between 2 and 7 years by utilizing the residues of urban forestry pruning from Piracicaba city as raw materials. The analyzed species of this research were: *Spathodea campanulata*, *Schinus molle* and *Handroanthus heptaphyllum*. The wood residues were collected and analyzed. It was originated from the pruning and maintenance of the urban trees of Piracicaba city. Samples to characterization of wooden materials occurred: basic and bulk density, humidity, retraction, extractive presence, color, drawing and Janka hardness. The characteristics of the residues has been determined according to the norms: ABNT NBR 7190:1997, ABNT NBR 10004:2004, ABNT NBR 9487:1986, ABNT NBR 14853:2010, ABNT NBR 300-1, 300-2, 300 3:2004, ASTM D143-94:2007 and system CIELAB 1976. The development and manufacturing of the wooden products was made according to the human development theory of Jean Piaget. A gathering of information was carried in order to figure out, within the wooden toys sector, where is used the wood in the manufacturing of the products. Moreover, a market survey was approached to people in order to know the preferences regarding the products. The results show that the residues do not indicate improper conditions to the manufacture of toys. The product has a significant potential of sustainability and it is very useful for pedagogical proposes for children's education.

Key words: Valuing. Pruning. Urban Forestry. Jean Piaget

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Resíduo Madeireiro de poda das árvores urbanas. Fonte: Débora Klingenberg (2017).....	23
Figura 2: Componentes das árvores(NOLASCO, 2000).....	25
Figura 3: Coleta do resíduo madeireiro urbano no município de Piracicaba – SP; caminhonete usada para a coleta dos resíduos (Esq.) e resíduo selecionado disposto em via (Dir.).....	31
Figura 4: Local de armazenamento dos galhos das espécies do estudo; serraria do LCF ESALQ USP.....	31
Figura 5: Espectofotometro CM – 2500 D. Fonte: KONICA MINOLTA.....	35
Figura 6: Espaço de cor CIELAB. Fonte: KONICA MINOLTA SENSING,1998.....	35
Figura 7: Amostras imersas em água visando a sua saturação (Esq.) e amostras em estufa visando a sua secagem (Dir.).....	37
Figura 8: Máquina universal mecânica UMC – 300 CAPAC 30 TF junto com amostra para análise da dureza Janka.....	41
Figura 9: Tela do computador mostrando o <i>software</i> Pavitest Madeira 2.77 – 0.	42
Figura 10: amotras de dureza após a análise e marca da esfera semi-circular.....	42
Figura 11: Extrator Soxlet.....	43
Figura 12: Solventes usados para a análise dos extrativos.....	44
Figura 13: Frascos de Erlenmeyer 100 mL com serragem em água pré-destinadas a irem para banho-maria (água quente).....	46
Figura 14: Diversidade de desenhos, formas e criatividade para o boliche.	63
Figura 15: Proposta de produto na forma de projeto em desenho técnico – boliche de madeira.....	64
Figura 16: Carrinhos, bonecos e demais elementos de representação da realidade.....	65
Figura 17: Carrinhos feitos com resíduo madeireiro e com a conservação da forma natural dos mesmos.....	67
Figura 18: Proposta de produto na forma de projeto em desenho técnico – aldeia, carrinho, bonecos e trenzinho.....	67

Figura 19:Quebra-cabeça cubo e a diversidade de desenhos que pode-se aplicar.....	68
Figura 20: Quebra-cabeça cubo formando o rosto de personagens.....	
Figura 21:Proposta de produto na forma de projeto em desenho técnico– quebra-cabeça cubos.....	69
Figura 22: Cor e desenho da madeira residual da espécie Aroeira-salsa; em verniz (Esq.) e sem verniz (Dir.).....	58
Figura 23 : Cor e desenho da madeira residual da espécie Ipê-rosa; em verniz (Esq.) e sem verniz (Dir.).....	59
Figura 24:Cor e desenho da madeira residual da espécie Espatódea; em verniz (Esq.) e sem verniz (Dir.).....	59
Figura 25: Protótipos dos bonecos de resíduos de madeira.....	71
Figura 26:Protótipos dos carrinhos de madeira feitos com resíduos de poda da árvore urbana Aroeira-salsa. Categorias: carrinhos usinados sem pintura e usinado com pintura.....	72
Figura 27: Protótipo de carrinho de madeira feito com resíduo de poda da árvore urbana Aroeira-salsa.. Categoria: carrinhos rústicos (“natural do resíduo”). Fonte: acervo pessoal.....	73
Figura 28: Protótipos dos trenzinhos; foto visão de cima. Categorias: rústicos (conservação da casca), usinados sem pintura e usinados com pintura. Fonte: acervo pessoal.....	73
Figura 29: Protótipos dos trenzinhos. Categorias: rústicos (conservação da casca), usinados sem pintura e usinados com pintura. Fonte: acervo pessoal.....	73
Figura 30: Protótipo da “vilinha” de madeira com resíduo de Aroeira-salsa (estilo rústico).....	73
Figura 31: Protótipo do boliche com seus pinos modelo rústico (com casca), feito com os resíduos da espécie <i>Schinus molle</i> (Aroeira-salsa), <i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Ipê-rosa) e <i>Spathodea campanulata</i> (Espiródea).	74
Figura 32: Protótipo do boliche com seus pinos usinados com verniz (9 pinos) e sem verniz (3 pinos), feito com os resíduos da espécie <i>Spathodea campanulata</i> (Espiródea). Fonte: acervo pessoal.....	74

Figura 33: Protótipo dos dois boliche fabricados. Fonte: acervo pessoal.....	75
Figura 34: Cubos de madeira para o quebra-cabeça feitos com resíduo de Aroeira-salsa (Esq.) e feito com resíduo de Ipê-rosa (Dir.). Fonte: acervo pessoal.....	76
Figura 35: Quebra-cabeça em cubos com desenho (feito com Ipê-rosa) e cubos de madeira feito com resíduo de Aroeira-salsa. Fonte: acervo pessoal.....	76
Figura 36: Quebra-cabeça em cubos feito com resíduo de Ipê-rosa. Fonte: acervo pessoal.....	76
Figura 37: Protótipo de brinquedos de madeira que foram fabricados a partir do aproveitamento de resíduos da arborização urbana (poda). Fonte: acervo pessoal.....	
Figura 38: Intervenção no “Parque da ESALQ” com mãe e seus dois filhos.....	79
Figura 39: Intervenção no “Parque da ESALQ” e escola de educação infantil – Meninos brincando com os brinquedos de madeira no “Parque da ESALQ” (Esq.); Menino observando pinos do boliche usinado enquanto os amigos aguardam sua vez (Dir.)....	80
Figura 40: Intervenção na escola infantil. Menina carregando trenzinho usinado sem pintura (Esq.). Menina brincando com trenzinho rústico – com casca do galho (Dir.).....	81
Figura 42: Intervenção na escola infantil – Meninas brincando com trenzinho usinado sem pintura e bonecos.....	81
Figura 43: Intervenção em escola infantil. Menina brincando com com trenzinho usinado com pintura e, ao fundo, menino brincando com boliche usinado.....	81
Figura 44: Porcentagem em relação à preferência das crianças para com os diferentes brinquedos de madeira (Esq.); Porcentagem em relação à preferência do <i>design</i> dos brinquedos de madeira (Dir.).....	82
Figura 45: Porcentagem na escolha da cor favorita das crianças (Esq.); Porcentagem da preferência das crianças ao brincar (Dir.).....	82
Figura 46: Perguntas para as crianças sobre a obtenção de brinquedos de madeira.....	82

Figura 49: Porcentagem da distribuição do nível de escolaridade dos pais entrevistados (Esq.); Porcentagem da relação de pais que já presentearam alguma criança com brinquedo de madeira (Dir.).....	83
Figura 50: Porcentagem da frequência em que os pais trocam os brinquedos de seus filhos (Esq.); Porcentagem de resposta positiva ou negativa após perguntar se os pais avaliam a função (o que o brinquedo pode estimular) do brinquedo na criança (Dir.).....	83
Figura 51: Porcentagem dos diferentes estímulos que os pais buscam nos brinquedos e para que seja desenvolvido em seus filhos.	86

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Densidade Básica dos galhos das espécies do estudo na arborização urbana em Piracicaba – SP.....	51
Tabela 2: Densidade Aparente dos galhos das espécies do estudo na arborização urbana em Piracicaba – SP.....	51
Tabela 3: : Umidade a base seca dos galhos das espécies do estudo na arborização urbana em Piracicaba – SP.....	52
Tabela 4: Retrações (%) radial, tangencial, longitudinal e volumétrica.....	55
Tabela 5: Parâmetros colorimétricos da madeira natural e com verniz fosco das dez espécies mais freqüentes na arborização urbana em Piracicaba (SP).....	58

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: As espécies da pesquisa , suas características e usos pontenciais.....	32
Quadro 2: O período pré-operatório (2-7 anos) da criança e suas características de acordo com a Teroria de Jean Piaget.....	47
Quadro 3:Dureza Janka dos galhos das espécies do estudo da arborização urbana de Piracicaba – SP, de acordo com os diferentes planos; radial, tangencial e de topo.....	51
Quadro 4: Propriedades fisico-mecânicas de algumas espécies nativas comerciais de eucalipto.....	53
Quadro 5: Resultados médios da análise química de teores de extractivos (%) oriundo dos galhos das espécies do estudo da arborização urbana em Piracicaba – SP de acordo com diferentes solventes.....	55
Quadro 6: Linhas de produtos que serão desenvolvidos e seus estímulos e habilidade que são aprimorados nas crianças.....	60
Quadro 7: Requisitos abordados para a fabricação das linhas de produtos.....	61
Quadro 8: Notas médias dos aspectos dos brinquedos que foram observados, de 0 a 5 considerando 0 péssimo e 5, excelente, dos pais.....	86
Quadro 9: preço compatível para compra segundo os pais.....	87
Quadro 10: Notas médias dos aspectos dos brinquedos que foram observados, de 0 a 5 considerando 0 péssimo e 5, excelente, dos professores.....	88
Quadro 11: preço compatível para compra segundo os professores.....	88

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

ASTM – American Society for Testing and Materials

CIE – Comissão Internacional de Iluminantes

CMF – Coordenação Motora Fina

CMG – Coordenação Motora Grossa

COPANT –Comissão Panamericana de Normas Técnicas

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias

ESALQ – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”

EPI – Equipamento de Proteção Individual

IBAMA – Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia

IPPLAP – Instituto de Pesquisa e Planejamento de Piracicaba

NBR – Norma Brasileira Registrada

ODS – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

ONGs – Organizações Não Governamentais

ONU – Organização das Nações Unidas

PMGIRS - Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos

PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos

POM – Pequeno Objeto de Madeira

SEDEMA – Secretaria de Defesa do Meio Ambiente

1. INTRODUÇÃO

Resíduo madeireiro é todo material lenhoso descartado após a colheita, tratos silviculturais ou transformação industrial da madeira. Alguns exemplos são: folhas, galhos finos e grossos, raízes, pedaços de madeira, costaneira, serragem, casca da árvore, troncos com grandes ocos e outros defeitos, maravalha e serapilheira (JUNIOR, 2008). Esses resíduos estão disponíveis em grande quantidade nas cidades e no campo e podem ser denominados vulgarmente como “lixo verde”.

No meio urbano são os galhos e troncos da poda e do corte ou remoção das árvores de rua. Esse é o chamado resíduo de arborização urbana. Normalmente, no Brasil, esse resíduo é destinado para aterros sanitários ou terrenos ociosos. Todavia, algumas entidades e órgãos públicos e privados usam o material como fonte de biomassa para produção de carvão vegetal (energia), compostagem (composto) e uso em marcenarias, madeireiras e indústrias de fabricação de produtos de madeira, como aproveitamento da matéria.

Segundo Nolasco (2000) relata que se os resíduos forem dispostos de maneira inadequada, os impactos podem ser relacionados à degradação da paisagem, a poluição dos recursos hídricos, edáficos e do ar. Como consequência, a saúde pública pode sofrer impactos negativos, como por exemplo, no sistema respiratório e nervoso dos seres humanos.

Por causa da preocupação ambiental que diversas entidades do setor público e privado estão tendo, a arborização urbana se tornou um tema de relevante discussão nos planos de gestão urbana dos municípios de São Paulo e também de outros estados. É uma questão que, além do planejamento para o plantio de mudas e manutenção das mesmas as quais viraram futuras árvores, e a própria manutenção das árvores já na fase adulta, faz referência também ao manejo dos resíduos gerados em todo o processo de desenvolvimento e manejo das árvores.

De acordo com a NBR 10004 (2004), os resíduos da arborização urbana são resíduos sólidos urbanos de Classe II A – Não Perigosos- A009 (resíduos de madeira).

É necessário valorizar esses resíduos visando criar uma alternativa para mitigar a quantidade gerada e destinada aos aterros ou que são até mesmo queimados.

De acordo com Meira (2010), a valorização dos resíduos da arborização urbana é uma solução ambiental. Todavia, é também uma solução econômica e social, pois tem o grande potencial de gerar novos empregos e melhorar a imagem das organizações que geram os resíduos.

No processo de valorização do resíduo, a madeira pode ser destinada para a geração de energia até a fabricação de produtos de madeira de alto valor agregado, como móveis, objetos decorativos e utilitários, entre outros. Para tanto, é necessário conhecer as características físicas, químicas e mecânicas do resíduo gerado, para definir o uso a ser dado a essa madeira (MEIRA, 2010).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), na Lei número 12.305 surgiu nesse contexto. Ela foi regulamentada pelo Decreto 7.404 (BRASIL, 2010). A lei determina princípios, objetivos, instrumentos e diretrizes para a gestão integrada e o gerenciamento dos resíduos sólidos e traz como inovação o conceito de responsabilidade compartilhada, indicando que toda a sociedade deve assumir responsabilidade na solução do problema.

Cada município deve então cumprir seu papel de gestão do material residual de acordo com a Lei nº 12.305, seção IV (BRASIL, 2010), que prevê os Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS). Essa seção determina que a prefeitura de cada município faça um diagnóstico das situações encontradas e defina procedimentos e regras que deverão ser cumpridas pelos cidadãos e empresas que ali residem e por elas próprias e seus funcionários (BRASIL, 2010). O material residual de poda nas áreas urbanas é de responsabilidade do município, determinado pela Lei nº 12.300 (BRASIL, 2006) e por ser classificado como um resíduo sólido urbano.

Os resíduos sólidos têm grande potencial e há tecnologia disponível para que sejam transformados em matéria prima para novos produtos ou subprodutos, que são produtos secundários do sistema de produção, desde que tenham um valor no mercado, uso e efetiva aplicação ou comercialização (NOLASCO, 2014).

O trabalho visa, entretanto, o aproveitamento do resíduo para a fabricação de brinquedos. A Associação Brasileira de Fabricantes de Brinquedos (Abrinq) relata que em 2014 a venda dos brinquedos de madeira representou 3,1% do faturamento do setor geral de brinquedos. O valor não é representativo e positivo. Portanto, é preciso muito

desenvolvimento tecnológico e científico para fazer as pessoas se interessarem mais pelos brinquedos de madeira.

1.1 Objetivo geral

Desenvolver brinquedos para crianças da faixa etária entre 2 e 7 anos de idade, utilizando como matéria prima a madeira proveniente da poda ou remoção de árvores urbanas do município de Piracicaba – SP.

1.1.2 Objetivos específicos

- Identificar os tipos de resíduos da arborização urbana com características físicas e químicas (presença de extrativos) desejáveis para a fabricação de brinquedos;
- Definir os requisitos estéticos, funcionais, pedagógicos (estímulos adequados para a faixa etária de 2 a 7 anos de acordo com a teoria de Jean Piaget), normativos e ambientais que irão direcionar o desenvolvimento dos brinquedos;
- Desenvolver projetos de produtos, considerando os requisitos anteriormente definidos;
- Construir os protótipos;
- Realizar teste de aceitação e mercado com os produtos desenvolvidos.

1.2 Hipóteses

As espécies do conjunto de árvores selecionadas (espatódea, aroeira-salsa e ipê-rosa) apresentam características físicas e químicas (teor de extrativos) adequadas para o aproveitamento de resíduos na fabricação de brinquedos.

1.3 Motivação para o desenvolvimento da pesquisa e estudo

O laboratório de Movelaria e Resíduos Florestais da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” desenvolve projetos e planos para o aproveitamento de

resíduos florestais. Uma das frentes de pesquisa e estudo é direcionado para o aproveitamento na fabricação de brinquedos.

As entidades do município de Piracicaba aproveitam muito pouco os resíduos provenientes da poda devido a falta de informação e conhecimento referente ao assunto, e não se sabe as características físicas, químicas, anatômicas e organolépticas do resíduo madeireiro urbano de forma literária e científica.

Colaborando com o setor de tecnologia e pesquisa da madeira residual urbana e com o planejamento de fabricação de objetos ou protótipos sustentáveis, neste caso, os brinquedos de madeira, pode-se criar e incentivar novos empreendimentos e postos de trabalho. Também, ajudar na mitigação dos impactos negativos ambientais sendo que a matéria-prima usada é de origem renovável e limpa.

Além disso, esse trabalho se alinha a alguns dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) que foi estabelecido pela Organização das Nações Unidas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Resíduos de poda e remoção da arborização urbana e seus serviços

Os resíduos da arborização urbana ou resíduo madeireiro urbano são oriundos de podas ou remoção de arborização pública e privada. As intempéries também podem ocasionar a derrubada de diversas árvores em um curto período de tempo e gerando consequentemente muito resíduo madeireiro urbano (Figura 1). No meio urbano são os galhos e troncos da poda e do corte ou remoção das árvores de rua, esse é o chamado resíduo de arborização urbana. Normalmente, no Brasil, esse resíduo é destinado para aterros sanitários ou terrenos baldios. Todavia, algumas entidades e órgão públicos e privados usam o material como fonte de biomassa para produção de carvão vegetal (energia), compostagem (composto) e uso em marcenarias, madeireiras e indústrias de fabricação de produtos de madeira de maior valor agregado, como aproveitamento da matéria. (NOLASCO, 2000)

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) classifica os resíduos madeireiros como sendo Classe II A (não-inertes).

De acordo com Jankowsky (2017 apud HAUSEN, 1978), os extractivos encontrados na espécie *Bowdichia nitida* ou popularmente conhecida como Sucupira,

podem proporcionar sintomas alérgicos devido aos compostos químicos presentes na madeira; por exemplo, o 2,6-dimethoxy-1,4-benzoquinone.

Apesar de ser extremamente incomum, a espécie *H. heptaphyllum* pode causar problemas alergênicos e de toxicidade, principalmente quando sua madeira está sendo trabalhada ou usinada (THE WOOD DATABASE, 2013).

Os resíduos madeireiros podem estar na forma de serragem, maravalha, costaneira e toras.



Figura 1: Resíduo Madeireiro de poda das árvores urbanas - Toras. Fonte: Débora Klingenber (2017)

A Secretaria do Verde e Meio Ambiente da Prefeitura do Estado de São Paulo aponta quatro tipos de poda podem ser executados no processo de arborização urbana. São eles:

- **Poda de Formação:** visa um auxílio para que a planta se desenvolva adequadamente e que, sendo assim, haja um crescimento ereto, com copa saudável e com uma altura apropriada para a livre circulação de pessoas e veículos automotores.
- **Poda de Limpeza:** visa principalmente a segurança de indivíduos e patrimônios públicos e particulares em relação a queda de galhos e ramos.
- **Poda de Emergência:** visa a remoção de parte de árvores que estão comprometendo a segurança das pessoas e dos patrimônios públicos e particulares.
- **Poda de Adequação ou condução:** é realizada com o intuito de diminuir os problemas entre a vegetação urbana e os equipamentos urbanos, por exemplo, as redes elétricas aéreas. A estrutura da cidade muda com o tempo e, portanto, às

vezes, a adequação dos elementos arbóreos é necessária. Normalmente, a poda de adequação é exercida por causa da escolha inadequada da espécie para arborizar um determinado local, pela falta de poda de formação e pelas alterações do uso da superfície do solo, subsolo e parte aérea.

A poda é uma prática que vem sendo realizada desde muitos anos atrás, nos jardins europeus, e tinham como principal objetivo, a produção de flores. Com isso, a prática foi levada também para as ruas visando assim a melhora estética e fitossanitária das árvores (PIVETTA; SILVA FILHO, 2002; MINISTÉRIO PÚBLICO DE SANTA CATARINA, 2007).

A importância da classificação frente à atribuição de responsabilidades visando a determinação de riscos quanto a periculosidade e impactos negativos durante um manejo inapropriado. Sendo assim, a legislação pode ser abordada de forma coerente e para a resolução de problemas.

As características das espécies, a qualidade das operações realizadas e o mercado são os fatores que indicam se um determinado material será considerado um resíduo com potencial para se transformar em um subproduto (NOLASCO, 2000).

Os resíduos provindos dos processos de poda e remoção de árvores urbanas são: galhos, ramos, folhas, sementes, frutos, fustes e raízes, assim como pode ser observado na figura 2.

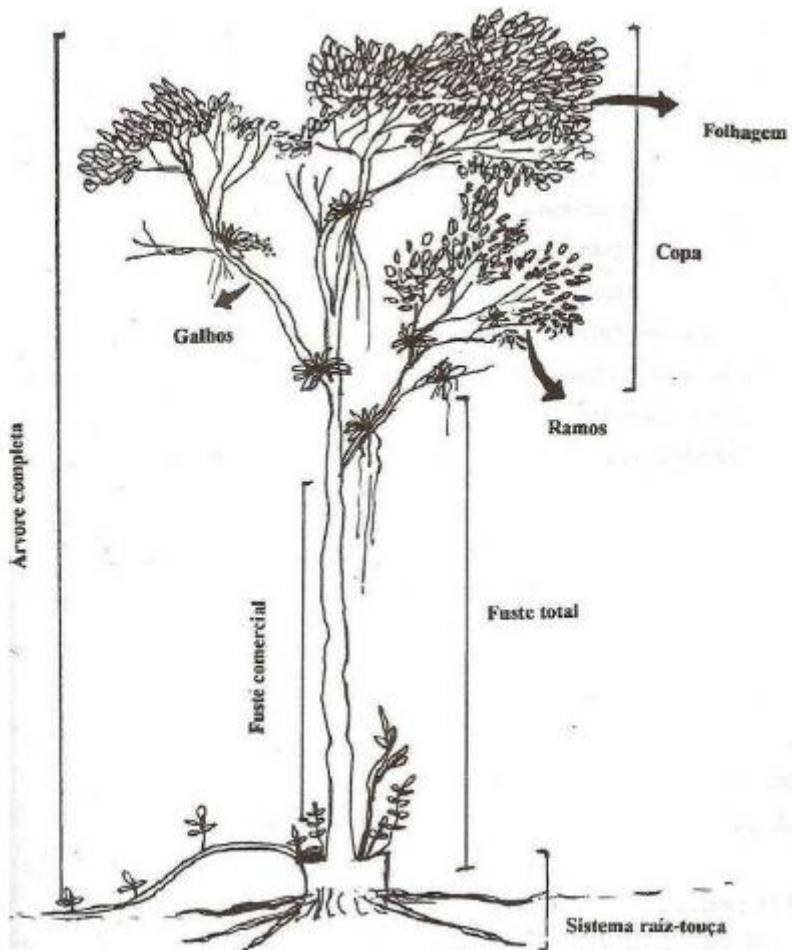


Figura 2: Componentes das árvores (NOLASCO, 2000)

A árvore na sua integridade é definida como a união de todas as suas partes. Isso engloba as raízes, a touça, o fuste, os ramos, as folhas, as flores e os frutos. Toda a estrutura que é localizada abaixo da seção de cortes do fuste é chamada de sistema raiz-touça. Fuste total é a região da árvore indicada a partir da touça até o início da copa e o fuste comercial é o tronco da árvore indicado a partir da touça até o limite superior do tronco que é comerciável (NOLASCO, 2000).

A Política Estadual de Resíduos Sólidos, Lei no. 12.300 de 2006, estabelece que o devido material é considerado resíduo urbano e o mesmo deve ser encaminhado aos aterros sanitários, não sendo diferente dos lixos domiciliares que se encontram nesta categoria.

Há uma significativa dificuldade para uma apropriada destinação desse tipo de resíduo por causa do grande volume que ele representa, as características físicas que dificultam a compactação e sua capacidade de combustão (MEIRA, 2010).

Eigenheer et.al (2005), conclui em seu estudo que os resíduos oriundos da poda urbana preenchi aproximadamente 4,4% do aterro Morro do Céu localizado na cidade de Niterói, Estado do Rio de Janeiro. A PNRS proíbe esse tipo de deposição.

Os serviços de poda e remoção de árvores no município de Piracicaba são realizados pela Prefeitura Municipal, mais especificamente, pela Secretaria de Defesa do Meio Ambiente (SEDEMA), por meio de contratação de serviços. Essa entidade faz a poda de adequação ou condução, de limpeza e realiza a remoção de árvores mortas ou que indique alguma ameaça para a segurança humana. Há também a concessionária de energia elétrica, que fica responsável por fazer a poda de árvores que tem os galhos próximos à fiação (MEIRA 2010).

2.2 Aplicação e potenciais usos dos resíduos da arborização urbana

Atualmente, o aproveitamento dos resíduos florestais é destinado para as demais formas: adubo, cama de animais, carvão e combustíveis, energia elétrica, energia térmica, extração de óleos e resinas e madeira reconstituída (VALE, 2005). Além disso, pode-se aproveitar o resíduo para a fabricação de pequenos objetos de madeira (POM) como, por exemplo, brinquedos, artigos de cozinha e peças decorativas de escritório e de sala (STERNADT, 2002).

No entanto, é de suma importância que durante esse processo, leve-se em conta a escala e sazonalidade de geração desses materiais ao longo do ano, as propriedades físicas, químicas e mecânicas (MEIRA, 2010).

Contudo, Meira (2010) relata que, normalmente, o aproveitamento de resíduos da arborização urabana são desenvolvidas em pequena escala e com abrangência muito pontual e sem organização.

2.3 Aproveitamento, valorização de resíduos da arborização urbana e o processo de fabricação brinquedos

Quando um determinado resíduo é transformado em um novo produto. Isso pode ocorrer na forma legítima ou natural e também depois de passar por um processo de triagem, reciclagem ou tratamento (NOLASCO, 2014). O resíduo madeireiro de poda e remoção de árvores urbanas tem pleno potencial para a fabricação de brinquedos de

madeira. A valorização visa propiciar meios de dar valor a um determinado objeto. Os resíduos deste caso, por exemplo, têm potencial para ser aproveitado e desenvolvido para a obtenção de valor agregado.

De acordo com Meira (2010), atualmente, a prática é pensada e realizada em algumas indústrias. Isso se deve ao fato de que as mesmas estão cada vez mais em busca de uma produção mais sustentável, ou seja, que seja ambientalmente correta, socialmente justa e economicamente viável.

Brinquedos de madeira fabricados a partir do aproveitamento de resíduos de arborização urbana não são frequentes no mercado, ou seja, não são encontrados com frequencia em lojas de brinquedos e no setor de empreendedorismo. Atualmente 97% dos brinquedos que são vendidos no comércio são feitos de plástico e metal. É um fato que favorece o esquecimento da história hereditária dos brinquedos de madeira, pois os mesmos fizeram parte da cultura e formação pedagógica de diversas crianças ao redor do mundo (TANNER, 2009).

Na Europa antiga, os brinquedos de madeira eram feitos em oficinas e as formas e materiais utilizados eram os principais atrativos na confecção dos mesmos; rica em especialidade e diferenças. Durante os século XVIII, auge da I Revolução Industrial, as corporações que surgiram na época tinham como foco uma produção especializada e mais eficiente. Com isso, as oficinas de fabricação de brinquedos de madeira foram se tornando cada vez mais raras. Por exemplo, com as corporações, os marceneiros não podiam mais confeccionar seus próprios brinquedos de madeira (MEIRA, 2003 apud BENJAMIN, 2002).

A quantidade, diversidade, características físicas, mecânicas, químicas (extrativos) e anatômicas são fatores cruciais para definir se o resíduo da arborização urbana tem potencial para ser aproveitado para a fabricação de brinquedos (MEIRA, 2010).

Seguindo o princípio de desenvolvimento de um produto ecológico (limpo e renovável) onde a matéria prima é a madeira residual e onde há a conservação do material como, por exemplo, mantendo a forma natural da casca, das dimensões e contornos do galho, pode-se dizer que há menos operações na fabricação dos brinquedos e, então, menos processamento e custo de operação menor, quando compara-se com os processos de produção dos brinquedos de madeira convencionais já encontrados no mercado. Todavia, a aplicação desse conceito (aproveitamento de resíduos madeireiros urbanos) e das metodologias de processamento só é possível

através da criação de programas e projetos de desenvolvimento de produtos, do treinamento e capacitação de mão de obra para essa finalidade, de infraestrutura (equipamentos, máquinas) existentes em um determinado espaço, de um efetivo plano de triagem de do resíduo com secagem e armazenamento apropriado visando a conservação da qualidade da madeira e do marketing para que os produtos tenham a oportunidade de se destacar e concorrer diretamente no mercado de brinquedos de madeira (MEIRA, 2010).

2.4A teoria do desenvolvimento humano de Jean Piaget e o período pré operatório

Atualmente, as crianças estão inseridas em um mundo que trabalha e desenvolve de modo muito rápido diversos estímulos ao mesmo tempo. Versões de brinquedos mais “modernos” e tecnológicos surgem (MEIRA, 2003).

Os brinquedos de antigamente, feitos com material madeireiro e atrativos, por exemplo, vão se tornando cada vez mais ausentes no mercado e entre as brincadeiras de crianças. As Barbies substituiram a riqueza diversa das bonecas de porcelana e isso indica que os brinquedos contemporâneos tendem a ser mais homogêneos, globalizados e, ocasionando o esquecimento dos belos brinquedos de antigamente (MEIRA, 2003 apud HUYSEN, 2000).

Apesar de toda a história da humanidade, dos processos evolutivos industriais e da maneira como a educação é abordada, o ser humano ainda é capaz de recuperar valores e hábitos, maneiras de educar e materiais de produção que eram mais usados no passado. Tanto a educação construtiva entre crianças e junto com professores e pais, através de uma organização horizontal e paralela, de respeito e generosidade entre as entidades, quanto o reestabelecimento de uma cultura em que a madeira é mais usada pelas pessoas e na fase infantil do processo educativo é possível.

A teoria de Jean Piaget busca compreender o desenvolvimento do ser humano de uma forma científica. Sua teoria colaborou significativamente para a área da educação e da aprendizagem (RIBEIRO, 2001). A Teoria parte da ideologia de que o ser humano potencializa seu método de aprendizagem quando a informação e o pensamento são desenvolvidos de maneira construtiva e não de forma imposta ou Skinneriana.

Piaget, em sua teoria, divide o desenvolvimento humano em estágios. São eles: sensório-motor, pré-operatório, operatório concreto e operatório formal. No período pré-

operatório (2 a 7 anos), a criança já desenvolve representações mentais internas e exibem “centrações”, capacidade de focalizar em algo de um objeto (TEIXEIRA, 2015).

Camargo (2009), relata que a reflexão abstrata acontece devido às conexões que o sujeito desenvolve. Ou seja, não são os objetos que transmitem a reflexão abstrata, mas sim, a coordenação das ações ou operações das atividades do sujeito com um objeto em mãos, por exemplo (PIAGET et al, 1995).

Neste contexto, pode-se inferir que um brinquedo de madeira pode despertar reflexões, conexões, sentimentos, ideias, raciocínios, movimentos e sentidos. O brinquedo de madeira estimula o “brincar” pela interação homem-natureza de modo mais efetivo, devido ao contato com uma das matérias naturais da vida e da natureza – a madeira.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local de estudo

O material residual foi proveniente da poda e manutenção da arborização urbana da cidade de Piracicaba – SP. O clima local é tropical de altitude (tipo Cwa na classificação de Köppen), com menos chuvas no inverno e temperatura média anual de 23,9 °C (ESALQ, 2009). A taxa de precipitação mensal está em torno de 104,86 milímetros com umidade relativa de 71% e evapotranspiração média de 443 milímetros (IPPLAP, 2008).

O município ocupa uma área de 1376,913 km², sendo que 31,5733 km² estão em perímetro urbano e os 1345,339 km² restantes constituem a zona rural (EMBRAPA, 2012). A população total da cidade é de 364,5 mil habitantes, sendo que 356,7 mil moram em área urbana, representando aproximadamente 97,8% (IBGE, 2010).

Segundo Silva Filho (2009), no caso da cidade de Piracicaba, as espécies mais utilizadas na arborização urbana são: espirradeira (*Nerium oleander* L), falso-chorão (*Schinus molle* L.) e resedá (*Lagerstroemia indica*), de pequeno porte (até 5 metros); ipê (*Tabebuia* sp) e quaresmeira (*Tibouchina granulosa* Cogn.), de pequeno a médio porte (de 5 a 10 metros); canelinha (*Nectandra megapotamica* (Spreng.) Mez) e oiti (*Licania tomentosa* Benth.), de médio porte (até 10 metros); e chapéu de sol (*Terminalia*

catappa L.), *ficus-benjamin* (*Ficus benjamina* L) e *sibipiruna* (*Caesalpinia peltophoroides*), de grande porte (acima de 10 metros).

De acordo com a Secretaria de Defesa do Meio Ambiente de Piracicaba (SEDEMA) a poda é feita pela empresa Engemaia & Cia a partir de uma licitação vigente desde 2012, e o material é triturado e destinado para duas empresas de compostagem (Bioland e Camará) ou para a Central de Tratamento de Resíduos (CTR – Palmeiras). A prática é feita dessa maneira a fim de evitar que os resíduos sejam levados aos aterros sanitários, junto com os outros resíduos urbanos. Por ter volume grande, características não viáveis para a compactação e riscos de combustão, os municípios encontram maior dificuldade para a destinação, além de a vida útil dos aterros diminuir em função da degradação lenta e grande volume dos resíduos (MEIRA, 2010).

3.2 Coleta, Identificação, Armazenamento e Caracterização dos Resíduos da Arborização Urbana

O material residual madeireiro foi coletado e analisado, para seleção daqueles que serão utilizados na fabricação dos protótipos. A poda foi realizada pela equipe do SEDEMA com o uso de uma motosserra. Com o auxílio de um funcionário da serraria do Laboratório de Movelaria e Resíduos Florestais, pode-se fazer a coleta manual do material madeireiro e transportá-lo para a serraria (local de armazenamento) com o uso de uma caminhonete.

Para esse trabalho, foram coletadas amostras de 3 árvores por espécie que são utilizadas na arborização urbana do município de Piracicaba. A partir disso, as amostras foram analisadas em laboratório.



Figura 3: Coleta do resíduo madeireiro urbano no município de Piracicaba – SP; caminhonete usada para a coleta dos resíduos (Esq.) e resíduo selecionado disposto em via (Dir.). Fonte: acervo pessoal.

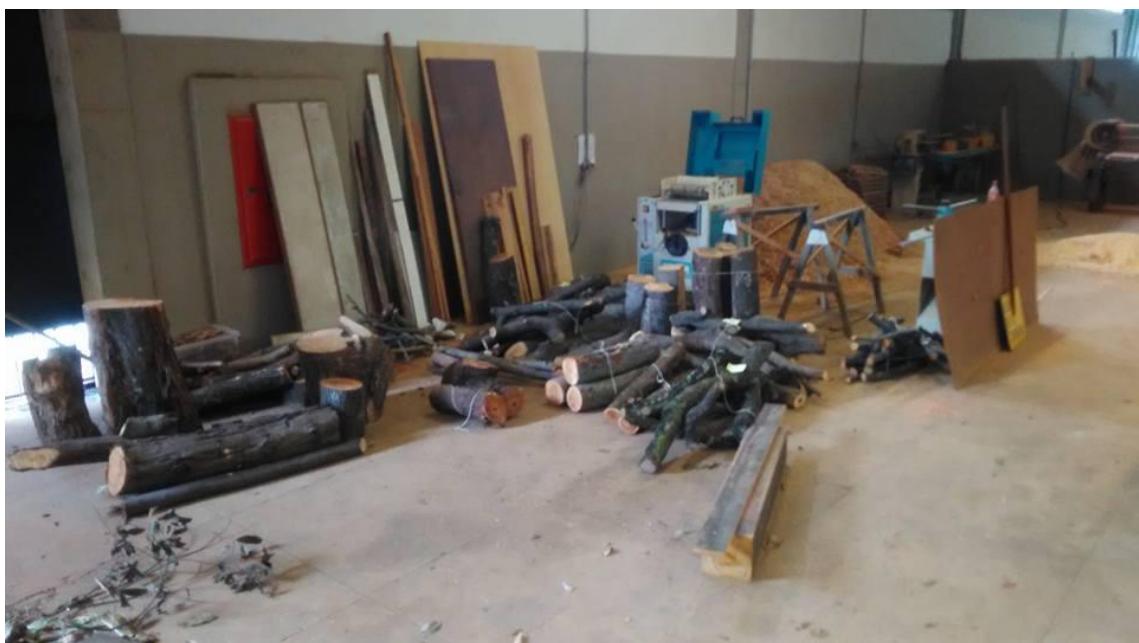


Figura 4: Local de armazenamento dos galhos das espécies do estudo; serraria do LCF ESALQ USP. Fonte: acervo pessoal

As espécies selecionadas para o estudo foram as seguintes:

1. Ipê Rosa (*Handroanthus heptaphyllus*);
2. Espatódea (*Spathodea campanulata*); e
3. Aroeira Salsa (*Schinus molle*).

Não houve critério de seleção das espécies pois a rota da equipe de poda do SEDEMA pela cidade de Piracicaba não era prevista. Portanto, as três espécies foram

definidas devido a ordem de acúmulo do resíduo em relação a quantidade suficiente de galhos ao longo do tempo. No entanto, houve critério para seleção dos galhos. Esse critério foi de selecionar galhos com no mínimo 15cm de diâmetro, pois desse modo, os corpos de prova para as análises e os produtos, poderiam ser realizados com sucesso.

Quadro 1: As espécies da pesquisa , suas características e usos potenciais

Espécies	Características	Usos Potenciais
 <p>Nome Popular: Ipê –rosa</p> <p>Nome Científico: <i>Handroanthus heptaphyllus</i></p> <p>Família: Bignoniaceae</p>	<p>Altura varia de 10 a 20 metros e tronco de 40 a 80 cm de diâmetro. A casca é aspera e acizentada. Folhas compostas, 5 a 7 folólos com margem serreada. Inflorescência rosa-roxeada. Fruto cápsula com sementes membranáceas aladas. Ocorrência principal na floresta pluvial atlântica (Bahia e Sudeste). Madeira pesada, dura, resistente e muito durável.</p>	<p>Obras externas, como em quilhas de navios, postes, mourões, pilares de pontes, dormentes, construção pesada, confecção de tacos, bengalas, eixos de rodas. Ótima para paisagismo, principalmente de áreas urbanas. Também, para reflorestamento misto para recuperação de áreas degradadas.</p>
 <p>Nome Popular: Espatódea ou Chama-da-floresta</p> <p>Nome Científico: <i>Spathodea campanulata</i></p>	<p>Árvore nativa da África subsaariana, podendo atingir de 7 a 25 metros de altura, tem potencial invasivo em condições favoráveis, flores vermelha-alaranjadas com botão floral em forma de bisnaga contendo água. Quando a flor está aberta, o formato é semelhante a um cálice e que assim, mantém água. Sua</p>	<p>Muito utilizada como planta ornamental de paisagismo. Apesar de ser encontrada em áreas urbanas, essa espécie não é recomendada em áreas urubanas devido à frequência de queda dos seus galhos.</p>

Família: Bignoniaceae	madeira é macia. Por isso, muitos pássaros fazem seus ninhos nessa árvore.	
 <p>Nome Popular: Aroeira-salsa ou Chorão</p> <p>Nome Científico: <i>Schinus molle</i></p> <p>Família: Anacardiaceae</p>	Árvore penenifólia, heliófita, com altura que varia de 4 a 8 metros, tronco de 25 a 35 cm de diâmetro. Sua casca é considerada grossa. É uma espécie nativa da América do Sul (Brasil). Têm folhas compostas (4 a 12 julgos), folíolos subcoriáceos (3 a 8 cm de comprimento). Inflorescências paniculadas terminais com flores amareladas no inverno. Além disso, é uma espécie tolerante a seca e resistente à geadas. Madeira dura, de baixa elasticidade, de alburno escuro e de boa durabilidade.	Confecção de mourões e esteios, trabalhos de torno, obras hidráulicas e de construção civil. Árvore muito usada na área ornamental e muito usada na arborização urbana e no paisagismo. Do cortex da árvore, pode-se extrair resina de terebentina e das folhas, um extrativo antibacteriano.

Fonte: Lorenzi (1992), Mendonça & Anjos (2005)

As análises compreenderão ensaios de caracterização de propriedades físicas e química (teor de extrativos) dos resíduos. Os fatores mais relevantes relacionados a essas propriedades visando a fabricação de brinquedos de madeira são:

1. Cor;
2. Desenho;
3. Densidade (Aparente e Básica);
4. Retratibilidade (axial, radial, tangencial e volumétrica);
5. Umidade;

6. Dureza Janka;
7. Teor de extractivos.

Foram usados somente os galhos ou parte dos mesmos com diâmetro maior ou igual a 7cm, ou o suficiente para tirar corpos de prova sem a presença de medula, casca e defeitos. O comprimento mínimo para a coleta das amostras foi de 56cm. Essa dimensão é necessária para que seja possível tirar 8 discos de 7cm, que, sendo assim, possibilita o acabamento e dimensão de 6cm (altura do corpo de prova).

Para a fabricação dos corpos de prova, as ferramentas utilizadas estavam afiadas de maneira adequada. Isso evita a chamada “queima” das faces da madeira (durante o corte), e consequentemente provocar a perda instantânea de água. Caso a ferramenta não esteja afiada, a determinação concreta da umidade da madeira pode ser afetada negativamente (NBR 7190/97).

Para a identificação dos corpos de prova, um padrão foi seguido, sendo que três números foram anotados nos corpos de prova. Foram eles:

- N1: relacionado à espécie em estudo;
- N2: relacionado à árvore da espécie selecionada;
- N3: relacionado à numeração da amostra propriamente dita.

Foi realizada uma análise estatística através da média, variância etc, de todas as amostras de galho e, posteriormente, a variação entre os galhos.

3.2.1 Análise da Cor e Desenho

Na descrição macroscópica da madeira foram analisadas as características gerais da madeira como cor e desenho utilizando os critérios da Comissão Pan-Americana de Normas Técnicas – COPANT (1974), IAWA – “List of Microscopic Features for Hardwood Identification”(IAWA – Committee, 1989) e as Normas e Procedimentos em Estudos de Anatomia da Madeira (IBAMA, 1992).

A determinação da cor foi realizada por meio do sistema CIELAB recomendado pela CIE (Comissão Internacional de Iluminantes) 1976, com dois tipos de leitura: um com verniz incolor e o outro sem verniz (madeira natural)

Para essas análises, foram utilizadas três repetições de cada galho ou parte do galho. Foi usado a tecnologia do espectofotômetro CM – 2500 D com iluminante tipo de luz difusa D65.



Figura 5: Espectofotômetro CM – 2500 D. Fonte: KONICA MINOLTA

Os corpos de prova para a determinação da cor tem dimensão de 32x8x2 (cm). A cor de cada amostra de espécie foi determinada, totalizando 9 corpos de prova, ou seja, 3 corpos de prova por espécie. Foram coletados dados de 10 pontos aleatórios por amostra.

De acordo com Hunter (1975) e Kovaliski (1978), esse método permite que a cor do objeto de madeira possa ser determinada de maneira mais uniforme.

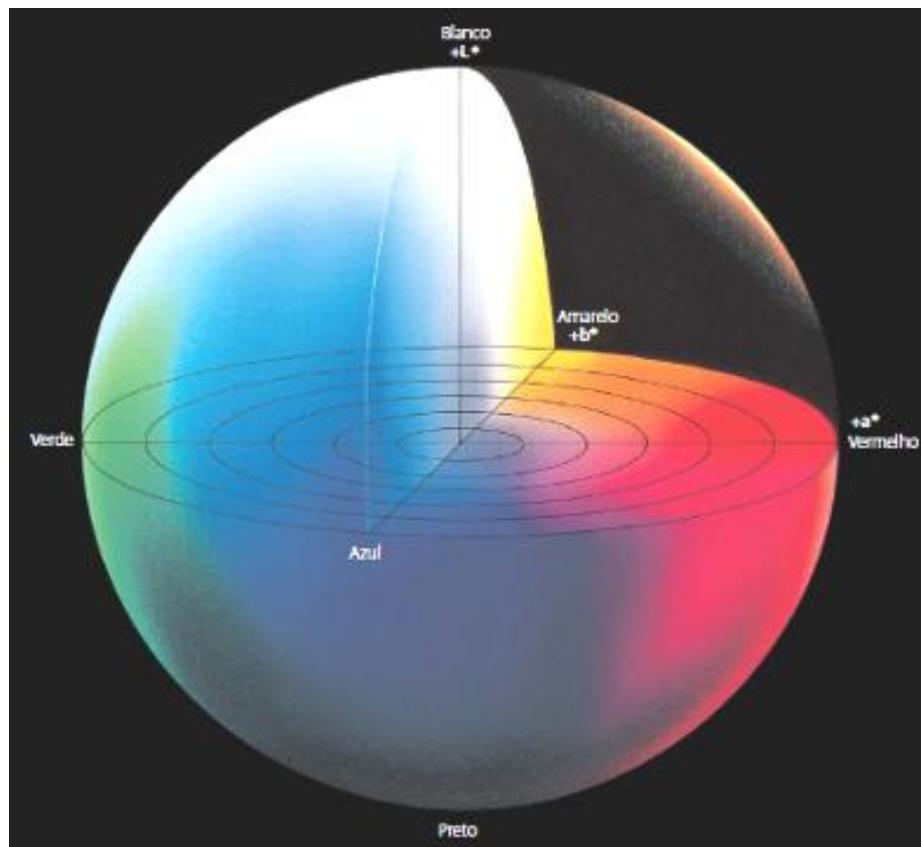


Figura 6: Espaço de cor CIELAB. Fonte: KONICA MINOLTA SENSING,1998

A variável a^* conecta o eixo vermelho-verde, b^* o eixo azul-amarelo, C representa a saturação da tinta e h^* ao ângulo de tinta.

Para a análise do desenho, serão coletadas imagens das faces resultantes do corte longitudinal de cada espécie, de acordo com a ABNT – NBR 9487 (1986).

Os mesmos corpos de prova que serão usados para determinar a cor, também serão usados para a análise do desenho. Portanto, são 9 corpos de prova com dimensão de 32x8x2 (cm).

3.2.2 Análise da Densidade Básica e Aparente

Os ensaios de densidade básica e aparente foram realizados de acordo com a norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) NBR 7190/96.

Foram retirados aproximadamente 40 corpos de prova por amostra de galho visando ter uma reserva de amostras caso houvesse algum problema. Esse princípio de prevenção é fundamental na pesquisa. Foram analisados 16 corpos de prova com dimensão de 2x2x6 (cm).

Conforme Melo et al., 1990 & Vale et al., 2005, os resíduos madeireiros urbanos serão classificados como sendo de baixa densidade (abaixo de 0,5 g/cm³), moderamente duro (entre 0,5 g/cm³ e 0,7 g/cm³) e duro (acima de 0,7 g/cm³).

3.2.2.1 Densidade Básica

A densidade básica foi determinada pela massa absolutamente seca e o volume totalmente saturado de água das amostras de madeira. A madeira foi deixada imersa em água por um período de 30 dias.

Depois dos 30 dias imersas em água, foram determinadas as massas, dimensões longitudinais, tangenciais e radiais e o volume das amostras, removendo a água superficial com papel absorvente.

As amostras foram colocadas em estufa a uma temperatura de 105 graus Celsius (+ ou - 3°C) até a estabilização da umidade. Em seguida, foi determinada a massa, as

dimensões e volume das amostras. Os resultado é aplicado pela equação abaixo para a densidade e para a variação dimensional.



Figura 7: Amostras imersas em água visando a sua saturação (Esq.) e amostras em estufa visando a sua secagem (Dir.). Fonte: acervo pessoal.

Adensidade básica é dada pela equação 1:

$$\rho_{bas} = \frac{m_s}{V_{sat}} \quad (1)$$

Onde:

ρ_{bas} : densidade básica em g/cm^3

m_s é a massa secada madeira (g);

V_{sat} é o volume da madeira saturada (cm^3)

3.2.2.2 Densidade Aparente

A densidade aparente foi calculada a partir da massa e do volume aparente da madeira em umidade de equilíbrio, considerando o material lenhoso, os extrativos e o ar contido no interior das células. A condição do ambiente de umidade foi estabelecida em ambientes com umidade do ar e temperatura controlada em estufa (JAEGER, 2013). Sendo assim, o comprimento, altura e largura foram medidos para que o volume à umidade de equilíbrio fosse adquirido.

A densidade aparente pode ser calculada aplicando-se a equação 2.

$$Da = \frac{M_{equil\;íbrio}}{V_{equil\;íbrio}} \quad (2)$$

Onde:

Da é a densidade aparente (g/cm³)

Mequilíbrio é a massa da amostra em umidade de equilíbrio (g)

Vequilíbrio é o volume da amostra em umidade de equilíbrio (cm³)

Para a região de Piracicaba, a umidade de equilíbrio da madeira é por volta dos 12%.

3.2.3 Retratibilidade

A retratibilidade representa a variação dimensional que a madeira tem a cada 1% de variação de umidade. As retracções das amostras de madeira (da condição de saturação das fibras à 0% de umidade) nos planos longitudinais, tangencial, radial e volumétrica são determinadas mantendo as amostras do lenho imersas em água até a saturação completa (JAEGER, 2013).

A amostras de madeira foram deixadas imersas em água por um período de 30 dias. Após os dias de imersão das amostras, as dimensões radiais, tangenciais e longitudinais foram medidas. Em seguida, as amostras foram colocadas e deixadas em estufa a uma temperatura de mais ou menos 105 graus Celsius por um período de 24h.

Após esse período, foram coletadas novamente as medições (cm) radiais, tangenciais e longitudinais.

A retratilidadetotal foi definida pela equação 3:

$$R_T = \frac{(D_{saturada} - D_{seca})}{D_{saturada}} \times 100 \quad (3)$$

Onde:

R_T: Retração Total (%)

D saturada: dimensões saturadas medidas (cm)

D seca: Dimensões secas medidas (cm)

Foi realizada a análise da retração máxima axial, radial, tangencial e volumétrica (NBR 7190, 1997).

3.2.4 Umidade

A umidade a base seca da madeira foi determinada de acordo com as normas da ABNT (NBR 7190/97) e pode ser obtida através da equação 4:

$$U (\%) = \frac{M_u - M_s}{M_s} \times 100 \quad (4)$$

Onde:

U (%) é a umidade na base seca;

M_ué a massa saturada da madeira (g);

M_s é a massa da madeira seca (g)

Segundo a NBR 7190 de 1997, a análise da umidade da madeira pode ser definida de acordo com as seguintes etapas:

- I. Determinação da massa inicial do corpo de prova com exatidão de 0,01 gramas;
- II. Inserção do corpo de prova em câmara de secagem. A temperatura máxima no interior da câmara deve ser de mais ou menos 103 graus Celsius.

A massa do corpo de prova deve ser medida a cada 6 horas durante o processo de secagem. Isso é feito até o momento em que se observa uma variância entre duas medidas consecutivas, menor ou igual a 0,5% da última massa que foi medida. Essa é considerada a massa seca (Ms).

No entanto, nesse estudo a massa do corpo de prova foi medida a cada 4 horas.

- III. Assim que se conhece a massa seca do corpo de prova, a umidade a base seca é determinada através da expressão (4).

3.2.5 Dureza

Foi analisada a Dureza Janka, D143 – 94 (ASTM, 2007), no Laboratório de Ensaios Mecânicos de Madeira e Derivados. Especificamente para a dureza Janka, foram coletados 2 amostras com as dimensões de 5x5x15 por galho. Essas amostras foram tiradas de cada um dos 3 corpos de prova (galhos) de cada espécie.

A máquina universal mecânica UMC – 300 CAPAC 30 TF foi usada para medir a dureza Janka. A máquina fica em conexão com um computador que através do *software* Pavitest Madeira 2.77 – 0, registra todos os dados adquiridos (Figura 8).



Figura 8: Máquina universal mecânica UMC – 300 CAPAC 30 TF junto com amostra para análise da dureza Janka. Fonte: acervo pessoal.

A dureza Janka é basicamente a tensão que é aplicada em uma das faces do corpo de prova. Uma semi-esfera de aço com área diametral de 1cm^2 aplica a tensão no corpo de prova (NBR 7190/97). A carga aplicada (Kg) conjuntamente com o deslocamento da semi-esfera (mm) representa o que é conhecido com “Encoder”. A velocidade de deslocamento nesse ensaio foi de 5,60 mm/min.

Para obter-se a dureza Janka da madeira, utilizou-se a equação 5:

$$F_{Janka} = \frac{F_{Máx}}{A} \quad (5)$$

Onde:

F_{Janka} é a dureza Janka;

F_{máx} é a força máxima aplicada;

A é a área da seção diametral.

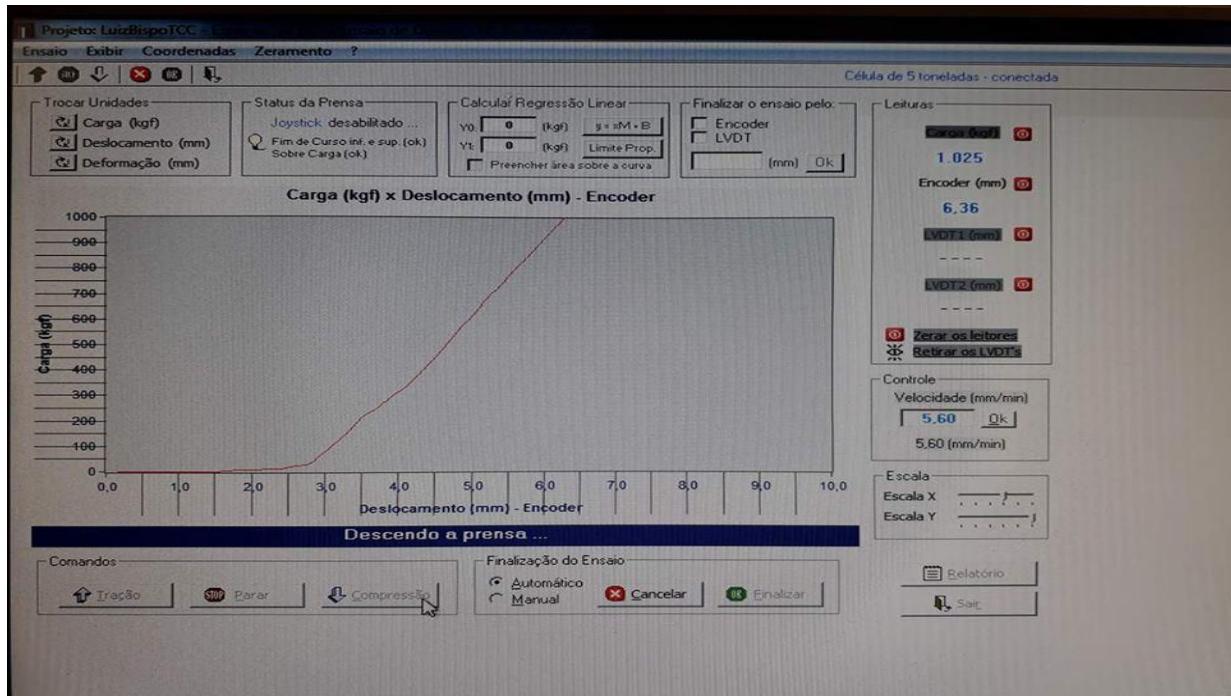


Figura 9: Tela do computador mostrando o *software* Pavitest Madeira 2.77 – 0. Fonte: acervo pessoal



Figura 10: Amostras de dureza após a análise e marca da esfera semi-circular. Fonte: acervo pessoal

A força máxima aplicada é referente a força aplicada no corpo de prova, em Newtons ($1N=100g$) ou Janka, necessária à penetração de uma semi-esfera de seção diametral de $1cm^2$ de área na profundidade igual ao raio por um período de no mínimo 1

minuto. A aplicação da força deve ser crescente. No processo, uma prensa descia com velocidade gradual exercendo compressão sobre a amostra de resíduo. A dureza Janka é medida na direção normal e também na direção paralela às fibras (NBR 7190/97).

3.2.6 Extrativos

O método comum da análise da presença de extractivos é realizado pela extração em álcool tolueno (1:2) por um período de 4 horas e logo em seguida a extração com álcool 95% por 4 horas e sob extrator *Soxlet*. Por fim, uma extração final com água quente visando remover os resíduos dos solventes (KLOCK et al, 2005). Os principais componentes da fração solúvel em água são os carboidratos, proteínas e sais inorgânicos.



Figura 11: Extrator *Soxlet*. Fonte: Acervo pessoal

Neste trabalho, foram realizados testes de solubilidade onde o isolamento dos extractivos foi realizado com os seguintes solventes: (1) álcool tolueno junto com álcool etílico 95%, (2) somente com água e álcool etílico 95%, (3) com água quente, (4) em água fria e (5) em ácido acético a 4%. Foi feita uma adaptação da norma da ABNT NBR 14853/2010. A adaptação é que uma parte da determinação será feita em água e a outra em ácido acético a 4%.

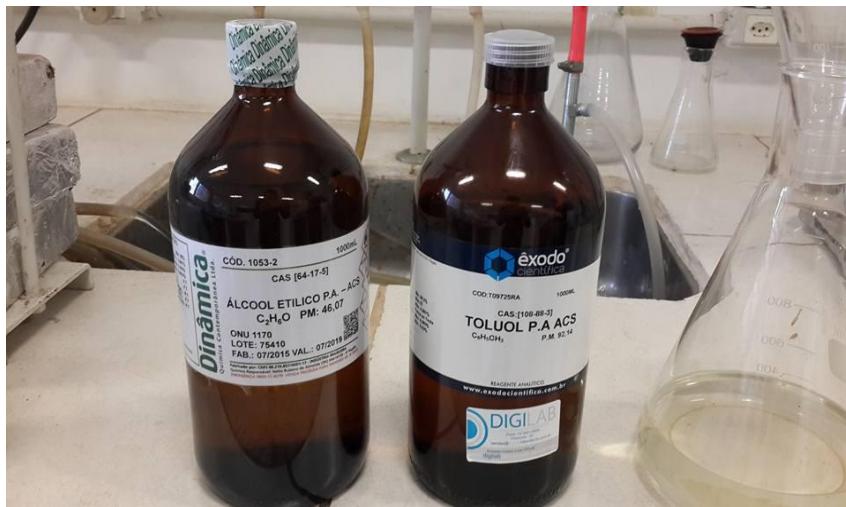


Figura 12: Solventes usados para a análise dos extrativos. Fonte: acervo pessoal.

A serragem seca ao ar é o corpo de prova da análise de extractos. A serragem (sólido) foi coletada durante o processo de serragem das toras das espécies em estudo. Aproveitou-se que os corpos de prova estavam sendo retirados das toras para outros tipos de análises, e com isso, a serragem foi coletada. A serragem precisa estar com uma granulometria compatível com peneiras de 0,40 mm.

Para cada solvente usado, foi necessário no mínimo 4g para a determinação duplicada. Foi preciso pesar aproximadamente 1mg da amostra seca ao ar, que está sem índice de umidade. Em seguida, procedi-la para o processo de extração propriamente dito (ABNT NBR 14853/2010).

A NBR 14853/10 estabelece que o procedimento para a determinação do material solúvel se baseia a partir das seguintes etapas:

- I. Pesagem do frasco com as pérolas de vidro posteriormente à secagem em estufa (105 gaus Celsius) e resfriamento em dessecador;
- II. Coloca-se a amostra no tubo de extração *Soxlet*;
- III. Em um sistema de exaustão para vapores químicos, enche-se o frasco de extração com 150 mL do solvente escolhido;
- IV. Extrai-se os solúveis durante pelo menos 3 horas, ajustando a velocidade de ebulição de uma maneira que seja possível extrair oito ciclos por hora. Caso o número de ciclos seja menor, prolonga-se o tempo de extração até que complete no mínimo 24 ciclos. Por fim, o extrato deve estar límpido;

- V. Destila-se completamente o solvente através de um dispositivo de aquecimento. Seca-se o frasco de pesagem em estufa (105 graus Celsius) por aproximadamente 1 hora. Resfria-se o dessecador e pesa-se o frasco junto com seu conteúdo com uma aproximação de 0,1 mg.
- VI. Caso seja necessário, executa-se uma determinação em branco repetindo o procedimento sem a utilização da amostra.

O resultado é encontrado através do cálculo do material solúvel pela equação 6:

$$S = \frac{m2 \times m1}{m} \times 100_{(6)}$$

Onde:

S é o material solúvel, indicado em porcentagem (%);

m2 é a massa do frasco com o material solúvel seco em estufa (105 graus Celsius), expressa em gramas (g);

m1 é a massa do frasco vazio seco em estufa (105 graus Celsius), expressa em gramas (g);

m é a massa da amostra de madeira que está livre de umidade, expressa em gramas (g).

A partir desses dados, calcula-se a média aritmética de duas determinações e é possível expressá-las como material solúvel, em porcentagem (%) e com aproximação de 0.

A serragem de cada galho foi adquirida para que a extração em água quente seja possível. O equivalente a 1 grama seca de serragem do material é colocado em frascos de Erlenmeyer com 100mL de água destilada, homogeneizado e disposto em banho-maria, a aproximadamente 100° Celsius, por um período de 1 hora. Por fim, ocorre a filtração da solução no cadiinho com mais 250 mL de água destilada para tirar os pequenos fragmentos que ainda restam no filtro do cadiinho, na serragem e no frasco de Erlenmeyer e seca-se o material em estufa.



Figura 13: Frascos de Erlenmeyer 100 mL com serragem em água pré-destinadas a irem para banho-maria (água quente). Fonte: Acervo pessoal

A análise dos extractos com água fria e ácido acético a 4% é realizada de modo muito semelhante. Usa-se o equivalente a 1 grama seca de serragem para fazer a solução (ácido acético mais água destilada). Coloca-se no Erlenmeyer 100mL da solução feita (proporção de 96mL para 4 mL de ácido acético) e deixa-se em banho-maria por um período de 1 hora. Durante esse período, é preciso homogeneizar a cada 15 minutos. Por fim, é feita a filtração da solução através do cadiño e a secagem da serragem é realizada na estufa.

3.3 Desenvolvimento de projetos de protótipo

O desenvolvimento dos protótipos tiveram como base métodos básicos de construção, projeção e design tais como análise de requisitos e similares e execução de croquis. Segundo Bonsiepe (1984), a análise de similares permite verificar o produto em seu contexto e conectá-lo ou relacioná-lo com outros produtos semelhantes já existentes no mercado. A análise de similares é importante pois permite evitar reinvenções.

A ideologia é de que novas soluções possam ser desenvolvidas para problemas já conhecidos e que novos produtos tenham plenas condições de competir no mercado com os já existentes. É fundamental investir no design, na inovação de materiais e nos

processos envolvidos na fabricação e, para que isso aconteça, a análise de similares é um fator crucial (MARQUES, 2008).

3.3.1 Conceito do produto a ser desenvolvido

Produtos de madeira feitos a partir do aproveitamento de resíduos da arborização urbana e desenvolvidos para a faixa etária de 2 a 7 anos, ou seja, crianças na fase de desenvolvimento pré-operatório, segundo a classificação de Jean Piaget para as fases de desenvolvimento da criança.

Quadro 2: O período pré-operatório (2-7 anos) da criança e suas características de acordo com a Teoria de Jean Piaget.

Periodo	Estímulo	Exemplo	Brinquedos
Pré-Operatório (2-7 anos) - Estágio da Inteligência Simbólica	Simbólico ou semiótico, emergência da linguagem, formas, representações que atribuem significado à realidade, simulação, diferenciação da fantasia do real.	É mostrado para uma criança uma bolinha de massas iguais. Uma delas têm forma diferente. Para a criança a massa é diferente pois a forma é diferente. A forma é mais relevante para a criança	Telefone, objetos domésticos em miniatura, bonecos, fantoches, máscaras, quebra-cabeça, dominó, boliche, carrinhos, pianinho, balde e pá, blocos de construção, material para pintura e desenho, jogo da velha

Fonte: Ribeiro et al. (2001)

Nessa fase, as formas dos objetos ganham destaque perante o desenvolvimento da criança. É o estágio em que as representações apresentam significado à realidade.

O aproveitamento dos resíduos da arborização urbana na fabricação de brinquedo pode não ser uma solução ambiental em função da escala de geração do resíduo e escala de fabricação e comercialização dos brinquedos. Todavia, é uma oportunidade de minimização de impactos ambientais negativos e de desenvolvimento de novos negócios baseados nessa matéria prima.

Se os brinquedos forem feitos de material proveniente do aproveitamento da arborização urbana e disponibilizados de graça para as empresas que forem produzir os

brinquedos, o custo pode diminuir consideravelmente. Isso é possível através de parcerias entre as entidades envolvidas da cadeia produtiva e entre os “stakeholders” da sociedade. Além do mais, a longo prazo, os brinquedos de madeira, em geral, podem ser financeiramente mais benéficos, pois tem menos probabilidade de quebrar do que os feitos de outros materiais (TANNER, 2009).

Ainda segundo Tanner (2009) quando se compara os brinquedos de madeira com os de plástico e metal, em geral, os feitos de madeira são mais duráveis e adquirem maior capacidade de estimular a criatividade das crianças.

Abaixo, descreve-se os tipos e associações de estímulo a ser trabalhado e as habilidades que são desenvolvidas (SCHIAVO; RHIBO, 2007). Também, os similares para o atendimento do estímulo junto com as propostas para a linha de produto pretendida.

Os estímulos, habilidades que esses brinquedos de madeira visam desenvolver na criança são:

- i. **Estímulo Físico** – habilidade de noção de distância, espaço, lateralidade, psicomotor e coordenação motora grossa (C.M.G)

Similares para atendimento do estímulo: boliche, blocos de construção, balde e pá, pianinho de madeira/xilofone, material para pintura e desenho;

- ii. **Estímulo Cognitivo** – habilidade de concentração, socialização, atenção, memória, foco, raciocínio lógico por associação de formas, criatividade, curiosidade, linguagem, observação, pensamento (através do uso de imagens ou objetos, por exemplo).

Similares para atendimento do estímulo: jogos em equipe como, por exemplo, jogo da velha, quebra-cabeça, bonecos, jogo da memória e dominó

- iii. **Estímulo Afetivo** – habilidade de criatividade, sentimento, imitação, representação das pessoas e/ou objetos, relações sociais, realidade quotidiana, desejos e ansiedades.

Similares para atendimento do estímulo: bonecos, carrinhos, trenzinhos e aldeia

3.3.2 Máquinas e ferramentas para a fabricação dos protótipos e suas funções

Os equipamentos utilizados na fabricação dos protótipos são:

1. Serra Circular: realizada cortes retos e rápidos em materiais de significativa envergadura. No projeto de fabricação dos brinquedos, a mesma será essencial para definir dimensões das peças através do corte da madeira propriamente dita.
2. Serra de Fita: usada para cortar formas curvas de madeira grossa;
3. Desempenadeira: sua função é de alisar massas já aplicadas em uma determinada superfície; nivela e uniformiza a espessura de revestimentos. No projeto, o instrumento será usado para junção de peças através de material pastoso além do intuito de proporcionar estabilidade e resistência mecânica.
4. Desengrossadeira: possibilita a moagem de tiras de madeira através de um metal, geralmente de aço inox; com ela é possível moldar com acabamentos detalhados, como, por exemplo, em bordas e desenhos, sendo, contudo de substancial importância no desenvolvimento do projeto.
5. Tupia: permite desenvolver acabamentos em materiais de madeira como ranhuras, molduras, entalhos, chanfros, encaixes ou detalhes arredondados. No projeto ela poderá exercer a função de dar formato à cortes e realizar canais paralelos em peças.
6. Furadeira: tem a função de executar furos. Além disso, é possível fazer alargamento e rebaixamentos. Isso será fundamental para parafusar peças dos brinquedos.
7. Lixadeira: possibilita a realização de acabamentos perfeito, garantindo assim uma boa qualidade final do produto.

Outras ferramentas como martelo, serrote, chave de fenda e canivete também serão essenciais para o desenvolvimento dos protótipos e brinquedos de madeira. Os materiais utilizados foram: cola de madeira, lixas, parafusos, pregos, lápis, régua, tintas e vernizes, os quais não podem ser tóxicos.

3.4 Análise de Mercado – Aceitação do Produto

Ao fazer um teste de preferência, deseja-se saber qual amostra é preferida em detrimento de outra. Segundo Teixeira (2009), a preferência é uma apreciação pessoal, comumente influenciada pela cultura, além da qualidade do produto. É necessário que as amostras sejam representativas para ser significativo do público alvo, representando a população à qual o produto se destina. Já o teste de aceitação, é o desejo de uma pessoa adquirir um produto, que varia com os padrões de vida e base cultural e demonstra a reação do consumidor diante de vários aspectos como o preço, a aparência e utilidade. (TEIXEIRA, 2009).

As análises foram realizadas em duas escolas de educação infantil do município de Piracicaba no parque da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ USP), abordando três diferentes categorias de entrevistados: professores, pais e crianças. No entanto, o foco inicial do projeto – teste de mercado, será para com os consumidores (compradores), ou seja, os pais.

Foram entrevistadas ao todo trinca e quatro (34) crianças, dezesseis (16) pais e seis (6) professores. O nome e assinatura dos pais e professores que participaram da entrevista foram registrados em termo de consentimento (segue nos anexos 1, 2 e 3).

Os entrevistados foram escolhidos de forma aleatória, envolvendo as diversos níveis de escolaridade, profissão e sexo. Foram elaborados três roteiros de entrevista (um para cada categoria dos entrevistados). Os roteiros de entrevista seguem nos anexos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Há pouco estudo referente aos resíduos (galhos) da arborização urbana. Por isso, deve-se pesquisar mais espécies a fim de conhecer as características de modo mais científico e concreto.

Seguindo essa classificação e de acordo com os dados obtidos para as três espécies do estudo, a Espatódea (*Spathodea campanulata*) e a Aroeira-salsa (*Schinus molle*) é classificada como de baixa densidade, enquanto o resíduo madeireiro do Ipê-rosa (*Handroanthus heptaphyllus*) é considerado duro.

4.1 Características da madeira dos resíduos da arborização urbana das espécies do estudo

Com o intuito de facilitar o manejo de resíduos madeireiros da arborização urbana, os mesmos podem ser organizados de acordo com diversos aspectos e uns deles são o da característica física. Os resultados obtidos são capazes de auxiliar na tomada de decisões para uma produção sustentável; de valorização dos resíduos. Também, tem o potencial de prever custos de transporte, potencial de aproveitamento e até mesmo, o dimensionamento do pátio para o aproveitamento (MEIRA, 2010).

4.1.1 Características Físicas

Assim como pode-se observar na tabela 1, as amostras de resíduos com desnsidade básica mais elevada provêm do Ipê-rosa (*Handroanthus heptaphyllus*), seguido da Aroeira-salsa (*Schinus molle*) e da Espatódea (*Spathodea campanulata*) com menor densidade básica.

Tabela 1: Densidade Básica dos galhos das espécies do estudo na arborização urbana em Piracicaba - SP

Espécie	Densidade básica (g/cm ³) / Teste Tukey
Aroeira-salsa	0,478B
Ipê-rosa	0,706 ^a
Espatódea	0,309C

*Tukey: espécies com mesma letra não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade.

**CV (%): 6.56%

Tabela 2: Densidade Aparente dos galhos das espécies do estudo na arborização urbana em Piracicaba - SP

Espécie	Densidade Aparente (g/cm ³) / Teste Tukey
Aroeira-salsa	0,613B
Ipê-rosa	0,856 ^a
Espatódea	0,466C

*Tukey: espécies com mesma letra não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade.

**CV (%): 7.10%

Seguindo classificação de critérios de densidade e de acordo com os dados obtidos para as três espécies do estudo, a Espatódea (*Spathodea campanulata*) e a Aroeira-salsa (*Schinus molle*) são classificadas como de baixa densidade, enquanto o resíduo madeireiro do Ipê-rosa (*Handroanthus heptaphyllus*) é considerado duro.

Conforme a tabela 3, foram observadas diferenças substanciais para os resíduos das espécies da pesquisa quanto à umidade. O resíduo da espécie Espatódea (*Spathodea campanulata*) foi o que teve maior teor de umidade, seguido da Aroeira-salsa (*Schinus molle*) e Ipê-rosa (*Handroanthus heptaphyllus*) respectivamente, com o menor teor de umidade.

Tabela 3: Umidade a base seca dos galhos das espécies do estudo na arborização urbana em Piracicaba - SP

Espécie	Umidade (%)*/ Teste Tukey
Aroeira-salsa	117,73 / B
Ipê-rosa	68,48 / C
Espatódea	230,48 / A

*Umidade a base seca

*Tukey: espécies com mesma letra não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade.

**CV (%): 13.61%

Quadro 3: Dureza Jankados galhos das espécies do estudo da arborização urbana de Piracicaba – SP, de acordo com os diferentes planos; radial, tangencial e de topo.

Aroeira-salsa			Ipê-rosa			Epatódea		
Radial	Tangencial	Topo	Radial	Tangencial	Topo	Radial	Tangencial	Topo
4.760*	3.870*	5.770*	11.420*	10.270*	16.690*	2.480*	2.380*	3.770*
476**	387**	577**	1.142**	1.027**	1.669**	248**	238**	377**
B***	B***	B***	A***	A***	A***	C***	C***	B***

*Valor referente a dureza Janka em Newton (N); **valor em Kg

***Tukey: espécies com mesma letra não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade.

Coeficientes de variação (CV%): Radial (25,34%), Tangencial (25,52%), Topo (51%)

A espécie que apresentou maior dureza foi o Ipê-rosa (*Handroanthus heptaphyllus*) e a menor foi a Espatódea (*Spathodea campanulata*).

O plano das amostras de resíduos das três espécies que obteve as menores médias de dureza ou resistência a compresão foi o tangencial. Em contrapartida, o plano com maior dureza foi o longitudinal ou de topo.

Foi possível analisar que os dados de dureza são diretamente proporcionais com os dados de densidade básica e aparente e inversamente proporcional com os dados de umidade.

Através da análise dos resultados referente a densidade básica, densidade aparente e umidade das tabelas 1, 2 e 3, respectivamente, pode-se dizer que a teoria de Moreshi (2008) é correta. Assim como Moreshi (2008) relatou, a espécie com maior densidade (*Spathodea campanulata*) foi a que apresentou menor taxa de umidade. E a espécie com menor densidade (*Spathodea campanulata*) foi a que apresentou maior taxa de umidade.

Meira (2010) relata que espécies com densidade básica superior a $0,7 \text{ g/cm}^3$ são indicadas para a produção de energia e menos recomendadas para a produção de POMs, dentre eles, os pequenos brinquedos de madeira, pois os materiais de densidade básica mais elevada são mais difíceis de serem trabalhados, por exemplo, com ferramentas convencionais e lixas.

No entanto, essa densidade mais alta do Ipê-rosa é indicada para brinquedos que recebem impactos físicos e necessitam de uma dureza da madeira maior, por exemplo, gangorras e brinquedos de *playground* de madeira. Foi o caso da dureza Janka encontrada no resíduo de *Spathodea campanulata* (quadro 5) que foi superior que a dureza encontrada nas outras duas espécies.

No caso do aproveitamento dos resíduos (galhos) da poda de árvores urbanas, para a confecção de brinquedos, recomenda-se que a madeira tenha densidade moderadamente dura ; entre $0,5 \text{ g/cm}^3$ e $0,7 \text{ g/cm}^3$ (MEIRA, 2010).Portanto, comparando as três espécies do estudo, o Ipê-rosa (*Handroanthus heptaphyllus*) seria a espécie menos apropriada para fazer os brinquedos e a Aroeira-salsa (*Schinus molle*) a

melhor, pois adquire uma densidade básica média e teor de umidade intermediário em relação às outras duas espécies da pesquisa.

São diversas as espécies nativas que são comercializadas. Algumas dessas espécies são: Cumaru, Jatobá, Roxinho, Roxinho e Pau-marfim. Pode-se comparar as características entre os resíduos das espécies da arborização urbana com as dessas madeiras comerciais (Quadro 6).

Quadro 4: Propriedades fisico-mecânicas de algumas espécies nativas comerciais e eucalipto.

Espécie Nome Científico (Nome Popular)	Densidade Básica (Kg/m³)	Densidade Aparente– 15% (Kg/m³)	Dureza (N)
<i>Dipteryx odorata</i> (Cumaru)	820-1070	1090	9.980-13.390 998-1.339*
<i>Hymenaea sp.</i> (Jatobá)	955	960	10.670-12.530 1.067-1.253*
<i>Peltogyne confertiflora</i> (Roxinho)	870	890	16.500 1.650*
<i>Balfourodendron riedelianum</i> (Pau-marfim)	730	800-900	6.970 697*
<i>Eucalyptus grandis</i> (Eucalipto)	420	500	5.800 580*

*valor da dureza Janka em Kg

Fonte: ANDRADE, 2015 (apud JANKOWSKY et al., 1990; MANIERI& CHIMELO ,1985; SOUZA et al., 1997)

Em relação à retratibilidade (tabela 4), e comparando com a umidade (tabela 3) observou-se nas espécies que quanto maior era a umidade do resíduo, maior era a retratibilidade, ou seja, é uma relação diretamente proporcional. Isso confere com o que Andrade (2015) relatou, em que a retração tem relação direta com o teor de umidade. Foi possível verificar esse comportamento da madeira principalmente no sentido tangencial das fibras.

Pode-se indicar que quanto maior a densidade da espécie, menores são os índices de variação volumétrica. Em estudo realizado por Junior (2013), verificou-se a diferença de densidade e variação volumétrica entre 4 espécies. Dentre as espécies do estudo, a *Corymbia citriodora* foi a que apresentou maior densidade e menor média de variação volumétrica. No entanto, deve-se considerar que o motivo pode ter sido decorrente dos teores de umidade, extrativos, dimensão das peças e método de secagem (JUNIOR, 2013 apud FOREST PRODUCTS LABORATORY, 1999)

Geralmente, a retração tangencial das espécies nativas comerciais é mais significativa que as retração radial. Por exemplo, a espécie *Dipteryx odorata* (Cumaru) indicou uma retração tangencial de 6,70% e radial de 4%. O mesmo é indicado para a espécie *Eucalyptus grandis* (Eucalipto), com retração tangencial de 11,60% e radial de 5,50% (ANDRADE, 2015; apud JANKOWSKY et al., 1990; MANIERI & CHIMELO, 1985; SOUZA et al., 1997).

Tabela 4: Retrações (%) radial, tangencial, longitudinal e volumétrica

Espécie	Radial	Tangencial	Longitudinal	Volumétrica
Aroeira-salsa	5,46 A	6,71 A	0,77 A	12,49 A
Ipê-rosa	5,19 A	5,96 C	0,65 A	11,38 B
Espatódea	4,89 A	7,43 A	0,28 B	12,20 AB

*Coeficientes de variação: Radial (27,82%), Tangencial (21,42%), Longitudinal (78,07%), Volumétrica (17,33%)

*Tukey: espécies com mesma letra não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade.

4.1.2 Característica Química – Teor de Extrativos

A característica química, mais especificamente à análise do teor de extrativos da madeira pode também direcionar na tomada de decisões em relação ao produto que será desenvolvido.

Os extrativos da madeira, e oriundos do metabolismo secundário do vegetal, são compostos químicos que não fazem parte da parede celular ou lamela média. Devido às suas características químicas, estes compostos podem ser extraídos em água ou diversos solventes orgânicos, ou ainda apresentarem um exsudato com propriedades aromáticas.

Dos componentes da madeira, são os que apresentam maior complexidade química e maior peso molecular e podem variar muito de espécie para espécie. Os extrativos tem capacidade de influenciar na cor, no cheiro, na resistência ao ataque de agentes deterioradores, na diminuição da permeabilidade e na diminuição da higroscopicidade. Os extrativos podem ser classificados quimicamente em: terpenos e terpenóides, compostos alifáticos, graxas e ceras, compostos fenólicos e compostos inorgânicos (KLOCK, 2014).

A caracterização química de teores de extrativos da madeira, com os solventes ácido acético 100%, água e álcool etílico (95%), ácido tolueno e álcool etílico (95%), água fria e água quente, demonstrou que a quantidade de elementos extraídos variou entre as espécies.

Quadro 5: Resultados médios da análise química de teores de extrativos (%) oriundo dos galhos das espécies do estudo da arborização urbana em Piracicaba – SP de acordo com diferentes solventes

Espécie	% em H ₂ O Fria	% em H ₂ O Quente	% em Ácido Acético (4%)	% em H ₂ O e Álcool Etílico (95%)	% em Ácido Tolueno + Álcool Etílico (95%)	% TOTAL
Aroeira salsa	1.61	1.51	4.5	2.89	4.44	7
Ipê-rosa	1.86	1.8	3.87	2.71	4.11	6.33
Espatódea	8.84	1.96	8.36	2.23	5.69	7.01
CV (%)	17.91	5.55	10	8.97	7.91	3.15

De modo geral, para essas três espécies, a madeira na presença do solvente orgânico - ácido acético (4%) e a mistura de solventes ácido tolueno com álcool etílico (95%) foram as que mais sofreram reação em relação a quantidade de compostos químicos que foram extraídos.

Ao observar o quadro 7, é possível notar que as maiores quantidades de extrativos obtidos da madeira foram encontradas na espécie *S. campanulata*, seguido *Schinus molle* e *H. heptaphyllus* respectivamente. Pode-se correlacionar esse resultado com os resultados físicos de densidade básica, aparente e de dureza. A *Spathodea*

campanulata, neste caso, foi a que apresentou menor densidade básica, aparente e dureza Janka, enquanto *oH. heptaphyllus*, mostrou o contrário; maiores dados. Isso mostra que pode haver a possibilidade de relações de densidade básica, aparente e durezas das espécies com a quantidade de extractivos.

No caso do uso do resíduo para a fabricação de brinquedos de madeira e, considerando que as crianças possam demonstrar indícios de alergia tópica após entrar em contato com a madeira, é preciso estar consciente dos compostos químicos presentes na estrutura da madeira. Considerando os objetivos do trabalho, tanto a criança quanto o fabricante do produto, a manipulação pode acarretar em consequências danosas à saúde. Portanto, recomenda-se a aplicação de um verniz atóxico ou algum protetor do objeto visando a amenização dos possíveis danos.

4.1 3 Cor e Desenho

A cor da madeira exerce significativa influência no aspecto físico e estéticos de algum item ou objeto. Por exemplo, as madeiras mais claras são, geralmente, apresentam densidade e dureza menor e são, portanto, mais leves.

A cor da madeira também sofre influência do teor de umidade em seu interior, da quantidade de tipo de extractivos, entre outros fatores em muitas espécies. Se exposta ao ar, a madeira tende a sofrer alteração da cor por causa dos processos de oxidação dos extractivos (ANDRADE et al., 2015).

Verifica-se que na tabela 5 valores médios das variáveis L, a*, b*, C e h*. Essas são as variáveis que compõem a cor da madeira. Em geral, as espécies da arborização urbana, na cor natural ou com verniz, o parâmetro b* predominou sobre o a* (MEIRA, 2010).

Tabela 5: Parâmetros colorimétricos da madeira natural e com verniz fosco das dez espécies mais freqüentes na arborização urbana em Piracicaba (SP)

Espécie	L*	a*	b*	C	h*
Aroeira-salsa natural	61.3377	6.6031	18.783	19.9278	70.4612
Aroeira-salsa verniz	49.2741	9.4875	22.9258	24.8347	67.4326
Ipê-rosa natural	65.6881	5.9186	18.3624	19.3388	72.4873
Ipê-rosa verniz	58.6908	8.5067	26.505	27.8683	72.2104
Espatódea natural	71.3817	4.7297	20.515	21.0844	77.445
Espatódea verniz	68.4952	6.2428	29.4486	30.1532	77.939

Para as espécies em estudo, o parâmetro b^* prevaleceu em relação ao a^* , significando que a cor das madeiras das espécies Aroeira-salsa, Ipê-rosa e Espatódea apresentavam cor mais amarelada (b^*) do que avermelhada (a^*).

O desenho, em relação ao estudo da madeira, é utilizado para descrever a aparência natural da madeira a partir de suas faces. O desenho varia com a característica dos anéis de crescimento, dos raios, da cor, grã, cerne e ealburno (ANDRADE et al., 2015).



Figura 22: Cor e desenho da madeira residual da espécie Aroeira-salsa; em verniz (Esq.) e sem verniz (Dir.)



Figura 23: Cor e desenho da madeira residual da espécie Ipê-rosa; em verniz (Esq.) e sem verniz (Dir.)

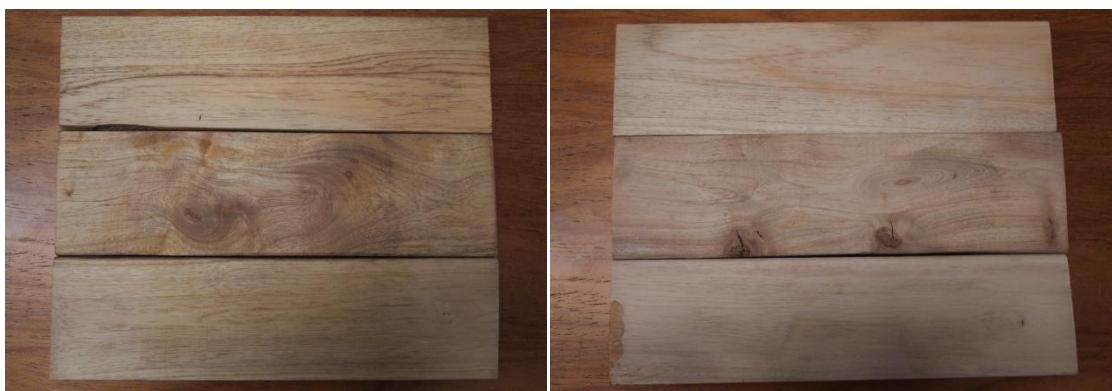


Figura 24: Cor e desenho da madeira residual da espécie Espatódea; em verniz (Esq.) e sem verniz (Dir.)

4.2 Desenvolvimento dos produtos: brinquedos de madeira

Nessa pesquisa, os brinquedos foram desenvolvidos e fabricados de modo que fosse possível demonstrar, principalmente, a diversidade conceitual, estética, de funcionalidade que pode-se obter com o material proveniente da poda das árvores urbanas. Por exemplo, conservando e valorizando a forma natural do resíduo coletado (em relação ao mantimento da casca), curvatura e dimensão natural do galho. Essa linha de produto faz frente ao conceito de produto ecológico sendo que o mesmo é oriundo de fontes naturais e renováveis. Também, demonstrando o produto usinado com pintura e sem pintura.

4.2.1 Definição da Linha de Produtos

Quadro 6: Linhas de produtos que serão desenvolvidos e seus estímulos e habilidade que são aprimorados nas crianças

Produto/Estímulo-habilidade	Estímulo	Habilidade
Boliche	Físico e psicomotor	Noção de distância, espaço, lateralidade, coordenação motora grossa e força
Bonecos, Carrinhos, Trenzinhos e Vilinha	Afetivo, Simbólico e de Simulação	Criatividade, sentimento, imitação, representação das pessoas e/ou objetos, relações sociais, realidade quotidiana (reprodução da vivência cotidiana), desejos e ansiedades.
Quebra-Cabeça em Cubos	Cognitivo e Simbólico	Concentração, socialização, atenção, memória, foco, raciocínio lógico por associação de formas, criatividade, curiosidade, linguagem, observação, pensamento (através do uso de imagens ou objetos, por exemplo).

Fonte:Schiavo e Ribó (2007)

4.2.2 Definição de Requisitos e Análise de Similares

Quadro 7: Requisitos abordados para a fabricação das linhas de produtos

Requisito/linha de produtos	Boliche	Bonecos, Carrinhos, Trenzinhos e Aldeia	Quebra-Cabeça em cubo
Mercado	Financeiramente acessível principalmente para o segmento de vulnerabilidade econômica da sociedade, no entanto, com preço justo, ou seja, compatível com os processos e mão-de-obra que foram empregados na fabricação do brinquedo. Produtos que tenham a capacidade de competir no mercado de modo similar com os já consolidados.		
Funcionais	Que desenvolva o estímulo físico e psicomotor da criança. Pinos leves e menores, fáceis de serem movidos, que se aplique na faixa etária de crianças em estudo de acordo com os estímulos e habilidades que são trabalhados	Que desenvolva o estímulo afetivo, simbólico e de simulação da criança e as habilidades relacionadas	Que desenvolva o estímulo cognitivo e simbólico da criança e as habilidades relacionadas
Estéticos	Beleza primordialmente rústica através do “mix” de preservação de forma natural na madeira com cores vivas em algumas secções. Dimensões diferentes entre os pinos oferecendo uma estética diferencial do brinquedo	Estética diversificada, ou seja, com produtos rústicos (características naturais da madeira), usinados sem pintura e usinados com pintura. Design atrativo e simples através de pintura com cores quentes e frias básicas (azul, vermelho e amarelo, verde)	Peças em formato cúbico, com desenhos/símbolos atrativos e coloridos. Peças com textura lisa e com a preservação do desenho natural da matéria prima
Operacionais	Poucos processos de usinagem (serragem, desempenagem, furação, lixamento e acabamento final) com cortes simples e geométricos de modo a garantir facilidade no processo de fabricação.		

Normativos	De acordo com as leis de segurança de brinquedos: ABNT NBR NM 300-1 (Propriedades gerais, mecânica e físicas), ABNT NBR 300-2 (Inflamabilidade), ABNT NBR 300-3 (Migração de certos elementos), Portaria 563 de Segurança de Brinquedos, 2016 – INMETRO
Ambientais	Resíduo madeireiro provindo de poda de árvores urbanas (aproveitamento), matéria-prima renovável e produto estocador de carbono. Minimização de recursos e energia no processo produtivo do sistema

4.2.2.1 Boliche

O boliche é um jogo milenar que é composto por 10 pinos e 1 bola. Cada pino, geralmente, tem aproximadamente 50 cm de altura, 20 cm de diâmetro na metade da altura do pino, 7 cm de diâmetro na base e pesa por volta de 1,5 quilograma. Na grande maioria da vezes, na tecnologia de produção dos boliche, a máquina de torno é usada para dar formar as curvas dos pinos do jogo. Logo, no processo de produção do boliche, há a necessidade usufruir de um considerável número de processos de usinagem da madeira.

Preço de Mercado: varia de R\$29,00 a R\$100,00, de tamanhos menores à maiores (MERCADO LIVRE).

Na imagem do canto superior esquerdo (Figura 14), pode observar que foi fabricado um boliche sem seus pinos com os tradicionais formatos e dimensões. Ele obteve um formato e estrutura completamente inovador e diferente. Algumas formas naturais do resíduo foram mantidas. Os pinos são diferentes um dos outros, com características únicas, por exemplo, em relação às dimensões.



Figura 25: Diversidade de desenhos, formas e criatividade para o boliche.

Pretende-se desenvolver o estímulo físico na criança, ou seja, habilidades de noção de distância e espaço, C.M.G e concentração. Para o boliche, foi usada a espécie aroeira-salsa devido a quantidade suficiente de madeira disponível para que fosse possível fabricar os pinos de madeira. Foram fabricados 10 pinos de madeira, no entanto, com 3 tipos de dimensões. O arranjo de pinos (quantidade/dimensão) do jogo é de 4 pinos de 30x10cm, 3 pinos de 20x10cm e 3 pinos de 10x10cm. Algumas formas naturais do desenho do resíduo foram mantidas e assim simbolizando um aspecto rústico e diferente.

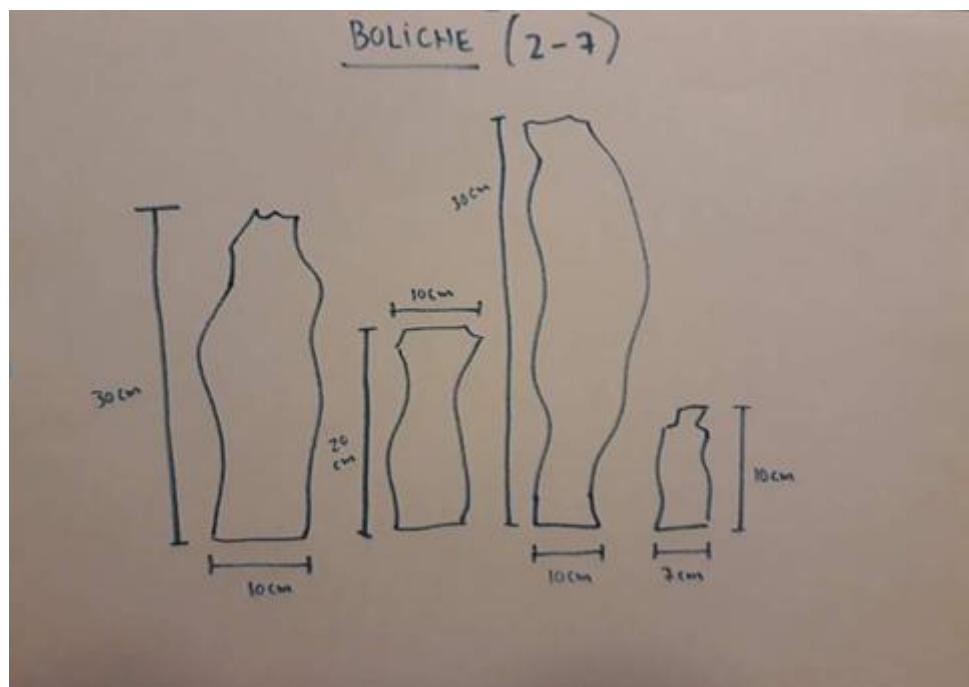


Figura 26: Proposta de produto na forma de projeto em desenho técnico– boliche de madeira.
Fonte: acervo pessoal

4.2.2.2 Carrinhos, Trenzinhos, Bonecos, Aldeia e Objetos simuladores da realidade

Os bonecos e brinquedos/objetos que simulam a realidade de hoje em dia são fabricados, de forma geral, através de diversos processos industriais e de usinagem como corte da matéria prima em serra circular ou serra de fita, desempenamento, lixamento, furação e pintura. Parafusos, colas e tintas são muito usados durante o processo de fabricação desses brinquedos. O contorno, espessura, formato e espaços abertos no objeto, propiciam um diferencial no produto – carrinho de madeira. Esses, são aspectos que diferenciam dos produtos clássicos e já consolidados no mercado. A inovação no formato de uma peça ou brinquedo propriamente dito é algo de significativa valorização hoje em dia.

A brincadeira de bonecos é uma reprodução do que as crianças vivenciam no cotidiano. “A tendência natural é imitar o que eles veem em um contexto social. Esse hábito é conhecido como jogo de exercício, onde ela se apropria daquilo que percebe na realidade. Se a criança mora em uma casa em que todo mundo cozinha, pode brincar de cozinhar também”, explica a professora e coordenadora do Núcleo de Pesquisas do Brincar da PUC, Maria Angela Barbato Carneiro, filha de Rosina e Luiz.

Preço de Mercado: o preço desses brinquedos de madeira no mercado atual é bem variável. Em média, varia de R\$10,00 a R\$80,00, de tamanho menores à maiores (MERCADO LIVRE).

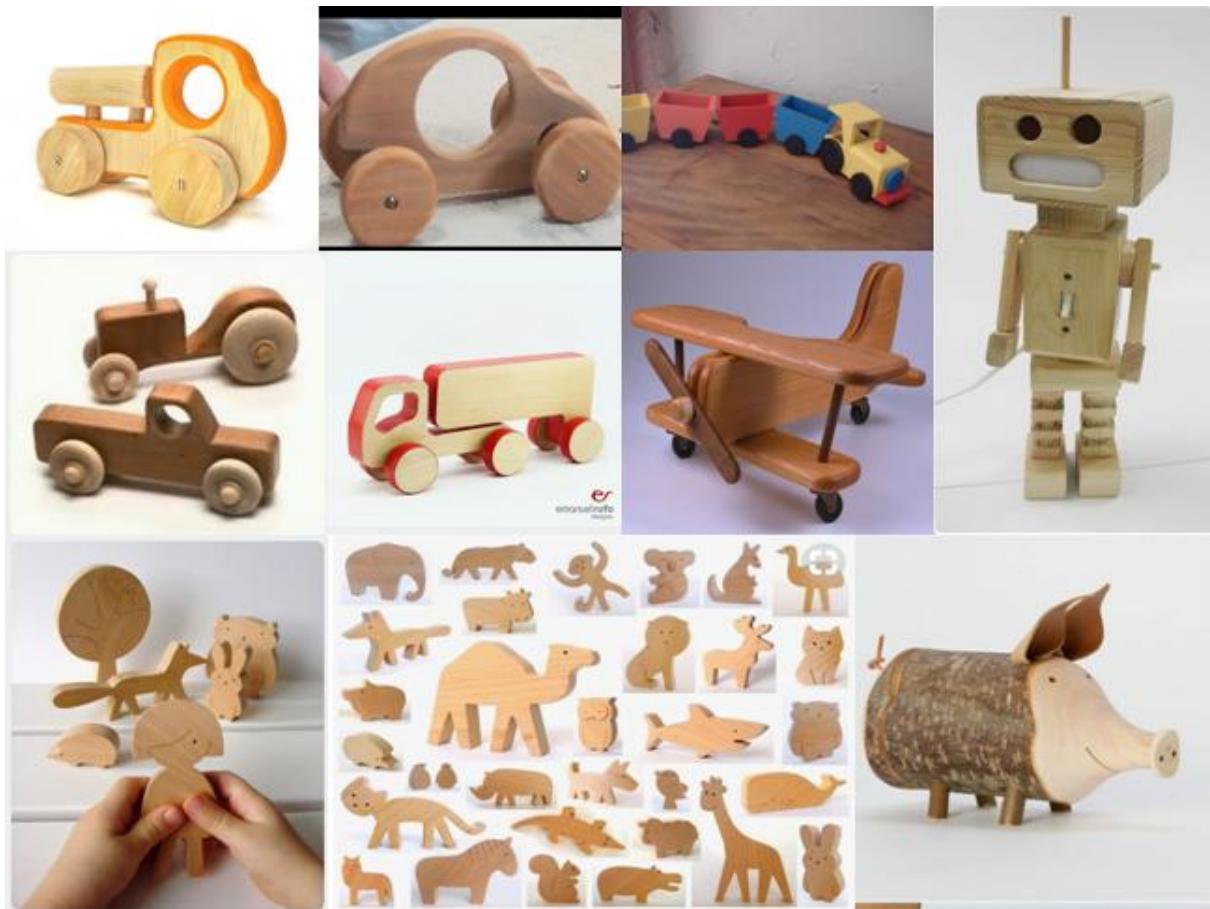


Figura 27: Carrinhos, bonecos e demais elementos de representação da realidade.



Figura 28: Carrinhos feitos com resíduo madeireiro e com a conservação da forma natural dos mesmos

Pretendeu-se desenvolver o estímulo afetivo (através da imitação da fatores e imagens da realidade) na criança, ou seja, pela reprodução da vivência cotidiana. Para a fabricação desses objetos, os resíduos das três espécies (aroeira-salsa, espatódea e ipê-rosa) desse estudo foram usadas. Isso é possível devido às dimensões pequenas das peças dos objetos em relação à quantidade de matéria-prima disponível.

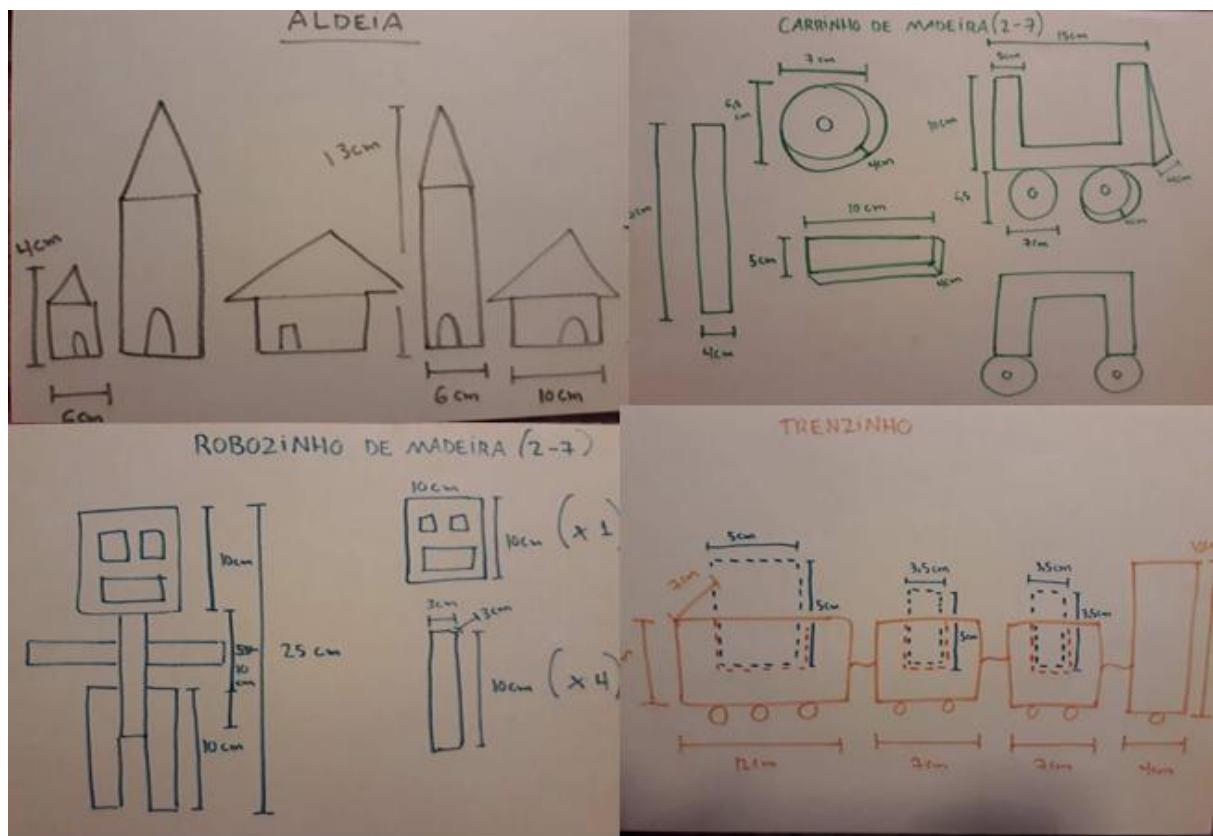


Figura 29: Proposta de produto na forma de projeto em desenho técnico— aldeia, carrinho, bonecos e trenzinho

4.2.2.3 Quebra cabeça em cubos

Geralmente, as peças de um quebra-cabeça seguem um padrão de formato e produção. Podem ter 100, 500, 1000 ou mais peças em formatos variados de encaixe.

O quebra-cabeça é normalmente feito de plástico ou papelão. A vantagem é que não tem potencial de ocasionar alergia para os usuários e a limpeza do material é mais fácil.

No entanto, o plástico não é oriundo de um fonte renovável e sustentável, ou seja, o petróleo (matéria prima do plástico tradicional) é um recurso esgotável.

Um quebra-cabeça de madeira e em formato cúbico tem total potencial de ser fabricado e assim, fazer parte do processo construtivo do ensino para crianças entre 2 e 7 anos. Para a fabricação do quebra-cabeça cubo de madeira, poucos processos de usinagem são necessários – serragem, desempenagem, lixamento e pintura.

Preço de Mercado: varia de R\$35,00 a R\$220,00 (MERCADO LIVRE)



Figura 30: Quebra-cabeça cubo e a diversidade de desenhos que pode-se aplicar



Figura 31: Quebra-cabeça cubo formando o rosto de personagens

O quebra-cabeça em cubos desenvolvido visou o trabalho cognitivo e simbólico da crianças e a melhora das habilidades de concentração, socialização, atenção, memória, foco, raciocínio lógico por associação de formas, criatividade, curiosidade, linguagem, observação, pensamento (através do uso de imagens ou objetos, por exemplo).

As peças são de simples fabricação, com poucos processos de usinagem e feitas com matéria prima das três espécies do estudo também. São 3 conjuntos (jogos) com 20 peças com dimensão de 8x8 cm.

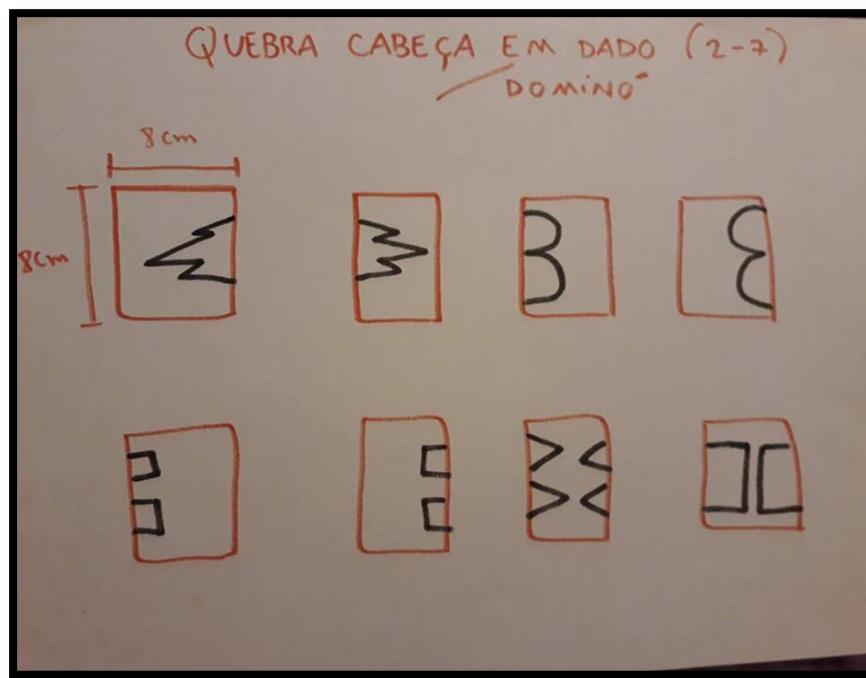


Figura 32: Proposta de produto na forma de croqui – quebra-cabeça cubos

4.2.3 Segurança de brinquedos de madeira

Todos os produtos foram fabricados de acordo com as normas de segurança para a fabricação de brinquedos de madeira publicados pela Portaria número 563, de 29 de Dezembro de 2016 do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia – INMETRO do Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços e que estão de acordo as normas de segurança de brinquedos ABNT NBR NM 300-1 (Propriedades gerais, mecânica e físicas), ABNT NBR 300-2 (Inflamabilidade), ABNT NBR 300-3 (Migração de certos elementos).

Os brinquedos foram feitos com madeira e para uma faixa etária de 2 a 7 anos. Por isso, é necessário que as normas de segurança aplicadas à fabricação de brinquedos de madeira e à idade dos indivíduos sejam feitas de modo rigoroso. Dentre os requisitos

para a fabricação de brinquedos de madeira, deve-se estar consciente dos seguintes fatores:

Os brinquedos não podem conter elementos radioativos de modo que possa comprometer a saúde da criança. Os brinquedos não podem conter elementos de toxicidade. Os brinquedos devem ser planejados e fabricados de um modo que a ingestão, inalação, contato com a pele, as mucosas e/ou os olhos não sejam capazes de por em perigo a saúde das crianças. Sendo o brinquedo feito de madeira, o mesmo deve estar livre de pentaclorofenol e seus sais (ABNT NBR 300-3; INMETRO, 2016).

O brinquedo não pode ter danos estruturais de modo que possa se tornar uma ameaça à segurança da criança. Brinquedos e componentes de brinquedos que se caracterizam por ter peças pequenas, não podem expandir mais que 50% em qualquer dimensão, quando ensaiados de acordo com os materiais de potencial de expansão. As funções, dimensões e características dos brinquedos devem estar apropriadas de acordo com o desenvolvimento da criança, ou seja, sua capacidade motora e operações intelectuais. O nível de pressão sonora dos brinquedos não devem causar danos aos ouvidos das crianças. Os brinquedos devem conter resistência mecânica e estabilidade, suportando tensões e diminuindo os riscos de ruptura ou deformações que podem ser prejudiciais à saúde física das crianças. A movimentação das partes do brinquedo não podem ser capazes de por a saúde da criança em risco. Se o brinquedo for para crianças de 36 meses a 6 anos de idade e o mesmo conter partes pequenas, é preciso alertar o usuário e/ou consumidor sobre o fato. Brinquedos com ponta aguda ou superfícies cortantes não podem ter potencial de por a saúde da criança em risco. Brinquedos que tem bolinhas removíveis devem alertar o usuário sobre. Sendo o brinquedo feito de madeira, o mesmo não pode ter lascas de forma alguma. Brinquedos com peças protuberantes ou verticais devem ser protegidas, assim evitando riscos de perfuração na pele (ABNT NBR NM 300-1; INMETRO, 2016).

Os brinquedos devem ser projetados de modo que o risco de fogo, danos mecânicos, falta de cuidado ou falha de algum componente não seja danoso às crianças. Os brinquedos que tem elementos que produzem calor devem ser projetados de modo que sua temperatura máxima de alcance não seja capaz de gerar queimaduras ao tocá-las (ABNT NBR 300-2; INMETRO, 2016).

4.2.4 Protótipos: Bonecos, Carrinhos, Trenzinhos e Vilinha

As linhas de fabricação dos protótipos desta linha de produtos visaram o desenvolvimento de produtos com conceitos rústicos, usinado sem pintura e usinado com pintura.

Os carrinhos e vilinha foram feitos com a espécie *Schinus molle* (Aroeira-salsa). Os bonecos e trenzinho com *Handroanthus heptaphyllus* (Ipê-rosa). O critério de escolha das espécies para a fabricação desses brinquedos foram: formato e dimensão dos galhos, disponibilidade dos mesmos, características físicas e de teor de extractivos.

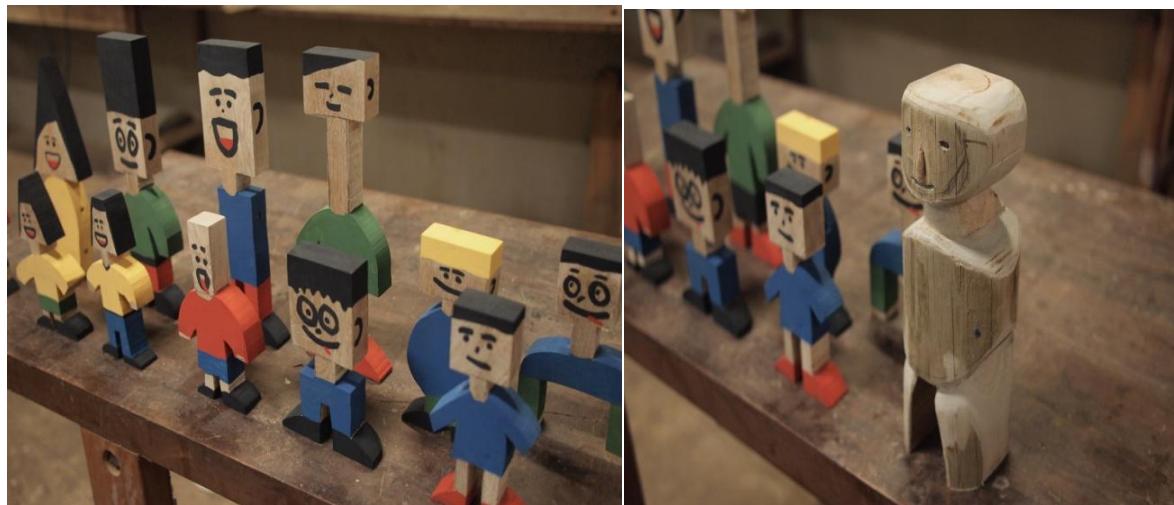


Figura 33: Protótipos dos bonecos de resíduos de madeira. Fonte: acervo pessoal



Figura 34: Protótipos dos carrinhos de madeira feitos com resíduos de poda da árvore urbana Aroeira-salsa. Categorias: carrinhos usinados sem pintura e usinado com pintura. Fonte: acervo pessoal



Figura 35: Protótipo de carrinho de madeira feito com resíduo de poda da árvore urbana Aroeira-salsa.

Categoria: carrinhos rústicos (“natural do resíduo”). Fonte: acervo pessoal

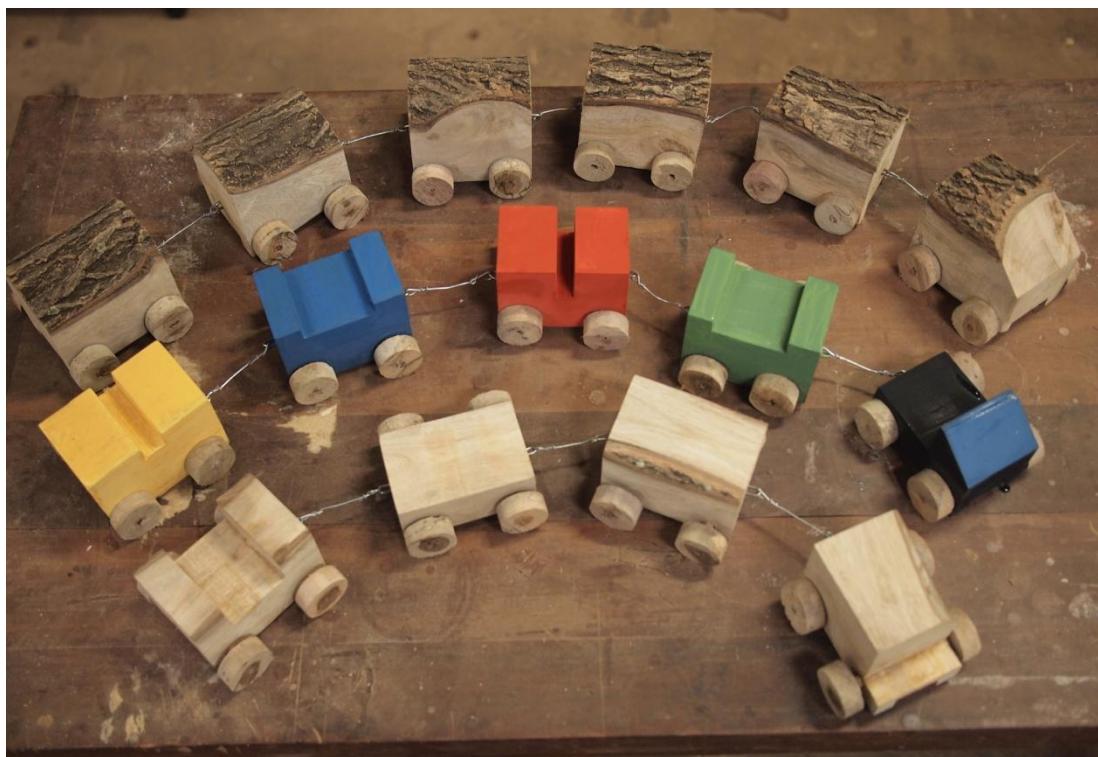


Figura 36: Protótipos dos trenzinhos; foto visão de cima. Categorias: rústicos (conservação da casca), usinados sem pintura e usinados com pintura. Fonte: acervo pessoal



Figura 37: Protótipos dos trenzinhos. Categorias: rústicos (conservação da casca), usinados sem pintura e usinados com pintura. Fonte: acervo pessoal



Figura 38: Protótipo da “vilinha” de madeira com resíduo de Aroeira-salsa (estilo rústico). Fonte: acervo pessoal

4.2.4 Protótipo: Boliche

Foram fabricados os pinos do boliche: o rústico com pinos das espécies Aroeira-salsa, Espatódea e Ipê-rosa (Figura 39) e o usinado com acabamento com a espécie *Spathodea campanulata* ou Espatódea (Figura 40).

O resíduo da Espatódea foi escolhido para fazer o boliche usinado com acabamento devido a sua menor densidade, quando comparando com a das outras espécies. Através do boliche rústico (com pinos compostos por resíduos das três

espécies) percebe-se que o resíduo mais adequado para fazer o boliche de madeira é o da espécies Espatódea.

A menor densidade do pino garante menor risco de acidentes com as crianças.



Figura 39: Protótipo doboliche com seus pinos modelo rústico (com casca), feito com os resíduos da espécie *Schinus molle* (Aroeira-salsa), *Handroanthus heptaphyllus* (Ipê-rosa) e *Spathodea campanulata* (Epatódea). Fonte: acervo pessoal.



Figura 40: Protótipo doboliche com seus pinos usinados com verniz (9 pinos) e sem verniz (3 pinos), feito com os resíduos da espécie *Spathodea campanulata* (Epatódea). Fonte: acervo pessoal.



Figura 41: Protótipo dos boliches fabricados. Fonte: acervo pessoal.

4.2.6 Protótipo: Quebra cabeça em cubos

Procurou-se criar um quebra-cabeça no qual as peças eram todas em formato cúbico simétrico (6x6x6cm) e que a partir das peças fosse possível formar o desenho já pré-estabelecido. No caso no jogo que foi feito (Figura 42), a imagem de formação é uma “macieira”.



Figura 42: Cubos de madeira para o quebra-cabeça feitos com resíduo de Aroeira-salsa (Esq.) e feito com resíduo de Ipê-rosa (Dir.). Fonte: acervo pessoal.

Após a fabricação do cubos de madeira com o resíduo das espécies *Schinus molle* (Aroeira-salsa) e *Handroanthus heptaphyllus* (Ipê-rosa), foi possível observar que a madeira da Aroeira-salsa é menos adequada para a fabricação das peças (cubos) do jogo do que a do Ipê-rosa, pois através da observação visual do resíduo, a madeira da *Schinus molle* (Aroeira-salsa) tem desenhos muito definidos (traços fortes) em sua composição. Portanto, o modo desenvolvimento da arte da imagem a ser montada é dificultada (Figura 43, Esq.). Então, em relação ao desafio no desenvolvimento da arte da imagem que fará parte do quebra-cabeça, a espécie *Handroanthus heptaphyllus* (Ipê-rosa) é a mais recomendada.



Figura 43: Quebra-cabeça em cubos com desenho (feito com Ipê-rosa) e cubos de madeira feito com resíduo de Aroeira-salsa. Fonte: acervo pessoal.



Figura 44: Quebra-cabeça em cubos feito com resíduo de Ipê-rosa. Fonte: acervo pessoal



Figura 45: Protótipo de brinquedos de madeira que foram fabricados a partir do aproveitamento de resíduos da arborização urbana (poda). Fonte: acervo pessoal.

4.3 Análise de mercado – Teste de Aceitação

Foram entrevistados dezenas (16) pais sendo onze (11) do sexo feminino e cinco (5) do masculino. Seis (6) professoras. Em relação às crianças, a distribuição do gênero foi bem equilibrada.

4.3.1 Opinião das crianças

Através de entrevista com crianças foi possível descobrir percepções e concepções da criança em relação a um certo objeto, assunto ou fenômeno. As opiniões e comentários tem a capacidade de demonstrar o estágio de desenvolvimento da criança (CARVALHO et al.; 2004). Para o sucesso na entrevista com as crianças foi preciso adaptar a linguagem, ter paciência, resiliência, carisma e senso de humor.

Antes de iniciar a entrevista com as crianças, algumas perguntas extras foram feitas visando a melhor compreensão das crianças referente ao assunto dos brinquedos de madeira feitos com resíduo de poda urbana. As perguntas foram:

- i) *“Sabe do que foi feito esses brinquedos?”*
- ii) *“Ele foi feito com o galho da árvore. Você (s) sabe (m) o que é galho?”* –
[neste momento mostrava-se uma árvore, a parte do tronco e a parte do galho]



Figura 46: Intervenção no “Parque da ESALQ” com mãe e seus dois filhos

Em conversa com as crianças e mãe (Figura 39), alguns comentários surgiam:

Mãe: “Olha que bonito esse boneco filho! Gostou?”

Menino: “Sim mãe! Compra um pra mim?”



Figura 47: Intervenção no “Parque da ESALQ” e escola de educação infantil – Meninos brincando com os brinquedos de madeira no “Parque da ESALQ” (Esq.); Menino observando pinos do boliche usinado enquanto os amigos aguardam sua vez (Dir.)



Figura 48: Intervenção em escola de educação infantil. Menina carregando trenzinho usinado sem pintura (Esq.). Menina brincando com trenzinho rústico – com casca do galho (Dir.)



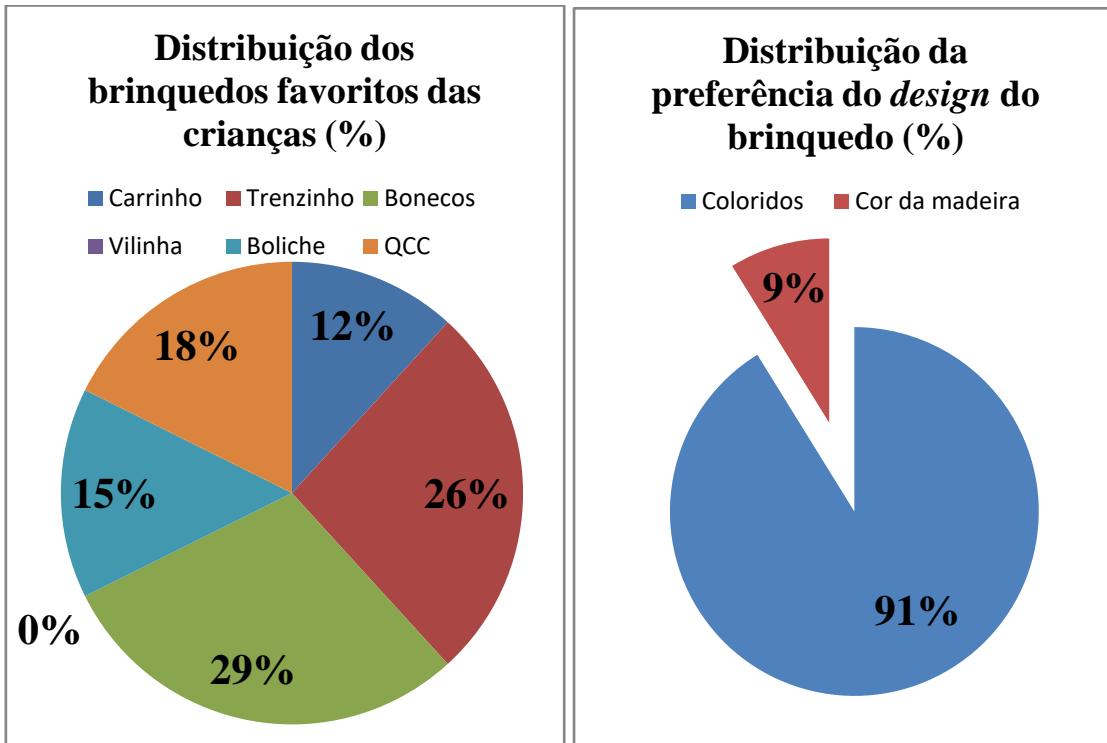
Figura 49: Intervenção em escola infantil – Meninas brincando com trenzinho usinado sem pintura e bonecos



Figura 50: Intervenção em escola infantil. Menina brincando com com trenzinho usinado com pintura e, ao fundo, menino brincando com boliche usinado

A análise de mercado constituiu-se de entrevistas com pais, professores e crianças. O intuito foi o de saber a opinião dos entrevistados em relação aos brinquedos

feitos com o resíduo madeireiro urbano (poda), mais especificamente, em relação aos aspectos estéticos, funcionais, operacionais, ambientais e de comercialização. Por exemplo, pode-se saber o brinquedo, cor e *design* favorito das crianças, a preferência ao brincar (se sozinho ou com os amigos), se já teve brinquedo de madeira, ou se gostaria de ter.



*QCC: Quebra cabeça em cubos

Figura 51: Porcentagem em relação à preferência das crianças para com os diferentes brinquedos de madeira (Esq.); Porcentagem em relação à preferência do *design* dos brinquedos de madeira (Dir.)

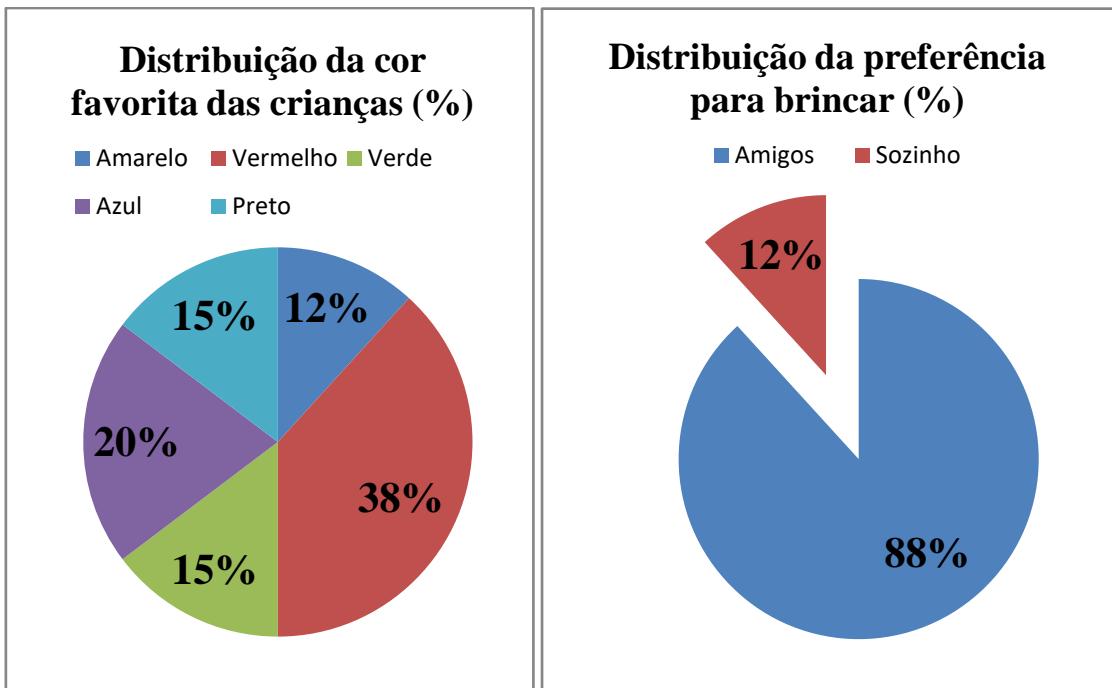


Figura 52: Porcentagem na escolha da cor favorita das crianças (Esq.); Porcentagem da preferência das crianças ao brincar (Dir.)

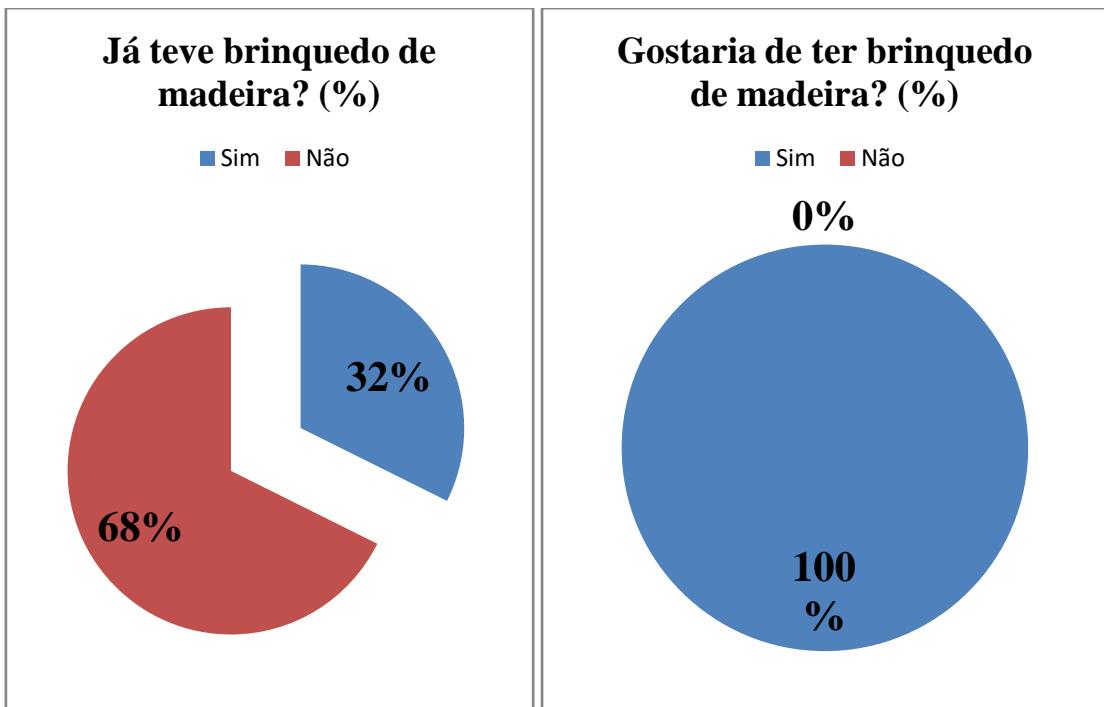


Figura 53: Perguntas para as crianças sobre a obtenção de brinquedos de madeira

4.3.2 Opinião dos pais

Todos os pais que participaram da pesquisa de opinião sobre os brinquedos de madeira aprovaram a iniciativa. Alguns dos comentários foram:

- “É uma pena que hoje em dia são poucas as crianças que brincam com brinquedos, ainda mais de madeira – só pensam em tecnologia”
- “Parabéns pelo trabalho. Espero que os produtos entrem no mercado”
- “É uma ótima ideia. Feito de galho de poda!”

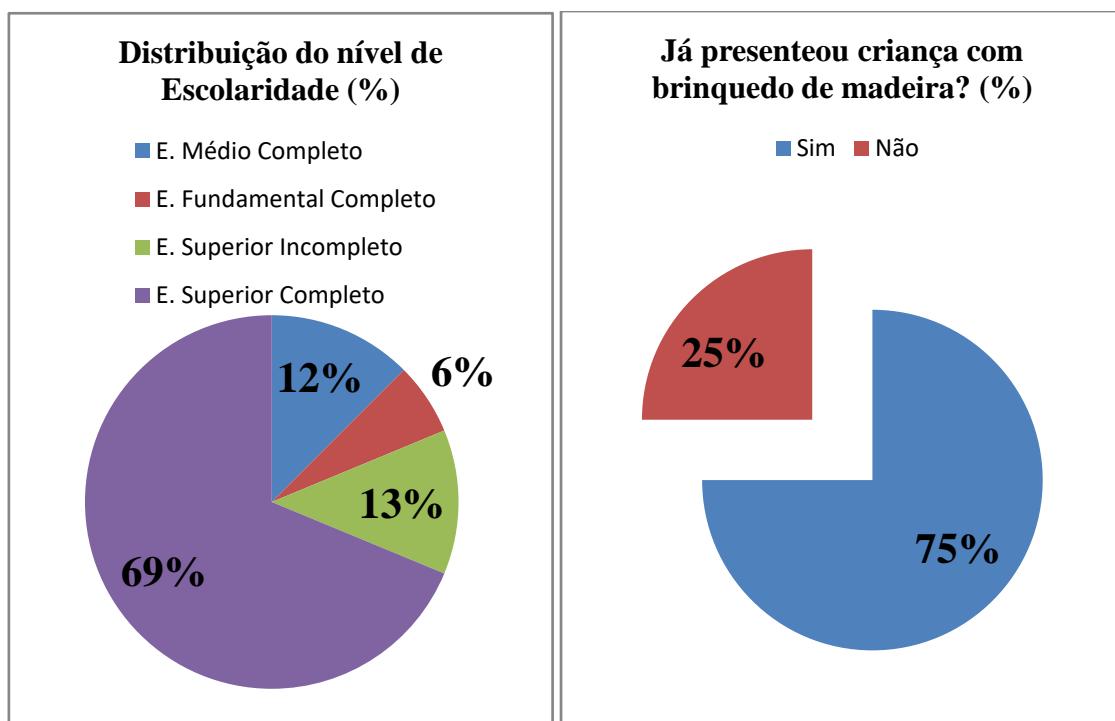


Figura 54: Porcentagem da distribuição do nível de escolaridade dos pais entrevistados (Esq.); Porcentagem da relação de pais que já presentearam alguma criança com brinquedo de madeira (Dir.)

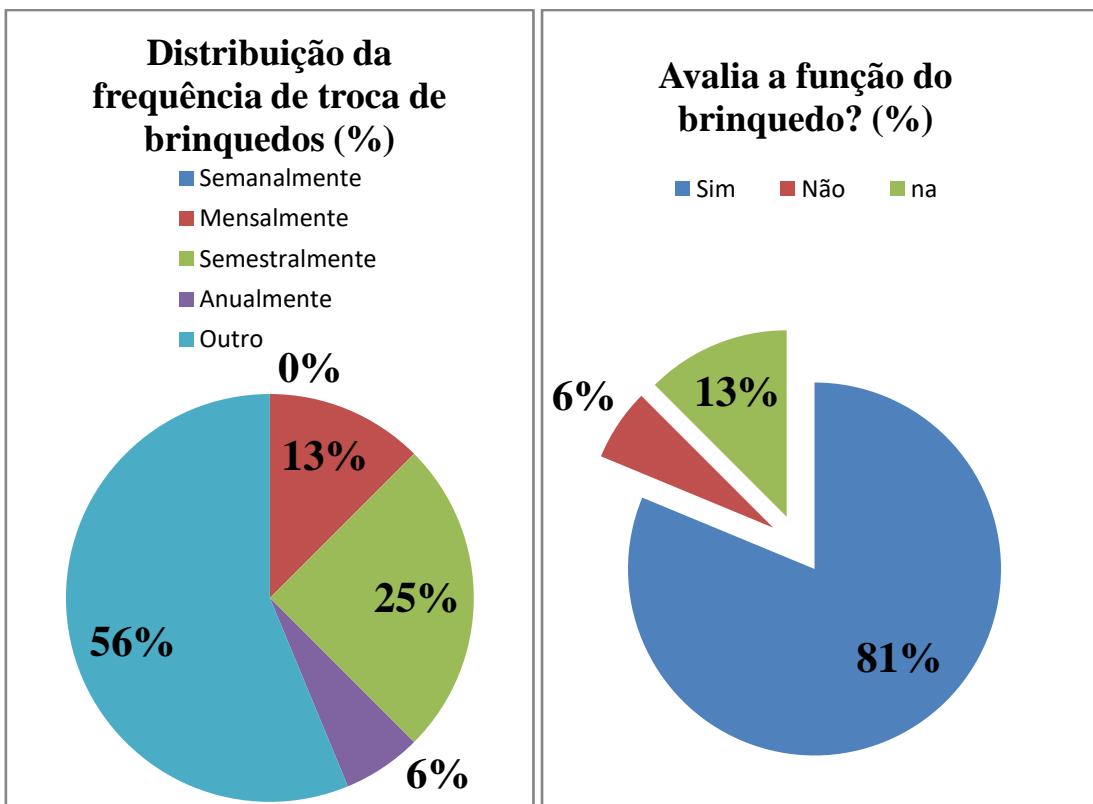
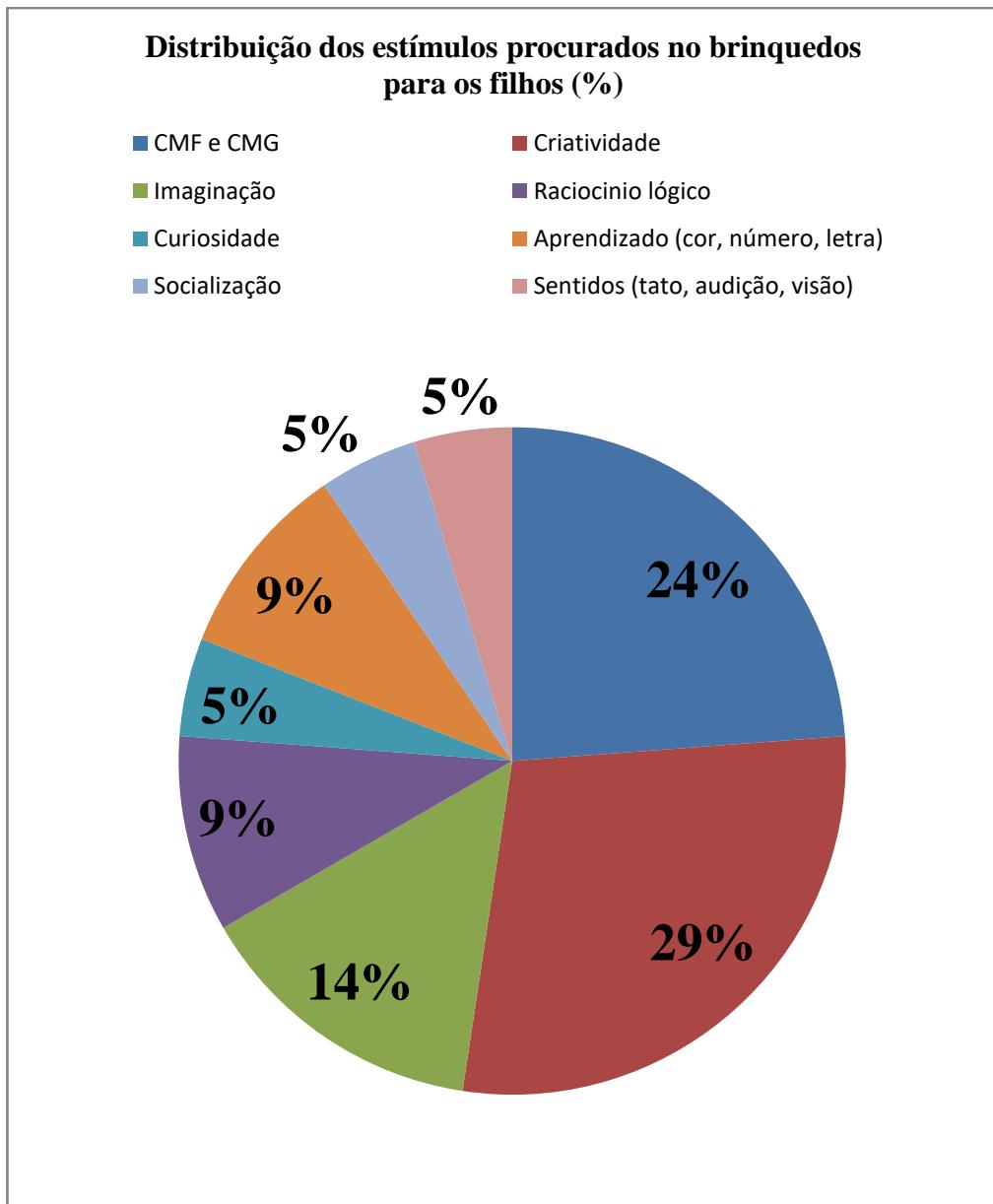


Figura 55: Porcentagem da frequência em que os pais trocam os brinquedos de seus filhos (Esq.); Porcentagem de resposta positiva ou negativa após perguntar se os pais avaliam a função (o que o brinquedo pode estimular) do brinquedo na criança (Dir.)



*CMF: coordenação motora fina; CMG: coordenação motora grossa

Figura 56: Porcentagem dos diferentes estímulos que os pais buscam nos brinquedos e para que seja desenvolvido em seus filhos

Quadro 8: Notas médias dos aspectos dos brinquedos que foram observados, de 0 a 5 considerando 0 péssimo e 5, excelente, dos pais

	Materiais	Cores	Forma	Peso	Beleza	Ludico	Ambiental	Seguranca	Potencial de Mercado	Funcionalidade
Carrinho	4.875	4.5	4.6875	4.8125	4.625	4.6875	4.9375	4.4375	4.3125	4.5625
Trenzinho	4.6875	4.5	4.8125	4.8125	4.9375	4.8125	4.8125	3.875	4.3125	4.75
Bonecos	5	4.6875	4.625	4.75	4.6875	4.875	4.9375	4.3125	4.125	4.375
Vilinha	4.8125	4.1875	4.4375	4.6875	4.5625	4.625	4.875	4.1875	4.0625	4.5625
Boliche	4.5	4.1875	4.5625	4	4.3125	4.5625	4.875	3.6875	4	4.5625
Quebra-cabeca em cubo	5	4.6875	4.75	4.625	4.75	4.8125	4.875	4.5625	4.3125	4.875

A segurança dos brinquedos, trenzinho e boliche, foi um dos pontos levantados pelos pais. A maior preocupação é relação ao perigo de ingestão de alguma peça que possa ser solta do trenzinho e na queda do pino do bolihe rústico, que, no caso, tem alguns pinos feitos com resíduo de Ipê-rosa (madeira consideravelmente densa), e que caindo talvez sobre o dedo da criança, pode-se ter um machucado.

Quadro 9: preço compatível para compra segundo os pais

Brinquedo	Preço (R\$)
Boliche Usinado	30-40
Boliche Rústico	15-30
Boneco	10-30
Carrinho usinado sem pintura	10-20
Carrinho usinado com pintura	15-20
Carrinho rústico	10-20
Vilinha	30-45
Trenzinho Usinado sem pintura	20-30
Trenzinho Usinado com pintura	25-30
Trenzinho rústico	10-25

Quebra-cabeça em cubos	20-25
------------------------	-------

Esses valores não são compatíveis com a realidade de preços de brinquedo de madeira disponíveis no mercado. Para a fabricação dos mesmos, é necessário tempo e recurso financeiro. A mão de obra é específica, requer técnicas e experiência. Portanto, pode-se inferir que os pais não estejam conscientes das dificuldades encontradas para a fabricação dos brinquedos de madeira e não é possível produzir e comercializar produtos com esse valor. Também, programas municipais podem ser uma boa estratégia para informar os pais e, talvez inserir os pais no processo de produção de brinquedos com resíduo da arborização urbana.

4.3.3 Opinião dos professores

As seis (6) professoras entrevistadas disseram que trabalham com brinquedos de madeira nas atividades pedagógicas que desenvolvem com as crianças. As justificativas foram:

- para valorizar o matéria-prima que veio do meio-ambiente,
- porque é importante a diversidade de materiais pedagógicos,
- pela durabilidade,
- por serem ecológicos,
- para conscientizar as crianças sobre a importância da natureza,
- porque são brinquedos que estimulam o raciocínio e a criatividade.

Os pontos positivos que os professores relataram sobre os brinquedos de madeira foram em relação à sustentabilidade, pois é provindo de um material renovável, ajuda na conscientização das pessoas quanto ao uso pedagógico da madeira e pela qualidade do produto.

Já os pontos negativos que os professores relataram sobre os brinquedos de madeira foram:

- podem ser muito pesados e, assim machucar a criança,
- podem ser um problema caso a madeira seja oriunda de forma ilegal,
- podem ser muito caros (não acessíveis).

Para a melhoria dos brinquedos, os professores sugeriram:

- cuidado para evitar formatos pontiagudos (arredondando mais os cantos),
- cuidado com o peso dos objetos (o boliche rústico poderia ser mais leve),
- cuidado com o uso de materiais com potencial de furar. Por exemplo, o arame usado na articulação do trenzinho. Foi sugerido colocar um cordão encerado. Também, retirar a casca, pois podem machucar a criança.

Além desses pontos levantados pelos professores, pode-se mencionar que é relevante evitar peças que podem se desprender e até mesmo serem ingeridas.

Quadro 10: Notas médias dos aspectos dos brinquedos que foram observados, de 0 a 5 considerando 0 péssimo e 5, excelente, dos professores

	Materiais	Cores	Forma	Peso	Beleza	Lúdico	Ambiental	Segurança	Potencial de Mercado	Funcionalidade
Carrinho	4.83	5	5	4.5	4.83	5	5	4.5	4.3	4.83
Trenzinho	4.83	5	5	4.6	5	5	5	4.16	4.5	4.6
Bonecos	5	5	5	4.83	5	5	5	4.5	4.83	4.83
Vilinha	4.33	4	4.5	4.33	4.16	4.33	4.66	4.16	4.33	4.33
Boliche	4	4.16	4.33	3.5	4.16	4.16	4.16	3.16	3.5	3.83
Quebra-cabeça em cubo	5	5	5	4.5	5	5	5	4.5	5	5

Quadro 11: preço compatível para compra segundo os professores

Brinquedo	Preço (R\$)
Boliche Usinado	50
Boliche Rústico	20-40
Boneco	20

Carrinho usinado sem pintura	20-30
Carrinho usinado com pintura	30-40
Carrinho rústico	20-30
Vilinha	20-30
Trenzinho Usinado sem pintura	40-50
Trenzinho Usinado com pintura	40-70
Trenzinho rústico	30-40
Quebra-cabeça em cubos	30-50

A opinião referente aos possíveis preços no mercado e notas dos diferentes aspectos dos brinquedos entre professores e pais não foi muito diferente. Ambos os segmentos sugeriram preços abaixo do conveniente para produção e comercialização. No entanto, ambos deram boas notas.

5. CONCLUSÕES

O resíduo madeireiro urbano gerado no município de Piracicaba tem substancial potencial de valorização, com aproveitamento na fabricação de brinquedos.

As propriedades física e química dos resíduos das três espécies do estudo (*Schinus molle*, *Spathodea campanulata* e *Handroanthus heptaphyllus*) não apresentaram características inapropriadas para o aproveitamento dos resíduos madeireiros urbanos ou que impossibilitem a manufatura de brinquedos de madeira. A densidade básica, aparente, umidade, retratilidade, dureza, teor de extractivos, cor e desenho, apresentaram condições aceitáveis para a fabricação de brinquedos. Dentre as três espécies do estudo, a mais recomendada para a fabricação de brinquedos é a *Spathodea campanulata* pois sua madeira é mais leve e fácil de ser trabalhada.

No processo de fabricação dos protótipos, deve-se sempre levar em consideração a segurança dos brinquedos, a funcionalidade, a beleza, o potencial de mercado e o potencial lúdico de acordo com a faixa etária estipulada.

Sendo assim, pode-se agregar valor aos resíduos e, conquantos, gerar empregos, melhorar a economia local e cooperar com a questão de minimização de impactos ambientais pois os resíduos da arborização urbana (poda e remoção de árvores) são contínuos. No município, podem ser considerados no processo e conceito de “floresta urbana de produção”.

O empreendedorismo é algo que se busca nos dias de hoje. Sendo assim, o aproveitamento de resíduos da arborização urbana tem substancial potencial de ser uma fonte disponível de madeira e de criar novos empreendedores e negócios, por exemplo, para a fabricação de brinquedos de madeira. Isso se adequa e adere aos compromissos estabelecidos pela Agenda 2030 ou Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU).

Entretanto, para que os brinquedos de madeira entrem no mercado com capacidade de concorrência com os produtos já presentes no mercado, é preciso que a população esteja consciente de todo o processo envolvido no trabalho de fabricação, da mão de obra envolvida, da matéria prima utilizada e desafios na produção e materiais utilizados no processo.

É necessário que os diversos setores de nossa sociedade tenham conhecimento sobre o tema de aproveitamento de resíduos da arborização urbana. Para isso, precisa-se desenvolver melhor as políticas públicas ambientais dos municípios, incentivar e compartilhar com empresas e organizações não governamentais (ONGs).

REFERÊNCIAS

ANDRADE, A., GALINA, I.C.M, JANKOWSKY, I.P. **Guia básico para instalação de pisos de madeira.** 2 ed. Piracicaba: ANMP, 2015. 104p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7190.** Projeto de Estruturas de Madeira. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004.** Resíduos Sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, 2004. 1v.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9487.** Classificação de madeira serrada de folhosas – Procedimento. Rio de Janeiro, 1986.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14853.** Madeira – Determinação do material solúvel em etanol-tolueno, em diclorometano e em acetona. Rio de Janeiro, 2010. 2v.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 300-1.** Segurança de brinquedos Parte 1: Propriedades gerais, mecânicas e físicas. Rio de Janeiro, 2004. 1v.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 300-2.** Segurança de brinquedos Parte 2: Inflamabilidade. Rio de Janeiro, 2004. 1v.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 300 3.** Segurança de brinquedos Parte 3: Migração de certos elementos. Rio de Janeiro, 2004. 1v.

ASTM. **D143-94.** Standard Test Methods for Small Clear Specimens of Timber. ASTM International, West Conshohocken, PA, 2007.

BENJAMIN, W. **Reflexões sobre o brinquedo, a criança e a educação.** São Paulo. Ed.34. 2002.

BONSIEPE, G. **Método Experimental. Desenho Industrial.** Brasília/CNPq/ Coordenação Editorial, 1984.

BRASIL. **Política Estadual De Resíduos Sólidos.** Lei nº 12.300. de 16 de Março de 2006.

BRASIL. **Política Nacional de Resíduos Sólidos.** Lei nº 12.305. de 2 de Agosto de 2010.

CAMARGO, R. L. **Princípios para o uso de jogos na intervenção psicopedagógica: um estudo realizado com crianças do segundo ano do ensino fundamental (fase 1 do ciclo básico).** Scielo Books. Editora UNESP. 2009. 43p.

CARVALHO, A. M. A; BERALDO, K. E. A; PEDROSA, M. I; COELHO, M. T. **O uso de entrevistas em estudo com crianças.** Psicologia em Estudo. Maringá. v.9. n.2. 2004. p.291-300.

COMISIÓN PANAMERICANA DE NORMAS TÉCNICAS – COPANT. **Descripción de características generales, macroscópicas de las maderas angiospermas dicotiledoneas.** v. 30, 1974.

EIGENHEER, E; FERREIRA, J.A.; ADLER, R.R. **Reciclagem: Mito e realidade.** Rio de Janeiro: Folio, 2005.120p.

EMBRAPA. **Monitoramento por Satélite do Estado de São Paulo.** Maio de 2012. Disponível em <<http://www.urbanizacao.cnpm.embrapa.br/conteudo/uf/sp.html>>. Acesso em 06 de Novembro de 2016.

ESALQ - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo. **Base de Dados da Estação Convencional - Médias Mensais,** 2009. Acesso em 08 de Novembro de 2016.

HUISSEN, A. **Seduzidos pela memória.** Rio de Janeiro. Ed. Aeroplano, 2000.

HUNTER, R.S. **The measurement of appearance**, New York: J. Wiley, 1975.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo demográfico de 2010**. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em 07 de Novembro de 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS-IBAMA. **Normas de procedimentos em estudos de anatomia de madeira: I. Angiospermae, II. Gimnospermae**. LPF - Série Técnica no 15. Brasília, IBAMA, 1992.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA-INMETRO. Portaria nº 563, de 29 de Dezembro. Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços. Serviço Público Federal, 2016.

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF WOOD ANATOMISTS. **IAWA List of microscopic features for hardwood identification**. IAWA Bulletin n.s. 1989.

JAEGER, P. **Propriedades Físicas da Madeira**. Centro Universitário de União da Vitória, São Mateus do Sul, Paraná, 2013.

JANKOWSKY, L., BRITO, J.O., JANKOWSKY, I., NOLASCO, A.M., CARVALHO, J.E. Use of solid timber waste as potential raw material for novel herbal drugs: multidisciplinary research, development, and innovation. **CRIMSONpublishers**. 2017.

JUNIOR, J. C. A. **“Manejo de Resíduos Florestais”**. Programa Temático de Silvicultura e Manejo (PTSM), Instituto de Pesquisa Estudos Florestais. 2008. Disponível em <<http://www.ipef.br/eventos/2008/ebs2008/03-arthur.pdf>> Acessado em Maio de 2016.

JUNIOR, A.F. D. Caracterização da Madeira de Quatro Espécies Florestais para Uso em Movelaria. **Ciência da Madeira (Braz. J. Wood Sci.)** Pelotas. v.04. n.01. p. 93-107. 2013.

KLOCK, U., MUNIZ, G.I.B., HERNANDEZ, J.A., ANDRADE, A.S. **Química da Madeira**. Universidade Federal do Paraná. Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal. e.3. Curitiba. 2005.

KLOCK, U. **Componentes acidentais da Madeira**. Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal UFPR. 2014. Disponível em: <<http://www.madeira.ufpr.br/disciplinasklock/quimicadamadeira/Extrativos2014.pdf>>. Acesso em: 28 Out. 2017.

KONICA MINOLTA. **Espectofotômetro CM-2500D**. Sensing Americas. Disponível em: <<http://sensing.konicaminolta.com.br/products/espectrofotometro-cm-2500d>>. Acesso em 14 fev. 2017.

KOWALISKI, P. **Vision et mesure de la couleur**. Masson: [s.n.], 1978.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, 1992. 148p.

MARQUES, A. C. **Análise de similares: contribuição ao desenvolvimento de uma metodologia de seleção de materiais e ecodesign**. Lume: Repositório Digital. Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRS). 2008. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/13782>>. Acessado em 06 de Agosto de 2017.

MEIRA, A.M. **Benjamin, os brinquedos e a Infância Contemporânea**. Psicologia e Sciedade. Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRS), p. 74-87. 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/psoc/v15n2/a06v15n2>>. Acesso em: 25 out. 2017.

MEIRA, A. M. **Gestão de Resíduos da Arborização Urbana**. 178 f. Tese (Doutorado) - Curso de Recursos Florestais, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2010.

MENDONÇA, L.B.; ANJOS, L. **Beija-flores (Aves, Trochiliidae) e seus recursos florais em uma área urbana do Sul do Brasil.** Revista Brasileira de Zoologia, Londrina, p.51-59, 2005.

MELO, J.E.;CORADIN, V.R.; MENDEZ, J.C. Classes de densidade para madeiras da Amazônia brasileira. VI In : **CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO**, 6., 1990, Campos do Jordão. Anais... Campos do Jordão, 1990. v.3, p. 695-705.

MERCADO LIVRE. Disponível em: <<https://www.mercadolivre.com.br/>> Acesso em 18. Jan. 2017.

MINISTÉRIO PÚBLICO DE SANTA CATARINA. Poda da Arborização Urbana: ultraje ao ambiente e à sustentabilidade da cidade. 2007. Disponível em <www.mp.rs.gov.br/ambiente>. Acesso em : 21 Jan. 2017.

MORESCHI, J.C. **Propriedades Tecnológicas da Madeira.** Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal da UFPR, ed. 1. 2008 168 p. Disponível em <<http://www.madeira.ufpr.br/tecnologiadamadeira.pdf>>Acesso em: 12Agosto.2016.

NOLASCO, A.M. **Resíduos da Colheita e Beneficiamento da Caixeta – *Tabebuia cassinoides* (Lam.) DC.: caracterização e perspectivas.** São Carlos, 2000. 171p. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Universidade de São Paulo. São Carlos, 2000.

NOLASCO, A.M. **Gerenciamento de Resíduos na Indústria de Pisos de Madeira.** Piracicaba: ANPM, 2014. p.40.

PIAGET, J et al. **Abstração reflexionante: relações lógico-aritméticas e ordem das relações espaciais.** Porto Alegre: Artes Médicas, 1995.

PIVETTA, K.F.; SILVA FILHO, D.F. Arborização Urbana. Boletim Acadêmico. Jaboticabal, SP: UNESP/FCAV/FUNEP. 2002.75p

RIBEIRO, V.M. **O Desenvolvimento Humano da Teoria de Jean Piaget.** Unicamp – IEL. 2001. Disponível em:
<<http://www.unicamp.br/iel/site/alunos/publicacoes/textos/d00005.htm>>. Acesso em: 26 Abril. 2017.

SÃO PAULO. **Política nacional de resíduos sólidos.** 2006. Disponível em:
<http://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamento/legislação/estadual/leis/2006_Lei_Est_123_00.pdf>. Acesso em: 18 jun. 2016.

SCHIAVO, A. N & RIBÓ, C. M. E., 2007. **Estimulando todos os sentidos de 0 a 6 anos.** Seminário do 16º COLE – Congresso de Leitura do Brasil UNICAMP. Campinas. Disponível em: <http://alb.com.br/arquivo-morto/edicoes_anteriores/anais16/sem13pdf/sm13ss17_01.pdf>. Acesso em: 06 Mar. 2017.

SECRETARIA DE DEFESA DO MEIO AMBIENTE DE PIRACICABA – SP (SEDEMA). **Gestão de Resíduos Sólidos do Município.** Piracicaba, 2007.

SECRETARIA DO VERDE E MEIO AMBIENTE – PREFEITURA DE SÃO PAULO. **Manual Técnico de Poda de Árvores.** Disponível em:
<http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/chamadas/manualtecnico_poda_v11_150_1354216796.pdf> Acesso em: 12 maio. 2017.

SILVA FILHO, D.F. **Diagnóstico da Cobertura Arbórea em Tecido Urbano do Município de Piracicaba – SP.** Relatório apresentado à Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz – FEALQ/Instituto de Planejamento de Piracicaba – IPPLAP. 2009. 22p.

STERNADT, G. H. **Pequenos objetos de madeira – POM, compostagem de serragem de madeira.** Brasilia, DF: Ibama – Laboratório de Produtos Florestais, 2002. 29p.

TANNER, R. 2009. **Why Wooden Toys are better than plastic for Children.** Disponível em <<http://unclebobsworkshop.webasyst.net/shop/blog/13/>>. Acessado em 05 de Agosto de 2017.

TEIXEIRA, L.V. **Análise Sensorial na Indústria de Alimentos.** Rev. Inst. Latic. “Cândido Tostes”, Jan/Fev, nº 366, 64: 12-21, 2009.

TEIXEIRA, H. **Teoria do Desenvolvimento Cognitivo de Jean Piaget.** Hélio Teixeira, 2015. Disponível em:<http://www.helioteixeira.org/ciencias-da-aprendizagem/teoria-do-desenvolvimento-cognitivo-de-jean-piaget/>. Acesso em: 26 Out. 2017

THE WOOD DATABASE. Ipe. Disponível em: <http://www.wood-database.com/ipe/>. Acesso em: 28 Out.2017.

VALE, A. T.; SARMENTO, T. R.; ALMEIDA, A. N. Caracterização e uso de madeiras de galhos de árvores provenientes da arborização de Brasília, DF – **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 15, n.4, p. 411-420. Jun. 2005.

ANEXO 1

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FLORESTAIS - LCF

LABORATÓRIO DE MOVELARIA E RESÍDUOS FLORESTAIS

Roteiro de Entrevista para Crianças

Produto: Brinquedo de Madeira feito com o Resíduo Madeireiro Urbano de Poda

Idade: _____

Gênero: () Feminino () Masculino

1. Qual o brinquedo que você mais gostou (+)? E o que você menos gostou (-)?

() Carrinho () Trenzinho() Bonecos() Vilinha() Boliche() Quebra-cabeça em cubo

Por quê?

2. Dos brinquedos que você mais gostou, prefere os coloridos ou na cor da madeira?

() Coloridos; () Cor da madeira

Se coloridos, quais cores você gosta mais?

() amarelo () vermelho) () verde () azul () preto () branco () outra

3. Você prefere brinquedos para brincar com os amigos ou sozinho?

() amigos () sozinho

4. Você já teve algum brinquedo de madeira? Gostaria de ter? Por que?

() Sim ; () Não () Sim ; () Não

ANEXO 2
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FLORESTAIS - LCF
LABORATÓRIO DE MOVELARIA E RESÍDUOS FLORESTAIS

Roteiro de Entrevista para Pais

Produto: Brinquedo de Madeira feito com o Resíduo Madeireiro Urbano de Poda

Profissão/ Ocupação: _____ Idade: _____

Gênero: () Feminino () Masculino () Outro

I. Indique seu nível de escolaridade:

() Não Alfabetizado; () Fundamental Incompleto; () Fundamental Completo; () Ensino Médio Incompleto; () Ensino Médio Completo; () Superior Incompleto; () Superior Completo

II. Você já comprou algum brinquedo de madeira para presentear uma criança?

Sim (); Não (); Não lembro ().

O que o fez preferir o brinquedo de madeira, na ocasião, ao invés de outros brinquedos?

III. Com que frequência você compra ou troca os brinquedos do seu filho?

() Semanalmente; () Mensalmente; () Semestralmente; () Anualmente; () Outro

IV. Você avalia a função do brinquedo (como eles estimulam o desenvolvimento da criança) quando compra um para o seu filho? Se sim, que estímulos procura dar aos seus filhos através do brinquedo?

V. Dê uma nota de 0 a 5 para cada aspecto dos brinquedos que foram observados, sendo que 0 é péssimo e 5 excelente:

	Materiais	Cores	Forma	Peso	Beleza	Lúdico	Ambiental	Segurança	Potencial de Mercado	Funcionalidade
Carrinho										
Trenzinho										
Bonecos										
Vilinha										
Boliche										
Quebra-cabeça em cubos										

Para os com nota inferior a 2, explique por quê.

VI. Qual o preço que você estaria disposto a pagar pelos seguintes brinquedos de madeira?

BRINQUEDO	VALOR (R\$)
Boliche 	1.Boliche Usinado

	<p>2.Boliche Rústico</p>
<p>Bonecos</p> 	
<p>Carrinho</p> 	<p>1.Carrinho Usinado sem pintura</p> <p>2.Carrinho Usinado com pintura</p> <p>3.Carrinho Rústico</p>
<p>Vilinha</p> 	

<p>Trenzinho</p> 	<p>1.Trezinho Usinado</p> <p>2.Trenzinho Usinado com pintura</p> <p>3.Trenzinho Rústico</p>
<p>Quebra-cabeça em cubo</p> 	

ANEXO 3

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
 DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FLORESTAIS - LCF
 LABORATÓRIO DE MOVELARIA E RESÍDUOS FLORESTAIS

Roteiro de Entrevista para Professores

Produto: Brinquedo de Madeira feito com o Resíduo Madeireiro Urbano de Poda

Idade:

Sexo:

Escola / ano que leciona:

1. A sua escola utiliza brinquedos de madeira nas atividades pedagógicas? Por quê?
2. Aponte os aspectos que você considera positivos e negativos no uso de brinquedos de madeiras na educação infantil.
3. Dê uma nota de 0 a 5 para os seguintes aspectos dos brinquedos que foram observados, sendo que 0 é péssimo e 5 excelente:

	Materiais	Cores	Forma	Peso	Beleza	Lúdico	Ambiental	Segurança	Potencial de Mercado	Funcionalidade
Carrinho										
Trenzinho										
Bonecos										
Vilinha										
Boliche										
Quebra-cabeça em cubos										

Para os com nota inferior a 2, explique por quê.

4. O que sugere para melhoria destes brinquedos?
5. Qual o preço que você acha compatível para os seguintes brinquedos de madeira?

BRINQUEDO	VALOR (R\$)
Boliche 	1.Boliche Usinado 2.Boliche Rústico
Bonecos 	
Carrinho 	1.Carrinho Usinado sem pintura 2.Carrinho Usinado com pintura 3.Carrinho Rústico

<p>Vilinha</p> 	
<p>Trenzinho</p> 	<p>1.Trezinho Usinado</p> <p>2.Trezinho Usinado com pintura</p> <p>3.Trezinho Rústico</p>
<p>Quebra-cabeça em cubo</p> 	

ANEXO 4
TERMO DE CONSENTIMENTO

Você está sendo convidado(a) a participar, como voluntário(a) da pesquisa de análise mercado/Trabalho de Conclusão de Curso, intitulado(a) “Aproveitamento de Resíduos da Arborização Urbana para a Fabricação de Brinquedos”, conduzido por Luiz Fernando Pereira Bispo. Esta intervenção tem por objetivo realizar o teste de aceitação e mercado com os produtos que foram desenvolvidos.

Você foi selecionado(a) devido ao fato de fazer parte de um sistema de ensino-pedagógico sendo professor ou pai. Sua participação não é obrigatória e não é remunerada. A qualquer momento, você poderá desistir de participar e retirar seu consentimento. Sua recusa, desistência ou retirada de consentimento não acarretará prejuízo.

Sua participação nesta pesquisa consistirá em responder um questionário sobre os brinquedos de madeira, em um dos pontos de realização da entrevista.

Caso você concorde em participar desta pesquisa, assine ao final deste documento. Declaro que entendi os objetivos e ideias da pesquisa, e que concordo em participar.

Nome:.....Assinatura:.....

Nome:.....Assinatura:.....

Nome:.....Assinatura:.....

Nome:.....Assinatura:.....

Nome:.....Assinatura:.....

Nome:.....Assinatura:.....

Nome:.....Assinatura:.....

Nome:.....Assinatura:.....