

Expediente

Diretor Geral do Campus São Paulo:

Prof. Me. Luís Cláudio de Matos Lima Júnior

Vice-Diretora do Campus São Paulo:

Prof^a. Dr^a. Rebeca Vilas Boas Cardoso de Oliveira

Diretor de Pesquisa, Extensão e Pós-Graduação do Campus São Paulo:

Prof. Dr. Thomas Edson Filgueiras Filho

Editor Gerente e de Seção (v. 2, n. 1, fev.2018):

Prof. Dr. Jorge Rodrigues de Souza Junior

Conselho Editorial – Comitê Científico Docente/IFSP (v. 2, n. 1, fev.2018):

Cristina Lopomo Defendi

Henrique Marins de Carvalho

José Braz Araujo

Mariana Pelissari Monteiro Aguiar Baroni

Rogério Ferreira da Fonseca

Valeria Trigueiro Santos Adinolfi

Conselho Editorial – Comitê Científico Discente/IFSP (v. 2, n.1, fev.2018):

Abner Silva Xavier

Claudio Adão Santos

Edimar Cristiano Macedo

Luiz Fabio Dimov

Natalia Pais Pereira

Revisão preliminar: Prof. Dr. Jorge Rodrigues de Souza Junior

Revisão final: Prof. Dr. Jorge Rodrigues de Souza Junior

Editoração: Prof. Dr. Jorge Rodrigues de Souza Junior

Capa: Ana Luiza Gerfi Bertozzi

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SÃO
PAULO

CAMPUS SÃO PAULO

Diretoria de Pesquisa, Extensão e Pós-Graduação – DPE

<https://spo.ifsp.edu.br>

Rua Pedro Vicente, 625 – Canindé, São Paulo/SP.

Tel.: (11) 2763-7640

Endereço eletrônico: revistaposgere@gmail.com

Apresentação – POSGERE Edição Especial II EICPOG

Em setembro de 2017 foi realizado o II Encontro de Iniciação Científica e Pós-Graduação do *Campus* São Paulo (EICPOG) com trabalhos apresentados na forma de pôsteres e de apresentação oral. Este evento, de natureza interdisciplinar, é uma iniciativa da Diretoria de Pesquisa, Extensão e Pós-Graduação e tem como objetivo divulgar as pesquisas realizadas pelos estudantes do *campus*.

Nesta segunda edição houve um aumento significativo do número de trabalhos submetidos, sendo que após um processo de avaliação por especialistas de diversas áreas, foram aprovados 82 trabalhos em formato de pôster e 112 apresentações orais. Observamos também que estas submissões foram feitas pelos alunos de diversos *campi* do IFSP bem como de outras instituições.

Cabe ressaltar que os trabalhos versavam sobre temas de áreas diversas: bioengenharia, mecânica, eletrônica, automação, informática, formação de professores, geografia, história, ensino, letras, física, química, biologia, matemática, arquitetura.... Mostrando a diversidade que existe dentro do IFSP e em especial dentro do *Campus* São Paulo.

Durante os quatro dias de evento, foram apresentados trabalhos das várias áreas do conhecimento em que o *Campus* São Paulo atua, criando um grande espaço para a troca de conhecimentos, aproximando os pesquisadores que participaram (alunos, docentes, servidores administrativos) e propiciando um ambiente para o intercâmbio de informações sobre o desenvolvimento acadêmico, científico e tecnológico. Nestes dias também foi muito importante a participação dos pesquisadores que avaliaram os trabalhos e conduziram as sessões de apresentação oral.

Por fim, os trabalhos melhor avaliados foram convidados para compor esta edição especial da revista POSGERE, refletindo a quantidade de áreas de pesquisa do *campus* e mostrando a qualidade do trabalho de nossos alunos.

Ciente de que o sucesso alcançado pelo II EICPOG só foi possível devido ao empenho, dedicação e colaboração de todos os envolvidos, alunos, professores e servidores administrativos, convido a todos para participarem do próximo EICPOG como autores, avaliadores ou membros da comissão organizadora, e, mais importante ainda, que compareçam ao evento e contribuam para a consolidação da pesquisa no *Campus* São Paulo.

Prof. Dr. Thomas Edson Filgueiras Filho
Diretor de Pesquisa, Extensão e Pós-graduação
Campus São Paulo - IFSP

Carta do editor

A *POSGERE - Pós-Graduação em Revista*, revista para pós-graduandos (*lato e stricto sensu*) publicada pelo Campus São Paulo do IFSP, entra em 2018 lançando o seu segundo volume. Após o seu ano de estreia, em 2017, em que contou com quatro números, lançamos como primeiro número do volume 2 uma edição especial com a publicação de trabalhos selecionados do II Encontro de Iniciação Científica e Pós-Graduação do Campus São Paulo do IFSP. Além de tais trabalhos, apresentamos também um trabalho na seção Artigos *Stricto Sensu*.

O artigo inicial, de autoria de Wilian Kamada e Astrogildo de Carvalho Junqueira, intitulado “O uso do Arduino com o ciclo de modelagens: uma pesquisa no ensino de física”, apresenta resultados de uma pesquisa-ação realizada através do uso da plataforma Arduino, em aulas de Física para alunos de Ensino Médio. Nesse trabalho os autores verificaram se tal plataforma permite o estabelecimento de uma aprendizagem ativa por parte do aluno e apresentam reflexões sobre pontos positivos e negativos do seu uso em sala de aula.

O texto seguinte, “Desenvolvimento de ambiente operacional ROS para Quad-rotóres”, escrito pelos autores Raphael de Abreu Alves e Silva e Alexandre Simião Caporali, discute a elaboração de um sistema operacional para a integração de subsistemas e componentes de robôs, visando a elaboração de um sistema que auxilie a expansão de tecnologias aplicadas para robôs.

Na sequência, o trabalho “A educação popular: uma possibilidade de emancipação do sujeito” discute sobre o papel da educação popular como meio de superar situações de desumanização. Os autores Daniela Pereira Neto de Queiroz, William Vinicius Pinto e Isabella Delcorso Cury de Mello debatem a relação da educação popular com problemáticas sociais e o quanto a educação pode contribuir para o enfrentamento da desigualdade social.

Em “Desafios do acesso escolar para adolescentes em liberdade assistida”, de autoria de Andréia Viana Neto, a autora analisa a problemática em torno da inserção escolar de adolescentes que cumprem medidas socioeducativas. Ao revisar a literatura sobre o tema, o trabalho realiza um estudo bibliográfico sobre a questão e as dificuldades, por parte da sociedade, em reconhecer esses adolescentes como sujeitos de direito e em desenvolvimento.

De autoria de Beatriz Policarpo, “A metodologia BIM e suas inovações na construção civil: uma abordagem nas obras metroviárias de SP” apresenta a abordagem da metodologia BIM em projetos de engenharia, especificamente na construção de estações metroviárias da cidade de São Paulo. A autora discute, também, o problema crônico de atrasos e de custos extrapolados em obras desse tipo e o quanto que tal metodologia poderia contribuir para solucionar tais questões.

O trabalho seguinte, “Automação dos movimentos do aerógrafo utilizado no processo de *airbrushing* aplicado na engenharia tecidual”, escrito por Caio Cesar Jacob Silva, Júlio César Domingues, Rogério Domingues, Bruno Santos e Tarcísio Fernandes Leão, apresenta resultados sobre um sistema automatizado para movimentação do aerógrafo utilizado para expelir solução polimérica, processo que atualmente é realizado manualmente na produção de arcações para cultura celular, na área de engenharia de tecidos. A engenharia tecidual permite recriar, industrialmente, tecidos e órgãos sintéticos ou semissintéticos funcionais, atuando como ferramenta da medicina regenerativa, disponibilizando alternativas eficientes aos médicos para o tratamento de doenças graves, cujo transplante ou enxerto sejam as únicas saídas, obtendo resultados promissores.

Na sequência, o artigo “Arquitetura moderna no Jardim Paulista: o arquiteto João Kon e suas obras”, de autoria de Marina Miraldo Bruno e Maria Cecília Lucchese, apresenta um estudo de caso sobre projetos residenciais de João Kon, realizados entre 1950 e 1980, na região dos Jardins, na cidade de São Paulo. Tendo como objetivo discutir a obra de um arquiteto pouco conhecido e comentado, mas tão representativo da arquitetura moderna paulistana, devido ao grande número de projetos realizados por esse profissional, as autoras fizeram um importante levantamento de projetos desse arquiteto, ao mesmo tempo representativo da arquitetura da cidade.

Por último, o artigo que fecha a edição não compôs os trabalhos apresentados no II EICPOG, sendo publicado na *Seção Artigos Stricto Sensu* deste número. Intitulado “Estudo da sensibilidade paramétrica de materiais na crimpagem de terminais elétricos”, de Ecio Naves Duarte e Luciano Guimarães Mendes, o trabalho propõe a analisar um terminal elétrico conectado ao cabo/fio elétrico, ou seja, um terminal crimpado, via ferramenta específica e normalmente do tipo manual. Para tanto, os autores fazem um levantamento dos parâmetros mecânicos e elétricos que influenciarão na escolha da melhor opção dentre os materiais disponíveis e adequados para os propósitos exigidos pelo mercado e que atendam às normas técnicas que regulam este segmento, para, então, simular computacionalmente a fim de verificar os desempenhos ante as diferentes opções de materiais para composição deste terminal.

Há de se destacar, também, que este número é o primeiro sob minha responsabilidade como editor-gerente, trabalho anteriormente exercido pelo Prof. Dr. Flávio Biasutti Valadares. A pluralidade de temas que compõem este número também o torna especial, demonstração da vocação do IFSP em ser uma instituição diversificada e consonante com o que há de mais representativo nas áreas de educação, de ciência e de tecnologia.

Prof. Dr. Jorge Rodrigues de Souza Junior
Editor-Gerente POSGERE
Docente IFSP – Campus São Paulo

O USO DO ARDUINO COM O CICLO DE MODELAGENS: UMA PESQUISA NO ENSINO DE FÍSICA¹

Wilian Kamada²

Mestrando/IFSP

Professor/COM

Astrogildo de Carvalho Junqueira³

Doutor/USP

Professor/IFSP

RESUMO

Na busca de novas ferramentas pedagógicas para o Ensino de Física, este artigo abordará o uso didático da Plataforma Eletrônica Arduino: definida como uma placa de prototipagem de livre programação e instrumento instantâneo de coletas de dados. De caráter qualitativo, esta pesquisa foi uma pesquisa-ação com alunos do segundo ano do Ensino Médio. Para dar um papel de destaque ao aluno e colocá-lo ativo no seu processo de aprendizagem foi utilizada a metodologia de ciclos de modelagens proposto por David Hestenes (1996). Procurou-se verificar se o Arduino, como plataforma tecnológica educacional, possibilita e permite a aprendizagem significativa segundo Ausubel, que considera a aprendizagem a partir do conhecimento prévio dos alunos e que as novas informações estejam associadas com as anteriores para que sejam incorporadas na estrutura cognitiva do aluno. Em sala de aula, paralelamente com o conteúdo de Termologia e Eletricidade, foi introduzido o Arduino, e grupos de três a cinco alunos desenvolveram modelos com a placa. Os ciclos se basearam na construção de um modelo para um problema exposto pelo professor referente ao conteúdo do planejamento escolar, separados por fases, que serão explicadas ao longo do texto. Houve total envolvimento e participação dos alunos, buscando-se desenvolver diversas habilidades e conceitos físicos.

Palavras-chave: Arduino. Ensino. Física. Modelagem.

Introdução

Seguimos diante de uma complexa situação de ensino e aprendizagem em Física no Ensino Médio, em que os alunos se apresentam passivos, desmotivados e desinteressados. Parte dessas causas acreditamos ter surgido por conta da falta de experimentação, isto é, a prática e o laboratório experimental são práticas pouco praticadas em sala de aula durante o ano letivo. Presenciamos também a grande evolução tecnológica na sociedade, mas que ainda encontra certa resistência para ser utilizada com os estudantes no ambiente escolar, e os mesmos ficam deslocados e angustiados diante de novas metodologias que não são aplicadas.

¹ Projeto de Pesquisa do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática.

² wiliankamada@gmail.com

³ acajunq@ifsp.edu.br

Para as práticas experimentais em sala de aula existem kits laboratoriais fechados que são comercializados, com todos os componentes, listas de procedimentos e roteiros estruturados, com perguntas prontas e resultados esperados, itens em ordem cronológica a serem seguidos. Entretanto o seu custo monetário é elevado e foge da realidade de diversas escolas que não possuem esse valor para ser investido, além de ser totalmente contrária à experimentação com foco na autonomia do aluno. Como forma de superar o custo e o roteiro fechado, apresentamos a placa Arduino, que é uma plataforma livre de prototipagem, com valor mais acessível e pode ser utilizada em diversos experimentos dependendo do objetivo do professor com o curso ou a classe. O Arduino é uma placa *Open-Source* sob a licença *Creative Commons*.

Encontramos diversas informações e dados na Internet, contudo muitos itens não estão disponíveis para serem usados para divulgação ou até mesmo não podem ser utilizadas em sala de aula sem pagar ou atribuir os direitos autorais. Desta forma, o Arduino é caracterizado como uma plataforma *Open - Source*, ou seja, podemos programar, reprogramar, divulgar, compartilhar, editar e aplicar para fins didáticos e comerciais livremente, sem a preocupação de atribuir os direitos ao autor ou a alguma empresa. A placa pode ser conectada a diversos tipos de sensores, que podem medir pressão, temperatura, ultrassom, além de automatizar todo o processo de coleta de dados. Não há limite de coleta de dados e os dados podem ser analisados em qualquer *software*, como por exemplo em um editor de planilha para compor um gráfico.

A alimentação do Arduino pode ser feita com 5 Volts diretamente da saída USB de um computador. A programação é feita no software IDE (*Integrated Development Environment - Ambiente de Desenvolvimento Integrado*) do Arduino disponível no site: <https://www.arduino.cc>. A linguagem da programação é em C, sendo necessária a compilação das linhas de comando, e posteriormente carregá-las para a placa. O Arduino apresenta saídas analógicas e digitais, podendo ser utilizadas simultaneamente, e é possível a conexão de mais de um sensor.

A metodologia para inserir a tecnologia com a classe do segundo ano do ensino médio foi através da utilização dos ciclos de modelagens propostos por David Hestenes (1996). Este pesquisador é atual professor da Universidade do Arizona nos Estados Unidos, onde continua a realizar pesquisas sobre a modelagem no Ensino de Física e Matemática.

A definição de modelagem utilizada nesta pesquisa segue a mesma linha de raciocínio que a de Pietrocola:

Ao introduzirmos a modelização como objeto do ensino de Física estaremos instrumentalizando os alunos a representarem a realidade a partir das teorias gerais. A preocupação com o contexto de construção do conhecimento científico não deve ser deixado de lado, mas submetido ao objetivo maior da educação científica que é o de assegurar ao indivíduo uma melhor relação com o mundo em que vive. A explicitação e explicação das teorias Físicas como capazes de nos fornecer um quadro da realidade, mesmo que ele seja pintado em diversos estilos diferentes, gera competição (no aspecto positivo do termo) entre as concepções científicas e as concepções alternativas. A possibilidade de comparação e a tomada de decisões sobre qual forma representar a realidade tornará os alunos mais críticos e mais capazes de desfrutar dos *insights* que tem apaixonados cientistas ao longo dos tempos. (PIETROCOLA, 1999, p. 225)

A Física desenvolve modelos e teorias para explicar fenômenos naturais, e permite uma variedade de opções para que a modelagem seja utilizada como metodologia no ensino dessa disciplina. Nesta pesquisa o tema físico escolhido foi sobre termologia: calor, temperatura, calor específico e equilíbrio térmico. Ressaltamos que o educador pode usar essa metodologia em diversos conteúdos de acordo com o planejamento escolar.

A pesquisa aconteceu no Colégio da Polícia Militar, em São Paulo, onde o pesquisador também é professor de física, o que a caracterizou como pesquisa-ação. O colégio é particular, entretanto oferece bolsas parciais e integrais, conforme análise sócio-econômico do setor de filantropia. A escola apresenta ensino infantil e fundamental nos períodos matutino e vespertino, e médio apenas no matutino; há dois laboratórios de informática com cerca de quarenta computadores em cada um.

A nossa proposta envolveu o uso do Arduino; para isso, a escola disponibilizou acesso a computadores e espaço físico para os alunos montarem, elaborarem, debaterem e discutirem os modelos com a sala e o professor desenvolveu o papel como mediador. O segundo ano do ensino médio escolhido tinha trinta e quatro alunos, e eram divididos em grupos de três a cinco alunos conforme a afinidade dos integrantes. Cada aula teve duração de quarenta e cinco minutos, e a disciplina de Física possuía quatro aulas semanais, divididas em setor A e setor B de acordo com o material didático Anglo. Por utilizarmos o sistema apostilado seguimos os mesmos assuntos discutidos no setor A: eletricidade e setor B: termologia.

Os ciclos de modelagens são baseados em dois estágios: o desenvolvimento do modelo e a implementação do modelo, com três fases cada um. Resumidamente, no primeiro estágio e na primeira fase o professor apresentou aos grupos uma questão para ser solucionada, baseada no conteúdo programático do planejamento. Na segunda fase, em grupos, os alunos levantaram hipóteses e elaboraram os modelos, juntamente com a elaboração dos experimentos necessários para testar seus modelos.

Na terceira fase do primeiro estágio, os grupos apresentaram os modelos criados para a sala em quadros brancos, que podiam ser apagados e reescritos ou redesenhados, e poderiam ser questionados e criticados sobre diversos fatores na montagem ou sobre a teoria, para que ao fim estruturassem a versão experimental da montagem do modelo.

O segundo estágio foi a implementação dos modelos, a sua aplicação. Na primeira fase os grupos inicialmente montaram os experimentos, com a obrigatoriedade de usar o Arduino. Na segunda fase os grupos coletaram os dados e anotaram o que ocorreu de errado ou o que poderia ser melhorado.

Na terceira fase do segundo estágio, os grupos puderam refazer os experimentos, e precisavam apresentar para a sala a versão final explicando as características e a validade dos modelos criados. A figura abaixo detalha os estágios e as fases conforme Hestenes (1996) propõe:

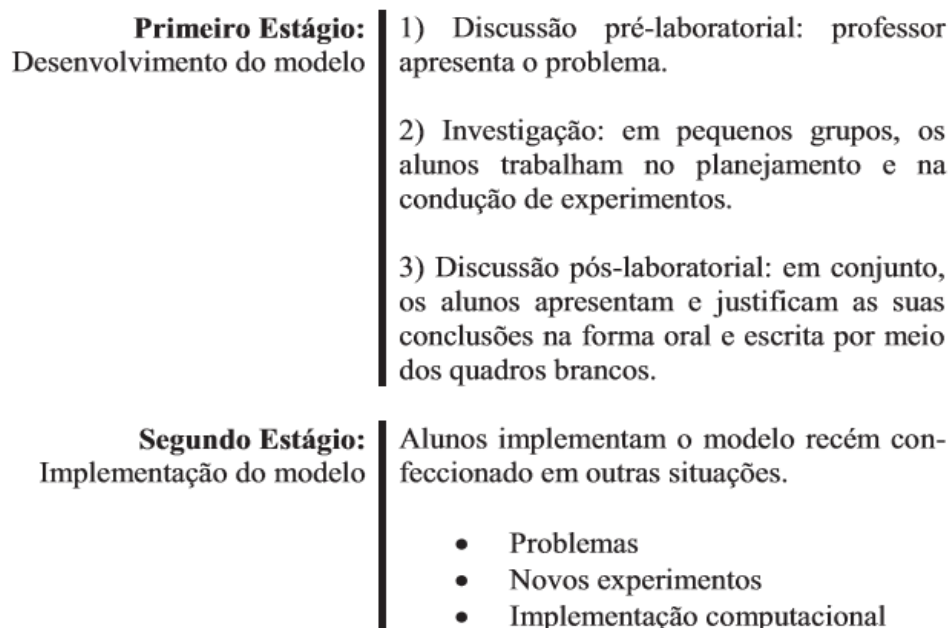


Fig. 1 – Resumo dos estágios e das fases dos ciclos de modelagem propostos por David Hestenes. Fonte: Heidemann, Araujo e Veit (2012).

O referencial teórico utilizado foi baseado na teoria de Ausubel (1963), desenvolvendo e definindo aprendizagem significativa.

Segundo Moreira:

O conceito central da teoria de Ausubel é o de aprendizagem significativa, um processo através do qual uma nova informação se relaciona, de maneira substantiva (não-literal) e não arbitrária, a um aspecto relevante a estrutura cognitiva do indivíduo. Neste processo a nova informação interage com sua estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel chama de “conceito subsunçor” ou simplesmente “subsunçor”, existente na estrutura cognitiva de quem aprende (MOREIRA, 2010, p. 7).

Aprendizagem que considera o conhecimento prévio dos alunos e que as novas informações estejam associadas com as anteriores para que sejam incorporadas na estrutura cognitiva do aluno.

Desenvolvimento dos Ciclos com o Uso do Arduino

Partindo do conhecimento prévio dos alunos obtidos por meio do questionário inicial, utilizamos o questionário diagnóstico inicial e o questionário final. O questionário inicial possuía questões sobre conceitos físicos, o Arduino, a programação, quais tecnologias digitais utilizavam e por quanto tempo as utilizavam. O questionário final serviu para analisar como foi o aprendizado e as opiniões sobre os ciclos de modelagem e a utilização do Arduino. Com relação à coleta de dados além dos questionários, foram utilizados o diário de bordo e as fotografias tiradas pelo pesquisador durante os ciclos de modelagem. Por se tratar de uma pesquisa com seres humanos e menores de dezoito anos possuímos todos os termos de consentimento e assentimento assinados, e submetidos ao Comitê de Ética e Pesquisa com seu parecer aprovado.

No questionário inicial foi levantado que os alunos apresentavam dificuldades em definir e diferenciar conceitos de terminologia (calor, temperatura, equilíbrio térmico e calor específico); não sabiam o que era e nem sobre o que se tratava o Arduino; não sabiam realizar programação e não conheciam nenhum tipo de componente elétrico ou sensor.

Realizamos inicialmente uma introdução com o Arduino que envolvia: como fazer a montagem com Leds (*light emitting diode* – diodo emissor de luz), alguns sensores (de temperatura – lm35, ultrassom e pressão) e como conectá-los com a placa. Mostramos como era feita a coleta de dados e apresentamos alguns componentes eletrônicos. Para essa introdução utilizamos três aulas.

Em sala de aula, iniciamos os ciclos de modelagens, correspondendo a etapa um e fase um. Apresentamos aos alunos as seguintes questões:

- *Quais eram os fatores que interferiam e influenciavam no equilíbrio térmico entre dois corpos?*

- *Quais eram os fatores que interferiam e influenciavam no resfriamento de um corpo?*

Os alunos, em grupos, discutiram e criaram modelos para justificar as hipóteses levantadas pelas questões. Esses levantamentos e confecções foram feitos em duas aulas. E, em mais uma aula, os grupos apresentaram os modelos para a sala, um grupo de cada vez e aproveitaram para questionar e apontar críticas e dúvidas para os outros grupos durante a apresentação. Neste momento os grupos puderam alterar e/ou recriar os modelos. O professor desempenhou um papel fundamental nos ciclos de modelagem: ao estar mediando as relações dos alunos com a sala e ao alimentar as discussões para fornecer o máximo de informações possíveis e viabilizar seus objetivos da melhor maneira possível.

Na segunda etapa foram utilizadas seis aulas, das quais duas foram para realizar a montagem do experimento, que envolvia também o desenvolvimento da programação, e duas aulas para coletarem os dados referentes ao questionamento inicial do professor e realizarem a confecção dos gráficos no Microsoft Excel. Além dessas, mais duas aulas foram usadas para colocarem e estipularem a validade dos modelos, efetuarem possíveis alterações e finalmente apresentarem o modelo final para a classe e o professor.

Em sala de aula foram constituídos nove grupos, sendo que todos os grupos tinham acesso a uma Placa do Arduino, bem como aos sensores, especificamente o LM35 que foi utilizado por todos os grupos.

Os grupos puderam utilizar qualquer material para fazer essa comparação e construção do modelo, contudo apesar de elaborarem inicialmente modelos diferentes, ao apresentarem para a sala eles os modificaram. Discutiremos os modelos confeccionados pelos grupos.

Modelos

Acreditávamos que cada grupo apresentaria um modelo confeccionado diferente dos demais, contudo os grupos acabavam editando os próprios modelos quando o primeiro grupo se apresentava para a sala. Eles achavam que o modelo elaborado por eles estava errado porque estava divergente do que foi apresentado pelo primeiro grupo. E por ventura, ao final, acabavam construindo modelos bem parecidos por acharem que o primeiro estava certo. Destacamos a eles que não existia a construção de um modelo

correto e os restantes incorretos, mas o que precisava ser feito e estipulado era a validade, até onde o modelo elaborado poderia ser usado e em quais condições se encaixava.

As atividades dos ciclos não entravam na composição da nota e média bimestral, e a participação do estudante nelas era livre sem nenhum prejuízo na nota ou na relação professor-aluno. Mesmo sem compor nota, todos os estudantes participaram e trouxeram os termos assinados. As fotografias durante os ciclos também eram apenas para divulgação do estudo e para análise do pesquisador, e apenas eram fotografados os que queriam e se sentiam confortáveis.

Dos nove grupos, e assim nove modelos, todos utilizaram como material para verificar o equilíbrio térmico um pedaço de gelo com aproximadamente vinte gramas e trinta mililitros de água líquida. Eles desenvolveram a programação com a ajuda de bibliotecas embutidas, e utilizaram o sensor LM-35 para monitorar a temperatura até o derretimento total do gelo. Cada grupo estipulou um intervalo de tempo para coleta de dados, e do IDE transferiu-os para o Excel e montaram um gráfico.

Após as análises dos dados e construção dos gráficos, os grupos discutiram os erros de montagem, de coleta e na confecção do modelo, as controvérsias conforme as previsões do que aconteceria e o que ocorreu. Pensaram e anotaram o que poderia ser mudado ou poderia ter sido feito diferente. E finalmente, apresentaram para a turma e para o professor pesquisador as suas conclusões e o modelo final com a validade.

Depois dos ciclos terminados, os estudantes preencheram o questionário final, com perguntas sobre a metodologia, sobre o Arduino e sobre conceitos físicos. As respostas eram livres e eram justamente para compreender a fala do estudante que vivenciou os ciclos de modelagens.

Considerações Parciais

Trata-se de uma pesquisa de um Mestrado Profissional em Ensino, já passamos pela qualificação, mas os dados não foram totalmente analisados e categorizados. Será utilizado a análise de conteúdo de Bardin (2011), que está em desenvolvimento. Iremos apontar aqui algumas considerações em relação ao trabalho.

Houve total participação dos alunos em relação a montagem e elaboração dos modelos, e todos os grupos entregaram os modelos solicitados, bem como participaram das discussões. Em relação ao questionário final os alunos conseguiram conceituar termos físicos que erraram no questionário inicial, conseguiram compreender o uso e aplicação do Arduino e aprovaram a sua prática em sala de aula.

Ocorreu a criação de um grupo composto pelos alunos do segundo ano que utilizaram o Arduino, motores e seus sensores para desenvolver um robô que recolhe lixo dentro do tema sustentabilidade do planeta. Apesar de não ter havido um longo tempo de aplicação do Arduino, foi suficiente para despertar o interesse dos integrantes e desenvolver melhor sua autonomia para que fossem capazes de criar o projeto utilizando o Arduino.

Buscamos desenvolver as seguintes habilidades com os alunos: utilizar conhecimentos prévios, formular questões, elaborar argumentos e o incorporar em sua fala, pesquisar e realizar buscas na literatura existente, levantamento de hipóteses, produzir modelos, estabelecer comunicação entre os integrantes e o restante da sala, formular experimentos, planejar e limitar a veracidade do modelo.

O Arduino oferece diversos pontos positivos: associar a teoria com a prática; usar a tecnologia digital em sala de aula; mostrar que os estudantes possuem facilidade em seu uso e de superação de obstáculos; coleta automatizada e tratamento instantâneo de dados. Contudo temos pontos negativos também: precisa-se de um maior tempo de preparo e

elaboração das atividades para o professor; exige que o professor tenha conhecimentos básicos do Arduino, que tenha acesso a computadores e material (placa, sensores e internet) disponível. Destacamos que o material tem um custo monetário, mas é um dos menores no mercado e pode facilmente ser utilizado em uma escola, sem distinção se é pública ou particular, se é ensino técnico ou apenas ensino médio.

Referências

BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edições 70 Brasil. São Paulo, SP, 2011.

HEIDEMANN, Leonardo Albuquerque; ARAUJO, Ives Solano; VEIT, Eliane Angela. **Ciclos de Modelagem: Uma proposta para integrar atividades baseadas em simulações computacionais e atividades experimentais no ensino de física**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física. V.29, N. Especial 2, pág. 965 – 1007. 2012.

HESTENES, David. **Modeling Methodology for Physics Teachers**. In: International Conference on Undergraduate Physics Education. College Park, United States, pág. 935-958, 1996.

MOREIRA, Marco Antonio. **O que é afinal aprendizagem significativa**. Instituto de Física da UFRGS. Porto Alegre, RS, pág. 1 a 27, abr 2010.

PIETROCOLA, Maurício. **Construção e Realidade: o realismo científico de Mario Bunge e o ensino de ciências através dos modelos**. Investigações em Ensino de Ciências, Porto Alegre, RS, v. 4, n. 3, pág. 213 – 227, set 1999.

MODELING CYCLES: PHYSICS TEACHING RESEARCH

ABSTRACT

Facing the research for new ways to Physics Teaching, this article will contain the Arduino didactic uses, which is open-source prototyping platform and instantaneous instrument for collecting data. Qualitative and action research for second's student high school year. Fixing in the center and put active the students, we have chosen the David's Hestenes modeling cycles, aim to check the potential of Arduino as a digital didactics platform, allows the creative and meaningful learning according Ausubel, that considered the students' previous knowledge and news information was associated with the prior, to be incorporated in the cognitive process. At the same time in the classroom, the subjects of Thermology and Electricity had been introduced the Arduino in three or five people per group, to develop the model using the board. The cycles were based on the model construction for a problem proposed by the teacher, relative to the planning teaching, divided by phases, that will be explain on the article. Occurred total participating, ability development and corrected physics concepts.

Keywords: *Arduino. Teaching. Physics. Modeling.*

Enviado em 10/2017.

Aceito em 01/2018.

DESENVOLVIMENTO DE AMBIENTE OPERACIONAL ROS PARA QUAD-ROTORES

Raphael de Abreu Alves e Silva
Mestrado/IFSP
Tec. Laboratório Elétrica/IFSP

Alexandre Simião Caporali
Doutorado/ USP
Professor/IFSP

RESUMO

O estudo de robôs tem se tornado recorrente no ambiente acadêmico, em setores profissionais e amadores, isto é alavancado pela redução dos custos de componentes e da disponibilidade de ferramentas gratuitas, tais como: ROS; Arduino; e Linux. Um dos grandes obstáculos dessa tarefa de elaborar sistemas robóticos é a integração dos diversos componentes construtivos, estes fabricados por diferentes empresas e com metodologias de uso diversos. Este trabalho visa a elaboração de um sistema operacional utilizando o ambiente de desenvolvimento ROS (*Robot Operating System* – Sistema Operacional para Robôs), o qual propõe a melhora da integração de subsistemas e componentes pertencentes aos robôs. Este ambiente favorece a concepção em diversas frentes concomitantes, mantendo a coesão do sistema. Outro fator fundamental é que ROS é um ambiente gratuito com grande comunidade colaborativa, oferecendo diversos módulos de funcionalidades específicas (operação remota, controle de posição) e exemplos disponíveis para o uso. A maior contribuição desse trabalho é a elaboração de um sistema que possa auxiliar na expansão de tecnologias aplicadas para robôs do tipo quad-rotor, possibilitando avanços mais rápidos e em harmonia com o que tem sido utilizado por outros pesquisadores.

Palavras-chave: Desenvolvimento de sistemas robóticos. Quad-rotor. ROS. Simulador de quad-rotore. Telemetria.

Introdução

Ultimamente, observa-se um crescimento do interesse em robótica nas mais diversas áreas industriais (automobilística, manufatura e espacial). Tem-se utilizado de robôs para substituir homens em locais perigosos, trabalho repetitivo e situações onerosas. Pesquisas dessa área são em equipamentos de plataforma aérea (aviões com asas fixas, dirigíveis, helicópteros, quad-rotore). Cada modelo tem suas vantagens e desvantagens, tornando necessária uma avaliação desses benefícios para a aplicação (BRESCIANI, 2008).

Equipamentos robóticos dependem da utilização de sensores para garantir sua operação, conseguindo assim executar tarefas de maneira precisa e segura, reduzindo riscos e retrabalhos. Devido ao avanço nos estudos dos MEMS (*Micro Electro Mechanical Systems*) Sistemas Micro eletromecânicos, os equipamentos têm seu tamanho

reduzido sistematicamente. Logo, a utilização desses itens tornou-se mais usual e houve aumento na produção, reduzindo custo final (MELO, SALLES e ALMEIDA, 2010).

Devido às mudanças de cenário houve um favorecimento às pesquisas com VANT's (Veículos Aéreos Não Tripulados) de tamanho reduzido, e observou-se crescimento significativo desse segmento, pois foi obtida melhoria na eficiência e precisão. Equipamentos alimentados por bateria, que possuem menor complexidade mecânica e não transportam combustível inflamável, tem sido mais estudados (MELO, SALLES e ALMEIDA, 2010).

Os aeromodelos, também denominados como VANT's, podem operar em situações perigosas, repetitivas, em condições hostis ou de difícil acesso ou onerosas. Observa-se, também, uma grande utilização em atividades civis e entretenimento (BOUABDALLAH; MURRIERI e SIEGWART, 2004);

Ao embarcar periféricos que possibilitam aquisição de imagens, podem ser utilizados como ferramentas no uso de exploração de ambientes, segurança e perseguições (Draganflyer, 2013), redução de custo em filmagens ou fotos panorâmicas (*Perspectives Aerials*, 2013), inspeções de linhas elétricas de difícil acesso, monitoração de animais, plantações e florestas (MELO, SALLES e ALMEIDA, 2010).

Como utilizar componentes diversos que apresentem falta de compatibilidade e integrar subsistemas genéricos concebidos independentemente do sistema no desenvolvimento de robôs do tipo quad-rotor?

Segundo o site da organização responsável pelo ROS (*Robot Operating System – Sistema Operacional para Robôs*), esse sistema é um ambiente flexível para desenvolvimento de códigos computacionais para robôs, uma série de ferramentas, bibliotecas e convenções visando simplificar a tarefa de desenvolver robôs complexos.

Devida à ampla comunidade que foi criada com o objetivo de ser colaborativa, utilizar ROS se torna atraente para realização dessa atividade. Há o benefício de diversas soluções estarem disponíveis, geradas por usuários especialistas de diversos lugares do mundo (DEMARCO; WEST e COLLINS, 2011).

Dessa forma, é possível o desenvolvimento desarticulado de um mesmo robô, tornando o sistema um integrador, possibilitando a adaptação das funcionalidades de um robô sem interferir umas nas outras, assim, mais de uma pessoa pode trabalhar no mesmo projeto, manter a integração e garantir que as atividades não se prejudiquem no resultado final (COUSINS *et al.*, 2010).

Segundo COUSINS *et al.* (2010), compartilhar códigos é uma prática comum atualmente. Busca-se com isso aumento da velocidade de desenvolvimento e permite-se replicar e melhorar os resultados de projetos disponibilizados. Esse é um fator decisivo para o uso de ROS na concepção de quad-rotos. Utilizando-se desse ambiente, pode-se concentrar em inovações pontuais e resolução de problemas específicos ou melhorias.

O objetivo geral deste trabalho é desenvolver um sistema operacional para um VANT genérico, possibilitando a implantação de novas funcionalidades e integração simplificada utilizando o *framework* ROS, linguagem de programação C++ e Linux.

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Implementar comunicação entre o quad-rotor que utiliza myRIO e o computador;

- Implementar comunicação entre o quad-rotor, Arduino e o computador;
- Programar o sistema computacional em ROS que interprete dados recebidos e possa enviar comandos ao quad-rotor;
- Implementar telemetria da plataforma real, possibilitando a validação de experimentos com VANT's.

MEYER *et al.* (2012) propõe que utilizando a ferramentas do ROS um ambiente pode-se desenvolver um ambiente de simulação de quad-rotore. Dessa forma, pode-se obter maior eficiência na concepção de tecnologias que usem VANT's desse tipo. O Gazebo/ROS foi utilizado porque oferece um ambiente confiável para simulação, simula baseado em diversas interações físicas do objeto simulado e possibilita ao usuário modificar parâmetros, um exemplo, as configurações do controlador.

Foi utilizado um modelo 3D desenhado no programa Blender (MEYER *et al.*, 2012), para a simulação geométrica e modelamento matemático para simulação cinemática e dinâmica. Para simulação dos sensores, foram utilizados códigos adicionais externos ao Gazebo, que podem ser ativados ou desativados, conforme a necessidade. Foram realizados experimentos que consistiam de trajetórias e transições de velocidades, tanto no modelo simulado, como no quad-rotor real, onde foi verificado um resultado satisfatório, que repetia o sistema real no ambiente computacional.

GRABE *et al.* (2013) apresentam um sistema para controlar múltiplos VANT's simultaneamente e com comunicação bilateral na operação homem-máquina e máquina-máquina. O TeleKyb (nome dado ao projeto) possui diversos códigos que realizam operações específicas, por exemplo:

- a) *Human Interface*: ambiente de operação do VANT por uma pessoa;
- b) TeleKyb Base: oferece suporte para desenvolvedores de robôs;
- c) TeleKyb Core: oferece uma biblioteca de controladores, estimadores e outras ferramentas;
- d) ROS-Simulink Bridge: Oferece uma ferramenta para conexão do sistema com MATLAB.

Este projeto realizou experimentos e obteve bons resultados apresentando confiabilidade e integrabilidade com projetos diversos.

DUNKLEY *et al.* (2014) propuseram um nanoquad-rotor equipado com uma câmera e transmissão sem fio, comunicando com um computador no solo, o quad-rotor mais leve capaz de gerar imagens com baixo custo, robustez e fácil reconfiguração.

VANT's com peso e dimensões reduzidas têm se mostrado úteis para experimentos em locais onde há pouco espaço e risco de colisão. O projeto é disponibilizado integralmente para reprodução e também oferecidos kits para montagem e utilização.

Utilizou-se ROS no trabalho por ser uma plataforma que favorece o compartilhamento dos resultados e é um ambiente de fácil evolução. A plataforma tem baixo custo, 7 minutos de autonomia de voo e 20 minutos de tempo de recarga e mostrou-se muito resistente a quedas e choques. Através do ROS, é possível fazer telemetria dos estados do quad-rotor, com atraso de 8 ms, ferramenta de visão computacional confiável.

Foram feitos testes de voo com e sem câmera, na plataforma com bons resultados em ambos.

Algumas ferramentas integráveis ao ROS, também importantes no trabalho, serão utilizadas. Gazebo é um ambiente que possibilita simular dinâmica e cinemática dos robôs e comparar resultados com dados reais. Foi utilizado o pacote ROS Hector_quadrotor como ponto de início da concepção do sistema operacional para os quad-rotóres genéricos. Esse projeto apresenta funcionalidades similares aos objetivos que este trabalho almejou e que compactua com o *framework* do ROS de reutilização de código e, também, os objetivos deste trabalho visam complementar esse pacote adicionando novas funções: Telemetria e integração com VANT's reais.

O trabalho progrediu em três etapas: adaptação do pacote Hector_quadrotor às características do projeto; simulação virtual e integração com modelo real. Foi necessário um computador com sistema operacional LINUX para utilizar ROS, Gazebo, rviz e Arduino e outro computador com ambiente Windows para LabVIEW. Um sistema de comunicação sem fio e um protótipo de quad-rotor utilizando myRIO ou Arduino.

Os códigos foram escritos em linguagem de programação C++/ROS. O sistema e seus subsistemas serão programados de maneira independente e foram integrados posteriormente ao ambiente principal. Essa estratégia permitiu o progresso descentralizado, no qual mais de um pesquisador pode trabalhar no projeto ao mesmo tempo. Foram utilizados programas de licença aberta, gratuita ou já adquiridos anteriormente e disponíveis ao grupo de pesquisa, não gerando nenhum novo custo ao projeto. Desejou-se, conforme apresentado na introdução, mostrar que a evolução descentralizada utilizando ROS otimiza o projeto e integração de subsistemas de quad-rotóres.

Novamente, a concepção de plataformas do tipo quad-rotor tem se mostrado um tema recorrente e utilizar um ambiente que auxilia na evolução de robôs se mostra um catalisador deste processo. Em diversos artigos, é exaltado o uso de ROS, e um ambiente de simulação para o desenvolvimento de quad-rotóres (MEYER *et al.*, 2012; DUNKLEY *et al.*, 2014; ALEJO *et al.*, 2014).

Pode ser observado a seguir um esquema de como o sistema foi disposto. O material utilizado foi:

- a) Dois computadores: Um para executar o sistema operacional Linux e sistema ROS e outro com sistema operacional Windows para utilizar o LabVIEW na elaboração da integração entre o sistema ROS e o myRIO utilizado no protótipo;
- b) LabVIEW: Ferramenta para integração do myRIO ao ROS;
- c) ROS *Indigo Igloo*;
- d) Gazebo 2;
- e) Rviz;
- f) Pacotes ROS: Hector_quadrotor, “ROS for LabVIEW Software”, Rosserial e teleop_twist_keyboard;
- g) Roteador: Utilizado para conexão entre o myRIO ou Arduino e o computador com Linux ou Windows;

h) Quad-rotor que utiliza myRIO ou Arduino;

Hector_quadrotor

Foi utilizado o pacote hector_quadrotor como base para o desenvolvimento do sistema utilizado nesse trabalho. Foram identificados os tópicos pelos quais quad-rotor simulado pelo pacote hector_quadrotor se comunicava:

/cmd_vel: Tópico que tem tipo geometry_msgs/Twist. Através dele pôde-se comunicar dados referentes a velocidade angular e linear do quad-rotor. Um exemplo da mensagem pode ser observado a seguir:

```
$ rostopic pub -r 10 /cmd_vel geometry_msgs/Twist '{linear: {x: 1.0,y: 1.0, z: 3.0}, angular: {x: 0.1,y: 0.1,z: 0.1}}'
```

Apesar de existir o tópico /command/twist que seria a opção de comando mais óbvia com configuração idêntica ao /cmd_vel o sistema não respondeu como esperado, sendo necessário o uso do segundo no lugar do primeiro.

Inicialmente, foram desenvolvidos códigos que publicassem nesses tópicos e pudesse ser observada a resposta no sistema. O sensor inercial do quad-rotor deveria ser lido e alimentar o sistema com esses dados colhidos no formato do tópico, de maneira a fazer uma estimativa de posição e estado do VANT e representação no ambiente de simulação. Foram utilizados algoritmos para converter o sinal de orientação, velocidade angular, aceleração linear e altura do sensor para o formato desejado.

Então foi desenvolvido na plataforma myRIO um código que gerou um publicador nos tópicos anteriormente descritos /cmd_vel, /command/pose e com os dados da IMU utilizados pela plataforma no programa LabVIEW. O código foi feito seguindo tutoriais da comunidade (myRIO Publisher, 2015).

Foi desenvolvido na plataforma myRIO um código que gere um leitor do tópico anteriormente descritos /cmd_vel/ de maneira que é possível fazer a operação do quad-rotor pelo computador com sistema ROS no programa LabVIEW, com o código seguindo tutoriais da comunidade (myRIO Subscriber, 2015).

Foi elaborado um código similar ao realizado para os testes utilizando o computador com LabVIEW para embarcar no myRIO e comunicar ao sistema ROS, porém não foi obtido nenhum sucesso e foram observadas as seguintes dificuldades:

- Não foi possível seguir os tutoriais, pois eles não funcionavam como o apresentado;
- Aparentemente, a falta de suporte à ferramenta impossibilitou a busca por soluções para os problemas com os tutoriais apresentados;
- Problemas de comunicação entre o myRIO e o computador com LabVIEW através da WI-FI, que não foi possível ser solucionado, forçando a comunicação somente através do cabo USB;

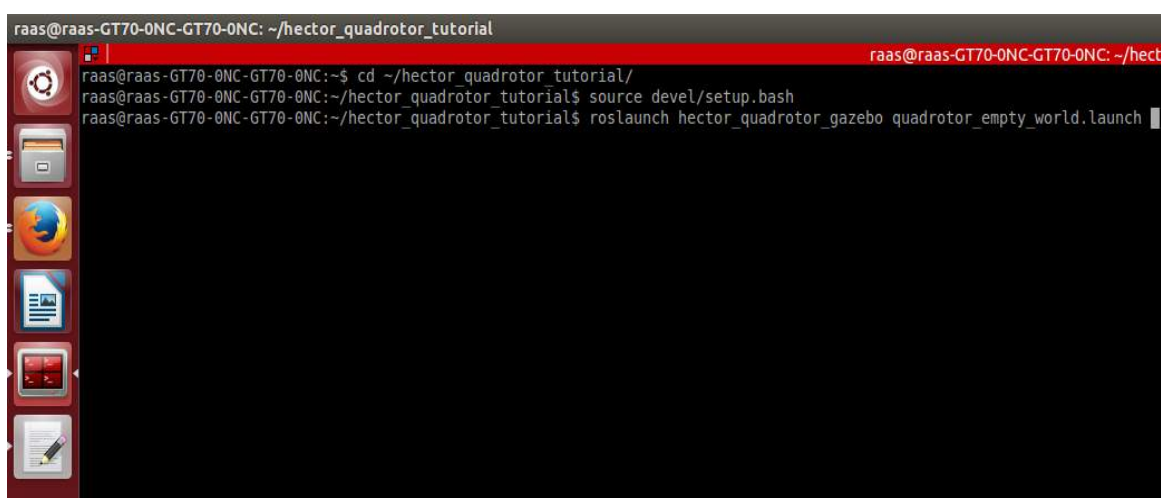
Com a impossibilidade de comunicação entre o myRIO e ROS, não foi possível, durante esse trabalho, integrar um quad-rotor que utilizava a plataforma myRIO ao sistema ROS.

Foram desenvolvidos códigos similares para a plataforma Arduino. Foi utilizada a IDE em Linux para programação reaproveitando porções de códigos de terceiros e orientações sobre utilização de drivers específicos para Arduino e ROS. Os códigos funcionaram no simulador e na placa duemilanove. Na placa Due, entretanto, não foi possível transferir o programa devido a incompatibilidades da IDE e ROS.

Devido às dificuldades encontradas para a comunicação entre as plataformas microcontroladoras e o sistema ROS, não foi possível realizar um teste que obtivesse os dados dos sensores e os enviasse ao sistema ROS, após o tratamento do sinal com filtro apropriado, de forma a visualizar a plataforma real em ambiente virtual de maneira satisfatória.

Testes em ambiente virtual

O sistema que foi desenvolvido durante esse trabalho pode ser acessado utilizando a sequência de linhas de comando abaixo, que inicializam e dão acesso às funcionalidades desenvolvidas; as Figuras 1, 2 e 3 mostram o sistema sendo iniciado no computador.

A screenshot of a Linux terminal window. The window title is 'raas@raas-GT70-0NC-GT70-0NC: ~/hector_quadrotor_tutorial'. The terminal shows the following commands and their outputs:

```
raas@raas-GT70-0NC-GT70-0NC:~$ cd ~/hector_quadrotor_tutorial/
raas@raas-GT70-0NC-GT70-0NC:~/hector_quadrotor_tutorial$ source devel/setup.bash
raas@raas-GT70-0NC-GT70-0NC:~/hector_quadrotor_tutorial$ roslaunch hector_quadrotor_gazebo quadrotor_empty_world.launch
```

The terminal window has a dark background with a red title bar. On the left side, there is a vertical dock with several application icons: a gear, a folder, a globe, a document with a bar chart, a red square, and a document with a pencil.

Figura 1: Tela de inicialização do sistema no terminal.

```
$ cd ~/hector_quadrotor_tutorial/
```

```
$ source devel/setup.bash
```

```
$ roslaunch hector_quadrotor_gazebo quadrotor_empty_world.launch
```

Foi alterado o arquivo de inicialização, adicionando funcionalidades diferentes do padrão (teleoperação, ambiente de simulação simplificado e reproduzidor de trajetórias pré-definidas).

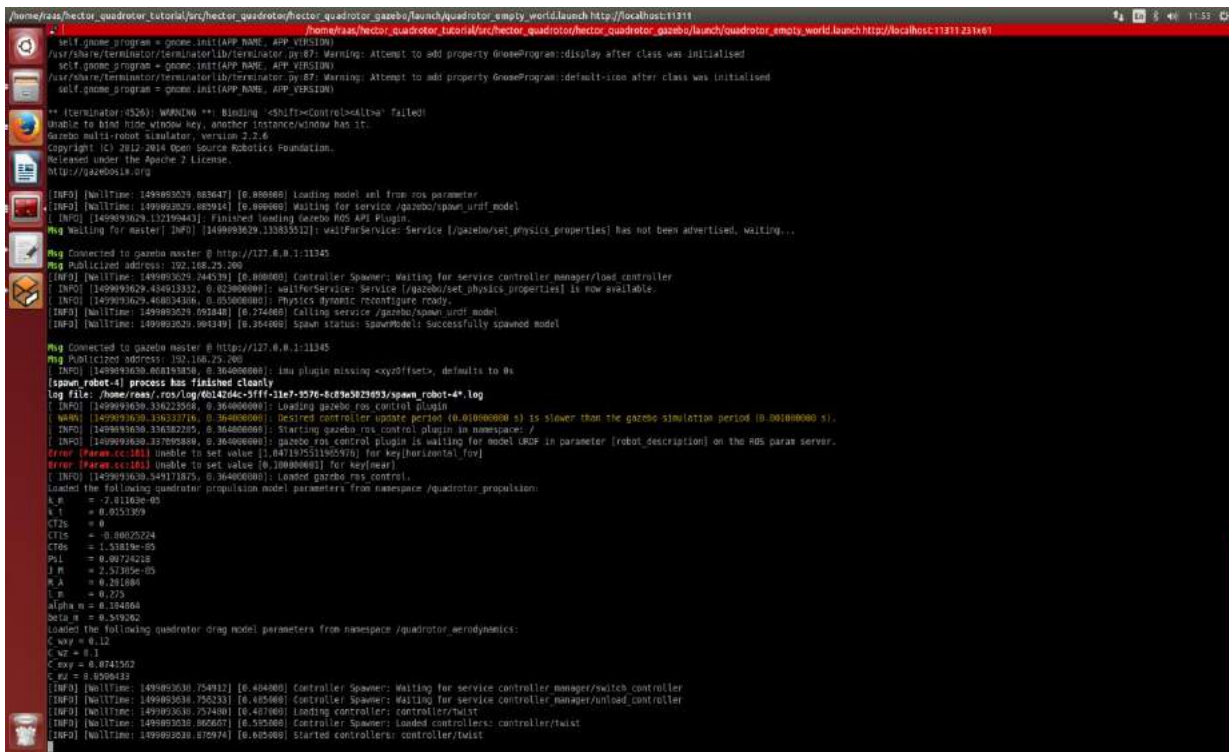


Figura 2: Tela após inicialização do sistema no terminal.

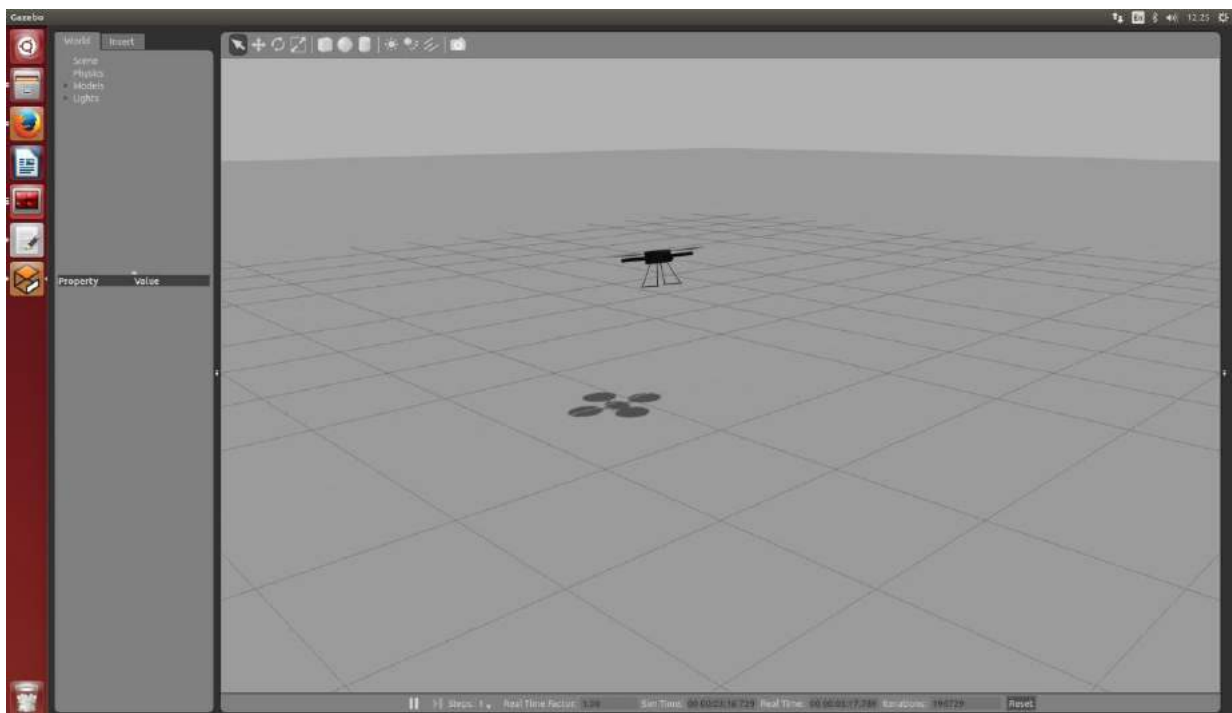


Figura 3: Tela do simulador de voo do quad-rotor.

Foram utilizados pacotes auxiliares para realizar a teleoperação do quad-rotor em ambiente virtual. Foi utilizado o pacote `teleop_twist_keyboard`, que permitiu a operação do quad-rotor pelo teclado do computador e se mostrou uma ferramenta simples e com bons resultados para observação e identificação dos parâmetros desejados do sistema, que pode ser observado na Figura 4.

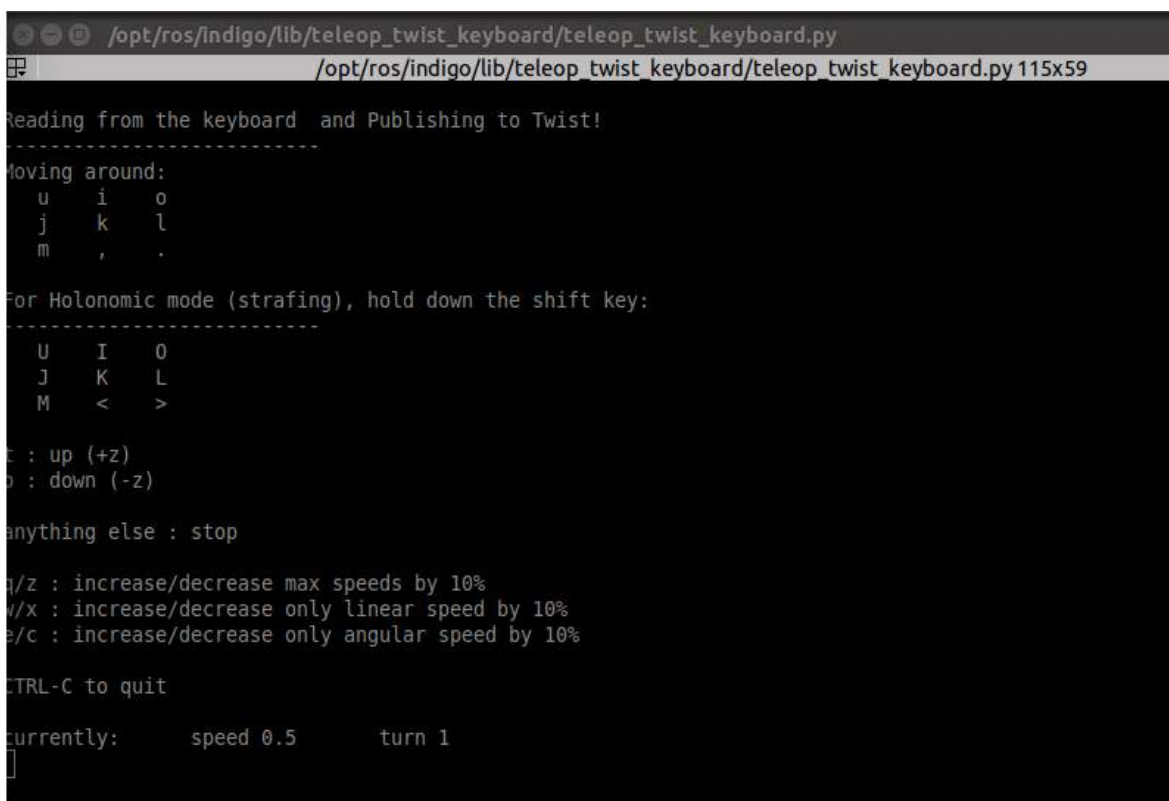


Figura 4: Tela de inicialização do comando de tele-operação por teclado do quad-rotor

Outro pacote, mais complexo que o anterior, utilizado para teleoperação, foi `hector_quadrotor_teleop`, que permite o uso de um controle de Xbox para operação do sistema. Utilizar um controle desse tipo é mais confortável e possibilita uma maior precisão e melhor operação do sistema, que pode ser observado na Figura 5.

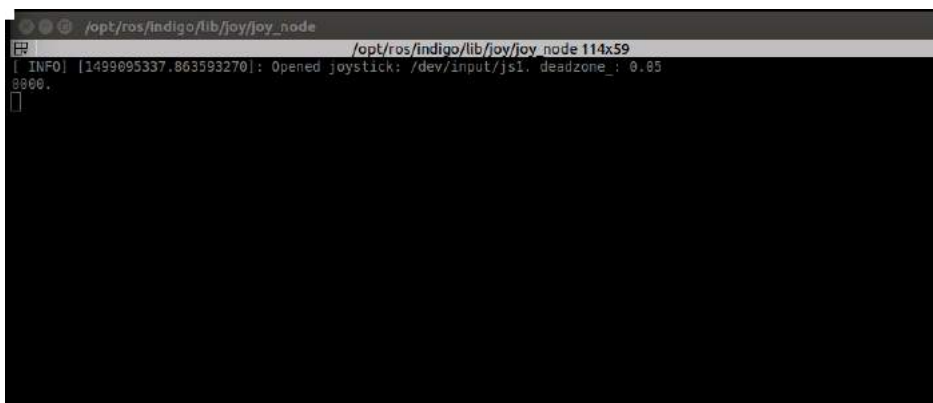


Figura 5: Tela de inicialização do comando de teleoperação por controle de Xbox de quad-rotor.

Foi desenvolvido um código que envia uma rotina de comandos de movimentação, gerando trajetórias para o quad-rotor, com o intuito de observar o sistema operando de maneira autônoma, sem uso dos controles apresentados anteriormente. Foi observada uma boa resposta do sistema a esse tipo de controle, possibilitando o uso de planejadores de trajetória que possam alcançar objetivos estipulados pelo usuário de maneira autônoma; a Figura 6 mostra o sistema sendo iniciado no computador.

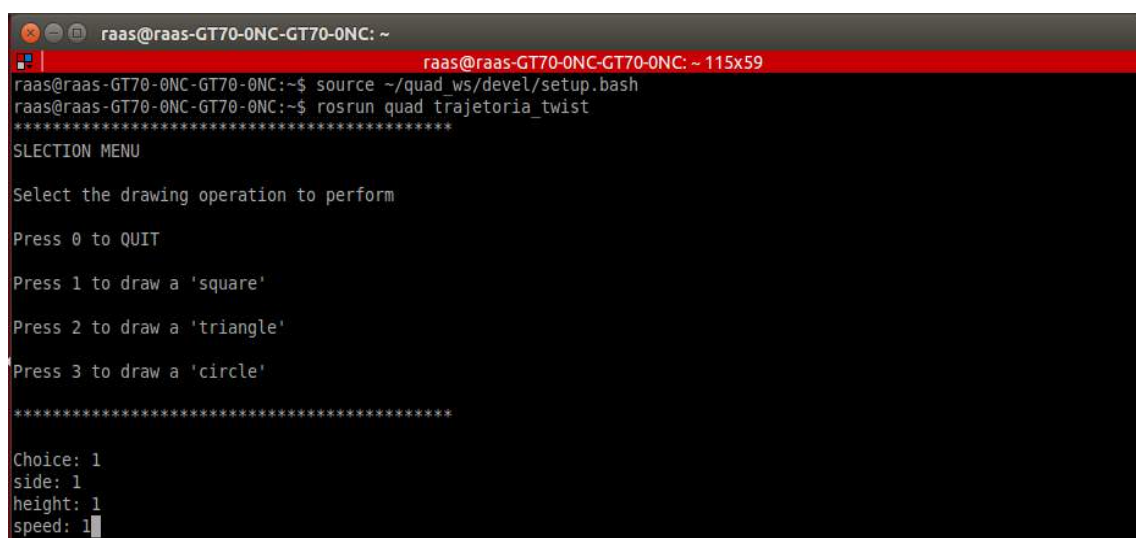


Figura 6: Tela do terminal que inicia programa gerador de trajetórias.

Utilizando a ferramenta disponível para comunicação entre o LabVIEW™ e myRIO com o sistema ROS, foi elaborado um programa que comunicasse as partes. Não foram obtidos os resultados esperados ao utilizar a ferramenta, sendo possível apenas comunicar um computador utilizando LabVIEW™ ao sistema ROS, não sendo possível a conexão entre o myRIO e ROS; o programa utilizado no computador e myRIO pode ser observado nas Figuras 7 e 8.

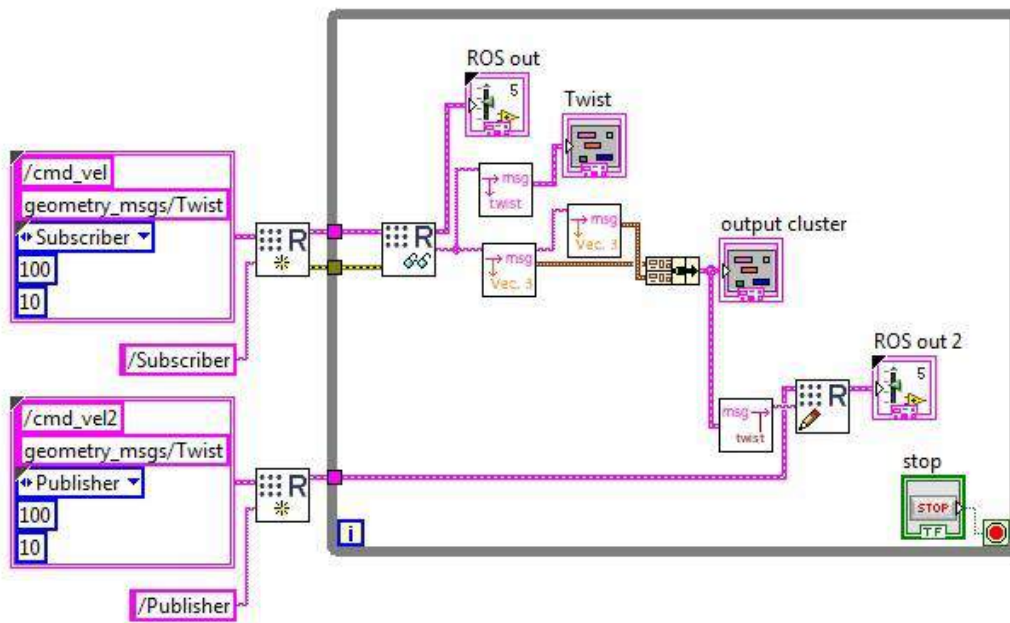


Figura 7: Programa em linguagem de blocos para comunicação entre LabVIEW™ e ROS.

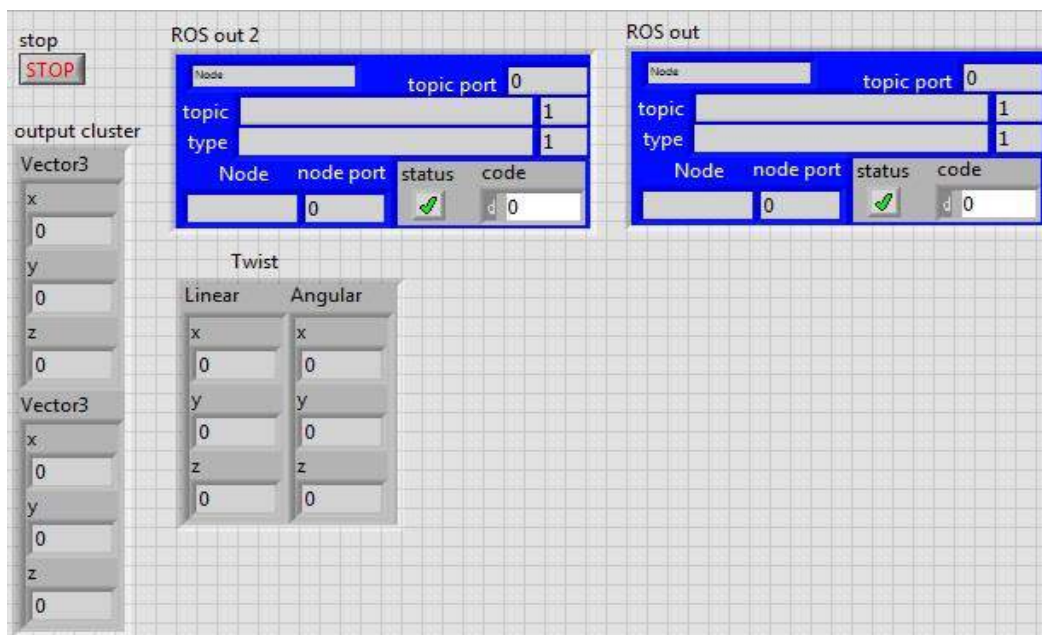


Figura 8: Painel frontal do programa em LabVIEW™ que se comunica com ROS.

Após identificar problemas de comunicação para os quais não foi obtido sucesso em solucioná-los utilizando a plataforma myRIO e LabVIEW, foi proposta como solução para integração a plataforma de prototipagem Arduino com diferentes versões, porém, não foi obtido o resultado esperado, novamente. Foi identificada a falta de compatibilidade da versão Due, por ser uma plataforma com arquitetura interna diferente da maior parte das placas e baixa eficiência do sistema na versão Duemilanove. Não foi possível estabelecer uma comunicação que atendesse às necessidades deste trabalho.

Discussão e conclusão

Durante o processo de desenvolvimento do sistema, foi observada uma grande dificuldade na reutilização do código ROS de terceiros, devido à falta de suporte. Os pacotes de ROS tinham pouca documentação e elevado nível de conhecimento no framework como pré-requisito para o uso. Foi necessária a dedicação da maior parte do tempo disponível para elaboração do trabalho para entender o funcionamento dos pacotes e desenvolver adaptações para o projeto.

Foi necessário identificar por quais caminhos os dados deveriam ser distribuídos e quais seus formatos. Diversos pacotes foram analisados para a escolha final do hector_quadrotor como base para o sistema deste trabalho, devido a uma maior documentação disponível e muitos usuários da comunidade ROS.

Apesar de o pacote hector_quadrotor ter aplicação em sistemas apenas simulados, a integração com um sistema real se mostrou possível, evidenciando a utilidade do pacote para potencializar a concepção de quad-rotores e tecnologias utilizadas nesse tipo de robôs. Através da análise do fluxo dos dados pelos tópicos e a estrutura do sistema pode-se oferecer um sistema de visualização e telemetria para o sistema real e simulação.

Foi necessária a alteração de arquivos de inicialização para carregamento de funcionalidades diferentes do padrão (teleoperação e ambiente de simulação simplificado). Outro desafio foi a integração do sistema ROS que é prioritariamente utilizado em plataforma Linux e o myRIO, que é utilizado principalmente em plataforma Windows. Foi necessária a utilização de um pacote de comunicação do sistema ROS com programas que não são do mesmo framework. Ao mesmo tempo, foi necessário o uso de uma ferramenta no LabVIEW que permitia a comunicação e programação que atendessem ao framework ROS.

Identificamos que a ferramenta disponível para comunicação entre o LabVIEW e myRIO com o sistema ROS não tem mais suporte do desenvolvedor o que dificulta a sua utilização. Não foram obtidos os resultados esperados ao utilizar a ferramenta, sendo possível apenas comunicar um computador utilizando LabVIEW ao sistema ROS.

Como solução para integração, foi utilizada a plataforma de prototipagem Arduino, com diferentes microcontroladores, porém não foi obtido o resultado esperado. Devido à falta de compatibilidade ou baixa eficiência do sistema, não foi possível estabelecer uma comunicação que atendesse às necessidades deste trabalho. Não foi possível realizar a integração entre um quad-rotor genérico e o sistema ROS, devido à falta de tempo para contornar os desafios encontrados com a comunicação entre microcontrolador e sistema ROS.

Foi possível chegar à conclusão, através do desenvolvimento do sistema, que é possível integrar um quad-rotor genérico ao sistema ROS utilizando uma abordagem diferente do que é encontrado na comunidade, utilizando informações do sistema real para alimentar o ambiente virtual e utilizando menos sistemas proprietários e mais aplicações desenvolvidas pelo grupo de trabalho.

O progresso desarticulado de soluções para o sistema foi muito vantajoso, pois possibilitou trabalhar em diferentes partes do projeto sem prejudicar outras. Foi possível gerar códigos com diferentes funcionalidades que, posteriormente, foram integradas ao sistema, devido à metodologia do framework ROS.

Foram aproveitados códigos de terceiros, disponibilizados pela comunidade. Empregar porções ou integralmente esses códigos não foi uma tarefa trivial, devido à dificuldade de interpretar e usar códigos com nenhuma ou pouca documentação clara, porém, mostrou-se uma grande vantagem utilizá-los, após dominar a metodologia do framework e a grande quantidade disponível para adaptação.

Foi empregado o ambiente de simulação do pacote `hector_quadrotor`, que se mostrou adequado para o projeto. Foi possível, nesse ambiente, testar um simulador de trajetórias e sistemas de teleoperação. Quando integrado com o microcontrolador Arduino duemilanove, funcionou de maneira pouco satisfatória, devido às distorções de trajetória oriundas dos atrasos na comunicação.

Foram utilizadas no projeto as plataformas Linux (Ubuntu), Windows 7, LabVIEW 14, Arduino, myRIO e ROS. A utilização das diversas plataformas se mostrou uma grande vantagem do framework, possibilitando a utilização de diversas ferramentas e possível integração entre elas. Foi identificado que as ferramentas disponíveis para utilizar o LabVIEW e myRIO não apresentam suporte do desenvolvedor e não apresentaram boas perspectivas de uso futuro. As outras plataformas têm diversas aplicações disponíveis e boa compatibilidade.

Pode-se observar uma boa aplicação dos pacotes de teleoperação e utilizá-los torna o sistema mais relevante, oferecendo a possibilidade de utilizar diversos meios para gerar comandos de movimentação através de teclado, joystick e rotinas geradas por códigos que geram uma sequência de comandos no sistema.

Foi alcançado o objetivo de criar um sistema operacional para quad-rotor genéricos, utilizando porções ou integralmente códigos disponibilizados pela comunidade e adicionando códigos gerados pelo autor. Após vencida a barreira de interpretação dos códigos de terceiros e do método oferecido pelo framework, foi observado que esse ambiente pode facilitar as pesquisas futuras com quad-rotor, dando um direcionamento para evolução de novas aplicações para quad-rotor.

Devido à limitação de tempo, não foi possível uma integração com um protótipo de quad-rotor genérico real, mas é uma possibilidade plausível que, após a solução de problemas de comunicação entre a plataforma de microcontrolador utilizada e o sistema ROS, poderá ser alcançada.

Entre os programas de computador utilizados apenas o LabVIEW não era open source. Porém, foi utilizada a licença que é oferecida junto ao myRIO. Logo, não foi gerado custo extra. Os equipamentos utilizados já estavam disponíveis, o que fez o projeto não ter gerado ônus financeiro, mostrando que o progresso tem baixo investimento inicial e uma perspectiva de baixo orçamento necessário para futuros projetos que derem prosseguimento a esse sistema.

Diante disso, conclui-se que o desenvolvimento do sistema operacional ROS para quad-rotor genéricos proposto por este trabalho necessita de um extenso período de aprendizado e análise de códigos para reutilização. Vencida essa etapa, reduz-se o tempo

necessário para projetar e executar novos protótipos e aplicações de quad-rotorez indicando que sua aplicação é ideal quando é prevista a continuação do trabalho, desta forma, diminui-se o tempo de desenvolvimento. Introduce custo mínimo para o projeto viabilizando a utilização deste e podendo potencializar o estudo de VANT's, oferecendo um ambiente desarticulado de concepção, porém, com integração amigável através do framework ROS.

Referências

- ALEJO, D. *et al.* **Optimal Reciprocal Collision Avoidance with mobile and static obstacles for multi-UAV systems**. 2014 International Conference on Unmanned Aircraft Systems, ICUAS 2014 - Conference Proceedings, p. 1259–1266, 2014.
- BOUABDALLAH, S.; MURRIERI, P.; SIEGWART, R. **Design and control of an indoor micro quadrotor**. IEEE International Conference on Robotics and Automation, 2004. Proceedings. ICRA '04. 2004, v. 5, n. April, p. 4393–4398, 2004.
- BRESCIANI, T. Modelling , **Identification and Control of a Quadrotor Helicopter**. English, v. 4, n. October, p. 213, 2008.
- COUSINS, S. *et al.* **Sharing software with ROS**. IEEE Robotics and Automation Magazine, v. 17, n. 2, p. 12–14, 2010.
- DEMARCO, K.; WEST, M. E.; COLLINS, T. R. **An implementation of ROS on the Yellowfin autonomous underwater vehicle (AUV)**. Oceans 2011, p. 1–7, 2011.
- DUNKLEY, O. *et al.* **Visual-Inertial Navigation for a Camera-Equipped 25 g Nano-Quadrotor**. IROS2014 Aerial Open Source Robotics Workshop, p. 4–5, 2014.
- GAZEBO. Disponível em: www.gazebosim.org. Acesso em: 02 de maio de 2016.
- GRABE, V. *et al.* **The TeleKyb framework for a modular and extendible ROS-based quadrotor control**. 2013 European Conference on Mobile Robots, ECMR 2013 - Conference Proceedings, p. 19–25, 2013.
- MARTINEZ, A.; FERNÁNDEZ, E. **Learning ROS for Robotics Programming**. Packt Publishing 2013.
- MELO, SALLES E ALMEIDA, 2010. **Implementação De Uma Aeronave Miniatura Semiautônoma Com Quatro Propulsores Como Plataforma De Desenvolvimento**. XVIII Congresso Brasileiro de Automática - CBA, p. 1805 – 1810, 2010.
- MEYER, J. *et al.* **Comprehensive simulation of quadrotor UAVs using ROS and Gazebo**. Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics), v. 7628 LNAI, p. 400–411, 2012.
- O'KANE, Jason M. **A Gentle Introduction to ROS**. 2014.
- ROS, **About ROS**. 2015. Disponível em: <http://www.ros.org/about-ros/>. Última visita: 09 jan 2016.

DEVELOPMENT OF AN OPERATIONAL SYSTEM ROS FOR QUADCOPTERS

ABSTRACT

The study of robots has become recurrent in the academic environment, in professional and hobbyist sectors, this is leveraged by component costs decreasing and the availability of free tools such as: ROS; Arduino; and Linux. One of the greatest obstacles of the robotic system development task is the integration of the several constructive components, these manufactured by different companies and with diverse methodologies of use. This work aims at the elaboration of an operating system using the development framework ROS (Robot Operating System), which proposes the integration's improvement of subsystems and components belonging to robots. This environment favors design on several concomitant fronts, maintaining the system's cohesion. Another key factor is that ROS is a free environment with a large collaborative community, offering several modules of specific functionalities (e.g. remote operation, position control) and examples available for use. The main contribution of this work is the elaboration of a system that can aid in the expansion of technologies applied to quad-rotor type robots, allowing faster advances and in harmony with what has been used by other researchers.

Keywords: Robot systems development. Quadcopter. ROS. Quadcopter simulator. Telemetry

**Enviado em: 10/2017.
Aceito em 01/2018.**

A EDUCAÇÃO POPULAR: UMA POSSIBILIDADE DE EMANCIPAÇÃO DO SUJEITO ⁴

Daniela Pereira Neto de Queiroz⁵
Mestranda/UNINOVE

William Vinicius Pinto⁶
Mestrando/UNINOVE

Isabella Delcorso Cury de Mello⁷
Mestranda/UNINOVE

RESUMO

O presente trabalho, de caráter teórico, tem o objetivo de relacionar a Educação Popular (EP) e as problemáticas sociais, mostrando como a EP pode ser um meio de se superar questões de caráter social e que ainda expresse situações de desumanização, a fim de demonstrar possíveis meios na educação para a emancipação do sujeito, o munindo com conhecimentos que possibilitam enfrentar a desigualdade social de forma crítica. Cabe ressaltar que este estudo ainda não é um tema esgotado e, sendo assim, é necessário fazer um levantamento mais aprofundado, pois é um assunto de grande importância na área da educação e de responsabilidade social.

Palavras-chave: Educação popular (EP). Desigualdade social. Emancipação.

Introdução

Desafios são colocados à mesa, quando a questão social e a educação popular (EP) são interligadas, pois, é preciso mais pesquisas com esta proposta, na intenção de alcançar respostas que mudem esse quadro de desigualdade social e na educação. Este trabalho é uma reflexão acerca das problemáticas educacionais da classe popular e a questão social, buscando embasamento na literatura sobre a EP poder ser uma intervenção eficaz para o enfrentamento dessa questão. A intenção do trabalho, não é de forma alguma trazer o tema a sua exaustão, mas sim, contribuir para que mais pesquisadores possam refletir sobre essa temática, que é uma problemática a ser tratada com atenção, pois a questão social gera conflitos não somente no âmbito educacional, mas na vida do indivíduo como um todo, envolvendo questões sociais, culturais e econômicas, e como vários autores da literatura acreditam, a EP pode tratar a questão social, pois quando o sujeito começa a ler o mundo através dos seus olhos, esse é o primeiro passo para uma mudança de vida e escolha de seu lugar no mundo.

⁴ As reflexões que permeiam o estudo são de caráter ensaístico, com recurso bibliográfico, e se trata de atividade de extensão.

⁵ E-mail: danielapereiraneto@gmail.com

⁶ E-mail: will_vinicius@hotmail.com

⁷ E-mail: isabelladelcorso@gmail.com

Desta forma, se acredita que as desigualdades enfrentadas na atual sociedade capitalista necessitam ser superadas, visto que uma grande parcela da população passa por constantes situações e processos de desumanização. Tal superação pode ocorrer por meio de uma EP que visa a emancipação do homem, e o entende enquanto protagonista de sua história, pois compreende que o mesmo é constituído de sentidos e significados, transformador de suas ideias e de suas ações no mundo.

O campo da educação social é amplo e engloba a educação escolar e a não-escolar, a educação formal, a não formal e a informal. Segundo Gadotti (2012), existe uma diversidade de práticas educativas no campo da educação social, sendo algumas das possibilidades, educação cidadã, educação para o trabalho, educação para os direitos humanos, educação nas prisões, educação na cidade, educação política, dentre outras, estando todas diretamente interligadas através do compromisso ético-político com a sociedade em prol da construção de outro mundo possível.

(...) o criador da escola do povo, da escola popular, não em sentido puramente caritativo, senão com espírito social. A família é para ele, o núcleo primordial do qual surgem as demais instituições sociais. Mas a família não é suficiente como agente educador; necessita do complemento da escola e das demais instituições educacionais, que representam o meio vital social no qual cumpre educar a criança (LUZURIAGA, 1984, p. 175)

De acordo com Pinto (2017), os desígnios descritos nas diversas obras da teoria Freiriana, cabe destacar que na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN) torna clara a existência de contextos educativos realizados fora da comunidade escolar, onde ocorrem ações educativas que contribuem para emancipação dos sujeitos, principalmente, aqueles em situação de opressão, sendo essas ações articuladas, levando em consideração o legado trazido pela Pedagogia Social e, ou, Educação Popular, especificamente, a desenvolvida a partir de 1970, tomando por base a influência do educador Paulo Freire.

Segundo Silva (2007) as ações educativas enquanto fundamentos teóricos e metodológicos presentes na educação popular podem contribuir para o rompimento de uma sociedade marcada por processos de dominação e exclusão, nos diferentes contextos, tais como:

[...] educação social está indissociavelmente vinculado ao de exclusão [...]. É como uma resposta afirmativa e adequada que a educação social emerge no debate sobre: Que educação oferecer aos milhares de crianças, adolescentes e adultos excluídos da e na escola; do e no emprego; da e na terra; das e nas instituições sociais? Seriam os educadores formados por instituições regulares de ensino, dentro dos princípios, objetivos, conteúdos e métodos tradicionalmente direcionados aos incluídos, os mais preparados para educar os que experimentam as situações de exclusão social? (RIBEIRO, 2006, p. 160).

Segundo Freire (1979), o homem é indiferente à miséria do outro, não tendo empatia, para além de justificar que o ocorrido é algo predestinado, e que nada será capaz de o tirar destas condições. A opressão e a miséria não podem ser entendidas

como uma fatalidade, mas sim, um problema social que pode ser superado por meio da educação.

Mas, para tanto, é preciso uma educação humanizadora, que visa superar a naturalização de contradições sociais, os processos de alienação e os padrões dominantes da sociedade capitalista, para que assim seja alcançada uma libertação da sociedade e, conseqüentemente, dessas formas injustas e indignas de viver. Esta situação pode ser superada quando não se aplica uma *educação bancária*, mas sim uma educação dialógica, onde a realidade e a cultura do sujeito é valorizada (FREIRE, 1987).

Zanella (2011), que corrobora com a teoria Freiriana, destaca que a educação social é fundamentada nos ideais marxistas e tem como finalidade a superação das desigualdades sociais por meio de uma pedagogia centrada no desenvolvimento da autonomia, da emancipação de segmentos tais como: pessoa em situação de rua, crianças e adolescentes em situação de drogadição, apenados, dentre outros.

Segundo Silva (2012), educação social e Pedagogia Social não são sinônimos, não são dicotômicas e nem mesmo contraditórias, apenas ocorrem em espaços e contextos distintos, sendo uma complementar à outra. Para o autor, há quatro campos de domínio nas discussões sobre a educação social no Brasil:

Domínio sociocultural tem como áreas de conhecimento as manifestações do espírito humano expressas por meio dos sentidos, tais como as artes, a cultura, a música, a dança e o esporte em suas múltiplas manifestações e modalidades[...]. Domínio sociopedagógico tem como áreas de conhecimento a Infância, Adolescência, Juventude e Terceira Idade. A intervenção sociopedagógica neste domínio tem como objetivo principal o desenvolvimento de habilidades e competências sociais que permitam às pessoas a ruptura e superação das condições de marginalidade, violência e pobreza que caracterizam sua exclusão social [...]. Domínio sociopolítico tem como áreas de conhecimento os processos sociais e políticos expressos, por exemplo, na forma de participação, protagonismo, associativismo, cooperativismo, empreendedorismo, geração de renda e gestão social [...]. Domínio epistemológico tem como áreas de concentração os processos inventivos e criativos originários do exercício das faculdades mentais humanas, notadamente a pesquisa, a ciência e a tecnologia enquanto meios para alargar a compreensão humana sobre os processos que o próprio ser humano desencadeia [...]. (SILVA, 2012, p. 155-178)

Iamamoto (2009), nos afirma que a “igualdade jurídica dos cidadãos livres é inseparável da desigualdade econômica”, é necessário dar instrumentos para os excluídos da sociedade ter acesso à educação para ao menos ter escolha para uma mudança de vida. E ainda segundo a autora as questões sociais são o:

[...]conjunto das expressões das desigualdades sociais engendradas na sociedade capitalista madura, impensáveis sem a intermediação do Estado Tem sua gênese no caráter coletivo da produção, contraposto à apropriação privada da própria atividade humana – o trabalho -, das condições necessárias à sua realização, assim como de seus frutos (IAMAMOTO, 2001, p. 16).

A partir da afirmação da autora é possível concluir que as desigualdades sociais se dão por um processo conhecido desde Marx: a relação desarmoniosa entre capital e trabalho, e que muito dos problemas na vida de um indivíduo são gerados por sua condição social. Sobre isso, Paludo (2015) afirma que: “a educação nasceu juntamente com o ser social e constitui-se em elemento fundamental e mediação necessária ao processo de reprodução econômica e sociocultural”. Ou seja, segundo a literatura, a educação é uma intervenção eficaz para que se possa enfrentar as desigualdades em todos os âmbitos. Neste sentido encontra-se a definição de Libâneo:

Educação compreende o conjunto dos processos, influências, estruturas e ações que intervêm no desenvolvimento humano de indivíduos e grupos na sua relação ativa com o meio natural e social, num determinado contexto de relações entre grupos e classes sociais, visando à formação do ser humano. A educação é, assim, uma prática humana, uma prática social, que modifica os seres humanos nos seus estados físicos, mentais, espirituais, culturais, que dá uma configuração à nossa existência humana individual e grupal (LIBÂNEO, 2001, p. 7).

Quando nos referimos à EP e à inclusão social, não há como não pensar nos preceitos educacionais de Paulo Freire, pois esses temas são indissociáveis da metodologia freiriana. Freire foi o percussor de uma educação transformadora e crítica, a qual valoriza o saber popular historicamente construídos pelo homem, e considera cada sujeito como protagonista de sua própria história, se contrapondo, assim, aos padrões dominantes da educação erudita. Freire e Nogueira (1993) nos dizem o que pensam sobre EP:

Entendo a educação popular como o esforço da mobilização, organização e capacitação das classes populares; capacitação científica e técnica. Entendo que esse esforço não se esquece, que é preciso poder, ou seja, é preciso transformar essa organização do poder burguês que está aí, para que se possa fazer escola de outro jeito. Em uma primeira definição, eu aprendo desse jeito (FREIRE E NOGUEIRA, 1993).

Maciel (2011) nos afirma que a EP é uma maneira para o sujeito historicamente excluído se emancipar e se libertar, que por meio desta educação que leva em consideração a história de vida do indivíduo, este pode se libertar da alienação que a sociedade de padrões hegemônicos impõe. A autora se baseia na pedagogia freiriana para sintetizar a EP, pois segundo ela “Freire revela uma defesa pedagógica baseada na atividade direta com as classes populares e na defesa de sua necessidade de emancipação social”.

A pedagogia freiriana é síntese da teorização implícita na prática de Educação Popular. Ela traz a consideração do conhecimento como possibilidade de superação de relações verticais contraditórias e de modelos mecanicistas de análise da realidade social e implantação de propostas que indiquem esperança e a necessidade de mudança.

A partir da proposta freiriana, educadores e educadoras, grupos de movimentos sociais e escolas têm desenvolvido uma ação de Educação Popular. Os elementos defendidos por Freire configuram a teorização destas práticas. Elementos esquematizados e organizados a partir de considerações próprias e reinterpretação ou inovação de teorias existentes. Com práticas elaboradas na experiência do povo excluído, a

partir de diálogo experienciado na ação militante de libertação, Freire revela uma defesa pedagógica baseada na atividade direta com as classes populares e na defesa de sua necessidade de emancipação social (MACIEL, 2011).

Desta forma, objetivou analisar a relação entre a questão social e a EP, a fim de encontrar possíveis meios na educação para a emancipação do sujeito, o munido com conhecimentos que o possibilite enfrentar a desigualdade social.

Segundo Andrade (2015), a dignidade humana para a classe dominante não tem valor algum, tudo gira em torno do capital, pois “tudo é transformado em mercadoria, em poder de compra, e de venda, os opressores acreditam que tudo possui um preço, cada vez mais barato, inclusive a dignidade humana”. Ainda segundo o autor a única medida para tudo é o dinheiro, o que desqualifica o homem, e engradece o que é material, pois o “(...) dinheiro, na relação de opressão, é compreendido como a medida de todas as coisas, e o lucro a finalidade” (ANDRADE, 2015).

A Educação Popular (EP) como ferramenta na emancipação

Segundo Tadei (2012), podemos entender que EP é uma educação feita pelo povo, com o povo e para o povo, e é fruto das vivências dos sujeitos que tiveram experiências concretas ao longo da vida, e que essas experiências podem se configurar positivamente em sua comunidade por meio da EP. Nos afirma Silva (2016) que “a educação popular no contexto da questão social pode contribuir para, entre outros aspectos, unir perspectivas de análise e intervenção de caráter crítico”. Para a autora a EP é um meio de se dar uma maior atenção às desigualdades sociais e conseguir enfrentá-las. Ainda segundo a autora “é possível afirmar que a educação popular no Brasil está muito vinculada à práticas e experiências junto às classes populares, em espaços, muitas vezes não formais como fábricas, campo, igrejas, entre outros”, o que afirma o que Tadei (2012) acredita, que é do povo para o povo, pois como já foi dito, a EP é aquela que se concebe por meio da vivência e de experiências do indivíduo, dando o devido valor dele como sujeito e protagonista de sua história.

Brandão (2002) reflete sobre “quatro posturas visíveis quando se trata de refletirmos a respeito da educação popular”:

A primeira postura está relacionada à não legitimação da EP, como se fosse uma educação que não tem valor científico, primitiva, sem muito aprofundamento, apenas por se tratar de um saber não-hegemônico.

Sobre a segunda postura, o autor descreve que ela “está ligada à importância do viés cultural da educação popular”, que a EP tem um caráter mais social do que no sentido de educação propriamente dito.

Na terceira postura, Brandão explicita sobre a EP “como um fenômeno datado na história da educação”, onde Paulo Freire virou referência, construindo a EP com os projetos de alfabetização da EJA.

A quarta postura é que a EP não foi apenas uma experiência, mas um processo que ainda faz parte de todos nós (BRANDÃO, 2002, p.142). Brandão ainda considera que a EP não pode ser considerada:

[...] algo realizado como um acontecimento situado e datado, caracterizado por um esforço de ampliação do sentido do trabalho pedagógico a novas dimensões culturais, e a um vínculo entre a ação

cultural e a prática política. A educação popular foi e prossegue sendo uma sequência de ideias e de propostas de um estilo de educação em que tais vínculos são reestabelecidos em diferentes momentos da história, tendo como foco de sua vocação um compromisso de ida – e – volta nas relações pedagógicas de teor político realizadas através de um trabalho cultural estendido a sujeitos das classes populares compreendidos como não beneficiários tardios de um “serviço”, mas como protagonistas emergentes de um “processo” (BRANDÃO, 2002, pp.141-142).

Desta forma, a EP é uma forma de educação que considera o momento histórico, as culturas, as contradições sociais vividas pelo povo, com a intenção de fazer os indivíduos das classes populares protagonistas de suas vidas, adquirindo um olhar crítico sobre o seu lugar no mundo, isso é o que a difere da educação dominante e hegemônica, tida como correta, que é pautada em um currículo de caráter erudito e eurocêntrico, não levando em consideração as diferenças de cada público que terá acesso a esse conteúdo.

Autores como Silva, (2007), acreditam que o currículo pode ser uma forma de dominação e alienação, assim, a educação quando não contextualizada, não desenvolve o senso crítico do aluno, não revelando a ele a sua realidade com outros olhos e a problematizando-a, mas apenas inserindo conteúdo sem significados ao discente.

[...] no âmbito escolar, o currículo pode constituir-se como o principal mecanismo de manipulação e alienação das massas. Isso através do estabelecimento de conhecimentos, competências, comportamentos e valores que, representando uma única visão de mundo e da legitimação de seu poder perante as classes subalternas (SILVA, 2007).

32

Há de se ponderar a importância de valorizar os conhecimentos tradicionais na escola (KOVALSKI & OBARA 2013), deve ser dada a devida importância ao conhecimento empírico trazidos dos estudantes. Segundo Paulo Freire (1996) “ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua produção ou a sua construção”. É importante essa troca de saberes, respeitando e dando o valor ao conhecimento do aluno e assim construindo juntos, discente e docente, algo novo. Por esse motivo, muitos autores acreditam que há necessidade de criar uma educação contextualizada e não bancária, como diria Freire (1987), mas ainda é encontrado esse tipo de educação que não contextualiza os problemas cotidianos do aluno e que tem o professor como mero transmissor de conteúdo (MUENCHEN, 2011; DELIZOICOV, et al. 2011), em vez de ser uma troca entre professor e aluno, pois ninguém é vazio de conhecimento, todos, independentemente da sua idade ou classe social, têm saberes que podem ser um diferencial na hora da aprendizagem, assim, a partir desses saberes trazer o cotidiano do aluno para a sala de aula, transformando o discente em um estudante crítico e dessa maneira, emancipado.

Torna-se importante salientar que os temas devem propiciar, segundo Muenchen (2011) e Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011), significado aos educandos, podendo, deste modo, estar atrelados as demandas sociais, culturais e econômicas da localidade destes. Isso porque, de acordo com Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011), temas associados com o contexto social, econômico e cultural vivenciados pelos alunos podem contribuir para despertar o interesse

destes em buscar novos conhecimentos e ampliar os já existentes.
(PANIZ, 2015)

A Abordagem temática: Conteúdos significativos geram pensamento crítico

Sob esse enfoque, as escolhas dos conteúdos das aulas são realizadas a partir de assuntos identificados na realidade do discente, por este motivo Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011), nomearam essa dinâmica de *abordagem temática*. Quando se faz a investigação para a seleção dos temas, se leva em consideração as situações que têm significado e são vivenciadas pelo estudante, abordar assuntos que fazem parte da sua vida social, cultural, econômica, de modo a abranger temas que refletem situações de desumanização e injustiça que o aluno vem a sofrer, desta maneira, o fazendo refletir e tomar consciência de forma crítica sobre tal situação, pois apenas tomando consciência de sua condição é possível se posicionar para uma mudança de vida (FURLAN et al, 2011, p.3). Cada situação da vida investigada do cotidiano do discente irá estabelecer uma situação problema que podemos denominar temas geradores.

O tema gerador gerará um conteúdo programático a ser estudado e debatido, não só como um conteúdo insípido e através do qual se pretende iniciar o aluno ao raciocínio científico; não um conteúdo determinado a partir da ordenação dos livros textos e dos programas oficiais, mas como um dos instrumentos que tornam possível ao aluno uma compreensão do seu meio natural e social (Delizoicov, 1982, p. 11).

Os temas geradores farão a ligação entre a vida cotidiana do aluno com o conteúdo a ser abordado na disciplina, desta maneira, trazendo sentido real ao assunto tratado, não sendo apenas um tema a ser decorado, mas sim, resolvendo problemáticas reais, o que incentiva o senso crítico do aluno, o levando ao caminho da emancipação.

[...] a educação libertadora tem, como pressuposto, o questionamento radical das relações dos homens entre si e deles com o mundo em que vivem, criando oportunidades para um processo de desvelamento do mundo tendo como objetivo último a transformação social, entendendo que a educação não é a garantia das transformações sociais, mas que as transformações são impossíveis sem ela, sem uma visão crítica da realidade (TOZONI, 2006).

A partir da visão freiriana da autora acima, é possível perceber que quando um aluno aprende segundo a sua própria perspectiva de mundo, esse fato pode se reverter em transformação social, não sendo garantida esta transformação, mas sendo impossível uma transformação de consciência e emancipação sem a visão crítica do mundo em que ele vive. Por isso os temas geradores são importantes nesse processo, pois eles trazem a bagagem que o aluno tem de mundo para dentro da sala de aula e o faz problematizar os assuntos ocorridos em sua comunidade.

Os temas geradores foram inicialmente utilizados por Freire (1985), com os jovens e adultos na alfabetização, para o autor, não fazia sentido o indivíduo saber ler palavras se ainda não conseguiu ler seu próprio mundo, num sentido social e político: "a leitura do mundo precede sempre a leitura da palavra e a leitura desta implica sempre a continuidade da leitura daquele", por este motivo Freire criou círculos de cultura e captava temas

geradores, para que houvesse antes da alfabetização do aluno uma visão lúcida de sua própria realidade.

Com essa dinâmica, Delizoicov (1982,1983) teve a intenção de trazer a didática de Paulo Freire para o meio formal de educação, que pode ser assim entendida:

Problematização Inicial: Neste momento é apresentado ao aluno questões do seu cotidiano que tenham relação com o tema que está sendo abordado na disciplina, e os alunos expõem suas concepções sobre tal problemática, deste modo o professor conhece os discentes e o modo como eles pensam.

Organização do conhecimento: Neste momento o professor que já colheu dados sobre o que os alunos sabem previamente sobre o tema a ser estudado, começa a aplicar o conteúdo da disciplina com base no que os alunos sabem, assim, o mundo de ferramentas necessárias para ele entender o tema da problematização.

Aplicação do Conhecimento: Neste momento o professor que já colheu informações prévias do aluno, já fez a conexão do seu cotidiano com o tema a ser abordado, e agora vai abordar a matéria a fundo, e neste momento, o aluno que já está com um olhar crítico sobre o tema, consegue compreender não apenas o tema que foi incitado inicialmente, mas também agora consegue conectar com outras questões, compreendendo de forma mais significativa a disciplina num todo.

A abordagem temática freiriana, pode ser uma alternativa na EP. Esta abordagem é uma dinâmica que possibilita a execução de ações pedagógicas, por meio de temas geradores que são baseados nas problemáticas vividas no cotidiano do sujeito. Após a sistematização dos temas geradores, são organizados os *Momentos* pedagógicos: Problematização Inicial; Organização do Conhecimento e Aplicação do Conhecimento (DELIZOICOV et al, 2011). Esta é uma aplicação dialógica, em que a cultura e o conhecimento do sujeito são respeitados, o que possibilita que o mesmo supere a desigualdade social, pois desenvolve o pensamento crítico, o que o faz se tornar consciente de suas condições, e assim viabiliza a tomada de decisão consciente, tornando-o protagonista de sua própria história, ou seja, um sujeito emancipado.

Conclusão

Há que ponderar a importância e relevância social de se almejar uma educação que vise proporcionar a emancipação dos sujeitos com o fim de se superar a desigualdade social vivida, onde o capital tem mais importância que o sujeito, e tudo se resume a lucro. A EP é uma abordagem educativa que vem possibilitar uma releitura de mundo por parte do educando justamente a partir de sua emancipação e tomada de decisão consciente, não tendo que se submeter a um processo educativo pautado nos preceitos tradicionais dominantes, pois nesta dinâmica educativa se respeita suas culturas, sua regionalidade, e seus conhecimentos historicamente construídos.

Dessa forma, a EP pode ser compreendida como instrumento de enfrentarmos a desigualdade social no sentido de se formar indivíduos emancipados de acordo com sua realidade, podendo assim ter escolha sobre seu lugar no mundo. Contudo, deixamos claro que esse trabalho inicial de pesquisa não se relaciona com considerações finais, devendo ser visto como análise preliminar de um recorte sobre o tema em tela que deve sempre

estar aberto para outras interferências, inferências, implicações, pressuposições, suspeitas, hipóteses, deduções, entre outras, intromissões, perturbações e até mesmo distorções que possam corroborar para a melhoria e, ou, aprimoramento da educação popular no fortalecimento de ações de possibilitem a emancipação dos sujeitos.

Referências

ANDRADE, Marcelo Silva De. **A Relação De Humanização E Desumanização Em Paulo Freire: Perspectivas Para Uma Proposta De Educação**. Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Sociais e Humanas – PPGCISH, da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte – UERN, 2015

BRANDÃO, Carlos Rodrigues. **A educação popular na escola cidadã**. São Paulo: Editora Vozes, 2002.

DELIZOICOV, Demétrio. Ensino de Física e a Concepção Freiriana de Educação. Revista de Ensino de Física, São Paulo, vol. 5, n.2. Dez. 1983.

_____. ANGOTTI, José André; PERNAMBUCO, Marta Maria (2011). **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez.

FREIRE, Paulo. **Educação como prática da Liberdade**. – 9. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1979.

_____. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

_____. **Pedagogia do Oprimido**. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

_____. **A importância do ato de ler**. São Paulo: Cortez/Autores Associados, 1985.

_____. NOGUEIRA, Adriano. **Que fazer teoria e prática em educação popular**. 4. ed. Petrópolis: Vozes, 1993.

FURLAN, Angélica Bellodi Sant Ana. et. al. **Abordagem temática no currículo de ciências: a perspectiva ético-crítica na concepção de lixo como condição humana**. VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), Campinas/ São Paulo, 2011.

GADOTTI, M. **Educação Popular, Educação social, Educação Comunitária: conceitos e práticas diversas, cimentadas por uma causa comum**. Revista Diálogos: pesquisa em extensão universitária. IV Congresso Internacional de Pedagogia Social: domínio epistemológico, (2012).

IAMAMOTO, Marilda Vilela. **A Questão Social no Capitalismo**. IN: Temporalis/Associação Brasileira de Ensino e Pesquisa em Serviço Social. Ano 2, n. 3, (Jan/Jul. 2001). Brasília: ABEPSS, Graflini, 2001

_____. **O Serviço Social na Cena Contemporânea**. IN: CFESS/ABEPSS. Serviço Social: direitos sociais e competências profissionais. Brasília, 2009.

KOVALSKI, Mara Luciane e OBARA, Ana Tiyomi **O estudo da etnobotânica das plantas medicinais na escola.** *Ciênc. educ. (Bauru)*, 2013, vol.19, no.4, p.911-927. ISSN 1516-7313

LIBÂNEO, J. C. (2001). **Pedagogia e pedagogos: inquietações e buscas.** *Educar*, 17, 153-176.

LUZURIAGA, L. **História da educação e da pedagogia.** São Paulo: Nacional, 15 ed. 1984. 292p.

MACIEL, Karen de Fátima. **O pensamento de Paulo Freire na trajetória da educação popular.** *Educação em Perspectiva*, Viçosa, v. 2, n. 2, p. 326-344, jun./dez. 2011.

MUENCHEN, Cristiane.; DELIZOICOV, Demétrio. **Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro de física.** XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF 2011 – Manaus, AM.

PALUDO, Conceição. **Educação popular como resistência e emancipação humana.** *Cadernos CEDES*, v. 35, p. 219-238, 2015.

PANIZ, Catiane Mazocco; FERREIRA, Marinês; NIEMEYER, Jiane; MUENCHEN, Cristiane. **Abordagem Temática Freireana e a dinâmica dos Três Momentos Pedagógicos: uma reflexão sobre os trabalhos dos ENPECs.** X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – X ENPEC, 2015.

PINTO, William Vinicius. **A pertinência do pedagogo na ação socioeducativa.** *Revista Pedagogia Social UFF*, [S.l.], v. 3, n. 1, june 2017.

36

RIBEIRO, M. **Exclusão e educação social: conceitos em superfície e fundo.** *Educação & Sociedade*, Campinas, v. 27, n. 94, p. 155-178, jan./abr. 2006.

SILVA, Antônio F. G. da. **A busca do tema gerador na práxis da educação popular.** – Livro 1 da Série: Metodologia e Sistematização de Experiências Coletivas Populares. *Gráfica Popular*: Curitiba, 2007.

SILVA, Daniela Quadros da **A Educação Popular Como Estratégia De Enfrentamento Da Questão Social.** Reunião Científica Regional da ANPED, 2016.

SILVA, R. da. **Pedagogia Social.** São Paulo: Expressão & Arte, 2012.

SILVA, Lucélia Maria. **Os fundamentos psicopedagógicos e a socioeducação: contribuições para o atendimento.** *Revista Pedagogia Social UFF*, [S.l.], v. 4, n. 2, oct. 2007.

TADDEI–UFPEL, Paulo Eduardo Dias. **A Educação Popular como um instrumento de resistência contra a exploração capitalista.** IX ANPED Sul, 2012.

TOZONI-REIS, Marília Freitas de Campos. **Temas ambientais como “temas geradores”:** contribuições para uma metodologia educativa ambiental crítica, transformadora e emancipatória. *Educar*, Curitiba: Ed. UFPR, n. 27, p. 93-110, 2006.

ZANELLA, M. N. Bases teóricas da socioeducação: análise das práticas de intervenção e metodologias de atendimento do adolescente em situação de conflito com a lei. Dissertação de Mestrado Não-Publicada. Universidade Bandeirante de São Paulo, São Paulo, (2011).

THE POPULAR EDUCATION: AN EMANCIPATION POSSIBILITY OF THE SUBJECT

ABSTRACT

The present work, of a theoretical nature, aims to relate the Popular Education (PE) and social problems, showing how PE can be a way to overcome social issues that still express situations of dehumanization, in order to demonstrate possible means in education for the emancipation of a subject, providing it with knowledge that makes it possible to face social inequality. It should be emphasized that this work is not yet an exhausted topic, furthermore, it is necessary to make a more detailed survey, since it is a subject of great importance in the area of education and social responsibility.

Key words: Popular Education. Emancipation. Social Inequality.

**Enviado em 11/2017.
Aceito em 01/2018.**

DESAFIOS DO ACESSO ESCOLAR PARA ADOLESCENTES EM LIBERDADE ASSISTIDA⁸

Andréia Viana Neto⁹

Especialização/IFSP

RESUMO

A pesquisa analisa os obstáculos da inserção escolar dos adolescentes em cumprimento da medida socioeducativa em meio aberto, na forma de liberdade assistida e prestação de serviço à comunidade. Para tanto foi realizada uma revisão da literatura sobre os conceitos de adolescência, juventude e violência apoiando-se nos estudos de Corti e Dayrell. Também foram abordadas as especificidades dos adolescentes que cometeram ato infracional, marcados por estigmas sociais que despertam resistências por parte dos professores e da escola, dificultando seu processo de acolhimento. Trata-se de um estudo bibliográfico, que aponta que a hostilidade da escola está relacionada à dificuldade social de reconhecer os adolescentes em conflito com a lei como sujeitos de direitos e em desenvolvimento, pois são vistos como uma juventude “diferente”, temida e perigosa, o que corrobora para construir representações de fracasso que apenas reforçam a exclusão destes sujeitos.

Palavras-chave: Adolescência; Juventude; Violência; Adolescente em cumprimento de medida socioeducativa; Inclusão educacional.

Introdução

Esse estudo tem como temática as tensões envolvidas no acesso à escola por parte dos adolescentes em conflito com a lei, especialmente os adolescentes que se encontram em cumprimento de medida socioeducativa em meio aberto, de Liberdade Assistida (LA) e Prestação de Serviço à Comunidade (PSC).

O que muitas vezes caracteriza essa hostilidade dificulta o processo educativo do adolescente autor de ato infracional, apesar do seu direito à educação ser previsto pela legislação vigente, sobretudo no Estatuto da Criança e do Adolescente (ECA), os adolescentes em cumprimento de medida socioeducativa enfrentam obstáculos para concretizá-lo, em razão de estigmas sociais que despertam resistências por parte dos professores e da escola, dificultando o processo de acolhimento e a integração social no reconhecimento dos adolescentes em conflito com a lei como sujeitos em desenvolvimento.

⁸ Trabalho de conclusão de curso desenvolvido no âmbito da Pós-Graduação *Lato Sensu* em Educação Profissional integrada à Educação Básica na modalidade de Educação de Jovens e Adultos – PROEJA no IFSP, campus São Paulo.

⁹ E-mail: andreiviana_net@terra.com.br

Nesta abordagem serão apresentados alguns paradigmas entre a relação juvenil e os conceitos de adolescências, o adolescente em conflito com a lei e a medida socioeducativa como garantia da educação básica e o adolescente (re) inserido no processo de escolarização.

A legislação brasileira assegura a educação básica escolar como direito e obrigatoriedade para todos até o ensino médio. Contudo, o adolescente em medida socioeducativa no momento da matrícula e na permanência na instituição escola, se depara com a rejeição/exclusão. A escola, por ser obrigada a matricular o adolescente que cumpre a medida socioeducativa acaba marginalizando-os, levando-os ao fracasso escolar e evasão durante o processo de ensino-aprendizagem.

A instituição escolar que desenvolve o trabalho de forma homogênea não procura entender esse perfil de estudantes que tem chegado às escolas, com inúmeras identidades e repertórios culturais distintos, o que leva às tensões, principalmente com o adolescente que já cometeu um ato infracional.

Nesse sentido, faz-se necessário abordar a relação concreta da adolescência neste contexto e suas causalidades.

O adolescente

O processo da adolescência significa o desenrolar gradativo dos processos de amadurecimento que antecede à fase adulta. Aberastury e Knobel (1981), em seus estudos, procuram compreender esta etapa de desenvolvimento humano que se caracteriza por intensas mudanças e conflitos.

São várias as definições para o termo adolescência. Os autores Bock, Furtado e Teixeira (2002), teóricos de psicologia, concluem que adolescência e juventude são conceitos que não estão precisamente definidos. Corti e Souza (2004) identificam que a juventude é uma categoria mais utilizada pela sociologia denotando uma categoria social, de indivíduos vinculados por uma mesma geração, e a adolescência é uma categoria mais utilizada pela psicologia, que a compreende como um processo de transformações individuais, físicas e psíquicas.

Segundo o Estatuto da Criança e do Adolescente (1990), juventude e adolescência não se confundem, e esta se inicia aos doze anos de idade e termina com os dezoito anos.

Os autores referenciados neste estudo, Bock, Furtado e Teixeira (2002); Aberastury e Knobel (1981) alegam não poder considerar que a adolescência seja uma fase natural do desenvolvimento humano, pois os critérios que definirão esta etapa dependerão da cultura de uma determinada sociedade.

Com isso, eles caracterizam a adolescência como uma etapa peculiar do desenvolvimento do adolescente em nossa sociedade. A sociedade industrializada necessita de jovens, com conhecimentos adquiridos nesse período preparatório, através da escolarização. Contudo, muitos deixam a escola precocemente e dirigem-se ao mercado de trabalho em função de condições materiais de vida, significando que mesmo em nossa sociedade, o período da adolescência se torna desigual para diferentes setores da sociedade.

Corti e Souza (2004) que dão ênfase ao estudo pela Sociologia, alertam para a multiplicidade de experiências vividas pelos jovens na categoria social, o que implica em diversas maneiras de viver a juventude.

A classe social do indivíduo, sua condição étnica e de gênero, sua presença ou não no mercado de trabalho e na escola, seu local de moradia – urbano ou rural – sua situação familiar e sua orientação religiosa são fatores, entre outros, que vão diferenciando internamente este grupo que chamamos de juventude. E à medida em que nos aproximamos ainda mais da realidade social, vamos percebendo que estas clivagens tendem a aumentar, inclusive no interior dos grupos étnicos, das classes sociais e assim por diante. Afinal, dois jovens negros, por exemplo, que possuam diferentes condições econômicas terão provavelmente experiências juvenis diferentes (CORTI, SOUZA, 2004, p.14).

Aberastury e Knobel (1981) explicam a inconstância afetiva do adolescente, com seus conflitos passionais e seus arrebatamentos de indiferença absoluta, levando-os a relações, embora intensas, delicadas e pouco duradouras. Neste processo constante de aprendizagem, que significa o controle da objeção e controle afetivo, e que leva a mudanças contínuas, estabelecerá a sua identidade.

Concluem que neste processo o adolescente passa por inúmeras mudanças de identidade, muitas vezes com rapidez, e que são normais para o desenvolvimento. Tanto o adolescente, como os pais sofrem com este processo, esses têm dificuldades de compreender o crescimento, uma conduta incompreensível considerando as amplas flutuações que vão entre a dependência e a independência.

Em seus estudos Corti e Souza (2004) optaram pela definição de adolescência como a primeira fase da juventude, entendendo que é fundamental que professores sejam capazes de diferenciar indivíduos que estão no ensino fundamental dos que estão no ensino médio, considerando a diferença nos processos de desenvolvimento distintos, que muitas vezes, se encontram numa mesma sala de aula, em virtude da distorção idade-série.

Identifica inclusive, uma característica forte na concepção de juventude na modernidade, últimas décadas do século XX, a “descronologização” desse ciclo de vida, a enorme dificuldade em definir a juventude em referências cronológicas (“ter entre 15 e 19, 15 e 24, ou 12 e 18 anos de idade?”). Outro aspecto também importante é a juventude como um modelo cultural, no qual, ser jovem significa representar valores e estilos de vida (saúde, beleza, alegria, coragem e disposição para o novo) como exigências fundamentais para o homem moderno, qualidades perseguidas por toda a sociedade.

A fluidez quanto ao término da infância e o início da juventude causa ambiguidade, pois não havendo clareza dos direitos e deveres da condição juvenil, ora a sociedade os trata como crianças, ora exige deles atitudes responsáveis próprias do universo adulto.

Houve uma desagregação entre três portas que caracterizavam o acesso à vida adulta, “início da vida profissional, constituição de novo núcleo familiar e procriação” (CORTI; SOUZA, 2004, p.21), variando em muito esta fase na modernidade, e mostrando que a juventude não é um processo natural, sendo assim, uma construção social que implica determinadas características e papéis sociais que irão variar de acordo com a sociedade em questão.

Mesmo entendendo o caráter de transitoriedade da juventude, o jovem se nega a viver apenas em função de um futuro sem certezas, o que o faz construir sentidos para a sua vida presente, características desafiadoras para as duas principais instituições socializadoras: a família e a escola. O fato de o jovem se empenhar na busca de novos

sentidos no presente leva a sociedade e suas instituições a não respeitarem e reconhecerem suas particularidades, pois o que a eles importam é o que vão se tornar quando adultos. Corti e Souza (2004) identifica essa projeção no futuro como um erro, pois dificulta uma compreensão da fase da juventude como construção de suas próprias experiências e lições de vida.

O jovem não se sente convencido com o que lhe é apresentado pronto, uma sociedade em contínua construção de instituições e regras mais ou menos estáveis, mas que foram construídas pelos outros. Com isso, a possibilidade de estranhamento e questionamento passa a fazer parte de sua condição social, desapegar e estar aberto a novas experiências. E essas os levam a duas possíveis formas de sintonia nos processos de mudança: integrando-se à sociedade e se adaptando a essas mudanças ou rompendo com ela, por contestação através de inserção em movimentos juvenis ou por condutas transgressoras e desviantes.

Esta última tendência tem se tornado muito forte na sociedade moderna, o que faz com que os jovens sejam vistos como grandes ameaças e por isso, alvos de ações específicas com objetivos de prevenção e domesticação de seus supostos desvios e impulsos.

A adolescência e a juventude são cruciais para a formação da identidade, que se inicia na primeira infância e decorre por todo ciclo vital. Corti e Souza (2004) apresentam a estrutura da construção da identidade na dimensão biológica, dimensão individual e social, que são interdependentes. Na infância a criança adquire instrumentos que serão utilizados na idade adulta (“linguagem, habilidades físicas, pensamento abstrato, internalização de regras sociais”. Ibid., p. 25), e a partir da adolescência passará a dar perspectivas sobre sua própria vida, tratando de utilizá-los para dar um sentido significativo. Esse processo só é possível por já possuir um complexo conjunto de habilidades cognitivas e intelectuais, e com elas confronta a imagem que constrói de si próprio com as imagens que lhes são atribuídas pelos outros, constituindo gradativamente sua identidade.

A identidade não se coloca apenas enquanto descoberta de si mesmo, mas também enquanto elaboração de uma orientação de vida. Assim, faz parte desse processo um trabalho do adolescente e do jovem no sentido de escolher os caminhos a serem trilhados e os rumos a serem perseguidos por eles daí para a frente. (CORTI, SOUZA, 2004, p.26)

Outro aspecto importante da juventude é a gradativa capacidade de processar suas experiências de forma autônoma, ou seja, a partir de seu esforço pessoal. A autonomia faz parte do processo de construção da identidade, mas vai além desse processo emancipatório, o que leva o jovem a rejeitar cada vez mais a tutela dos adultos. Contudo, Corti e Souza (2004) apresentam a relatividade da autonomia, influenciada pelas pessoas, regras e instituições sociais, entendendo que o contexto social apresenta restrições e limitações para o exercício de tal autonomia. Então, a tomada de decisão e a realização de escolhas estarão relacionadas às oportunidades, possibilidades que variam de acordo com a classe social dos jovens, sua condição de gênero e de etnia, dentre outras.

Nessas condições, as autoras refletem sobre a contraditória exigência que a sociedade faz em relação à autonomia dos jovens com os poucos recursos oferecidos para o exercício dessa capacidade. Exemplifica esse desequilíbrio com a instituição escola e os professores que excluem os jovens da tomada de decisões, e os consideram apenas eternos aprendizes, oferecendo poucos espaços para o exercício da autonomia juvenil.

O adolescente em conflito com a lei e a medida socioeducativa

Para entender essa parcela da juventude de acordo com Teixeira (2006) será necessário perceber que o adolescente autor de ato infracional é antes de tudo um adolescente. Em sua reflexão referencia, inclusive, o tema da exposição do artista plástico e promotor de justiça da área da infância e juventude, Dr. Wilson Tafner, do qual não podemos esquecer: “Ninguém nasce bandido.”¹⁰

Segundo Corti e Souza (2004), adolescentes e jovens são sujeitos de direitos e que estes são um conjunto de regras que organiza e regula a sociedade, devendo refletir nas leis seus valores e anseios. Porém, houve uma lacuna jurídica em relação ao tema por longo período, o que diferenciava o Brasil de outros países. A visão jurídica da juventude no Brasil, a partir de um marco legal, tornou-se possível apenas em 2013.

A lei nº 12.852 de 5 de agosto de 2013, em seu Art. 1º institui o Estatuto da Juventude e dispõe sobre os direitos dos jovens, os princípios e diretrizes das políticas públicas de juventude e o Sistema Nacional de Juventude – SINAJUVE e em seu § 1º são consideradas jovens pessoas com idade entre 15 e 29 anos de idade (BRASIL, 2013).

Prosseguem mencionando que, publicado oficialmente em 1990, o Estatuto da Criança e do Adolescente – ECA, lei nº 8.069, instrumento de conquista dos direitos da criança e do adolescente pela luta dos movimentos sociais, avança muito, porém circunscreve-se ao limite de 18 anos, podendo ser estendido até 21 anos, em situações excepcionais. Na disposição do ECA, há uma aproximação da adolescência às abordagens voltadas para a infância.

Não seria a adolescência, ou ao menos uma parte dela, uma etapa de um período maior da vida que chamamos de juventude? Ou o adolescente seria apenas uma criança crescida, mais próxima da infância do que da juventude? Será que os desejos, as necessidades e os dilemas de um rapaz ou uma moça prestes a completar 16 anos se aproximam mais daqueles vividos por alguém de 11 anos ou alguém de 19 anos? E será que as questões vividas por um rapaz ou uma moça de 22 anos estão mais próximas das vividas por alguém de 17 anos ou de 40 anos? (CORTI, SOUZA, 2004, p.79).

Com base predominante nos fundamentos jurídicos do tratamento da infância como uma fase da vida a ser protegida socialmente, o ECA apenas transborda para o campo da adolescência, não levando em conta as inúmeras transformações que acontecem na vida do indivíduo a partir dos 14, 15, 16 anos e que se estendem por muitos anos, marcando a fase por “novidades, experimentações, tentativas, frustrações, erros e acertos” (p.79). Dessa forma, apesar da criação recente do Estatuto da Juventude, em que parte das idades cruzam com as determinadas pelo ECA, será que ambos dialogam para uma abordagem específica dessa juventude?

¹⁰ Aspas da autora; tema da exposição realizada em São Paulo em 2005.

Contudo, de toda a abrangência do ECA, a que mais causa debate na sociedade brasileira e, em especial, entre os operadores do Direito, é a responsabilidade penal dos jovens. Principalmente, quando associada à visão social do jovem como problema, surge a preocupação de qual tratamento jurídico será adotado para a manutenção da responsabilidade penal a quem tem mais de 18 anos ou pela redução dessa.

A autora faz lembrar que a Constituição Brasileira não permite a redução da maioridade penal e mesmo com a existência da lei que garanta uma responsabilização diferenciada da penal para adolescentes e jovens entre 12 e 18 anos, há quem aponte para a pena de prisão como solução para diminuição da violência entre a juventude.

A temática do adolescente em conflito com a lei tem sido debatida amplamente em diversos setores da sociedade, com destaque para, a redução da maioridade penal do adolescente de 18 para 16 anos. Em agosto de 2015 a Proposta de Emenda Constitucional – PEC nº 171 foi aprovada na Câmara dos Deputados, seguindo para votação no Senado.

Entendendo que o interesse pela redução da maioridade penal do adolescente é antigo, a reflexão teórica de Vavassori (2015) sobre o fenômeno da “judicialização da vida”, representada por “regimes de verdade” que se manifestam “das/nas” inúmeras propostas de emendas apresentadas desde 1993, nos ajudará a compreender tal fenômeno. Fato que alcança tamanha visibilidade em virtude dos repetitivos discursos associando a juventude da periferia urbana a contextos de criminalidade e violência.

O artigo de Átila Roque, “Do progresso ao retrocesso: a discussão sobre maioridade penal no Brasil” fortalece a posição de Vavassori ao procurar desconstruir os estereótipos de quem são esses adolescentes, responsáveis por menos de 1% dos crimes cometidos no Brasil.

Sendo a temática adolescentes em conflito com a lei objeto das Psicologias, e estas já convocadas a se “(pré)ocupar” e compreender tal fenômeno, Vavassori (2015) utiliza-se das teorias de Michel Foucault e Jacques Derrida em suas reflexões. Posiciona-se corroborando com os diversos autores, ao considerar a necessidade de se ter certos cuidados com a possibilidade de “deslocamento da produção social da delinquência para a hereditariedade, para a família e para a estrutura psíquica”, o que ocultaria suas reais origens históricas e sociopolíticas.

Em sua pesquisa, a autora identifica que a repercussão midiática de alguns casos de envolvimento de adolescentes em crimes que acometem a comoção pública, leva às constantes instaurações das PECs – Propostas de Emendas Constitucionais.

Contudo, nos leva ao entendimento de que a reflexão quanto à influência da mídia não pode se limitar apenas à existência do tom de um discurso de indignação, caracterizado por expressões assustadoras e de pavor social e da urgência da agenda política, pois tal influência tem fortalecido uma exigência por penas mais severas, entendendo, que assim, será feita justiça. A visibilidade dada pela mídia a casos específicos transmite a sensação de um aumento do envolvimento dos adolescentes em crimes e que o Estatuto da Criança e do Adolescente não está sendo capaz de punir adequadamente, transmitindo a sensação de impunidade. A autora ainda ressalta a importância de nos questionarmos sobre o que queremos ao criar uma lei, e no que se refere aos adolescentes em conflito com a lei, o que se quer afinal, punir ou responsabilizá-los?

[...] o punir adequadamente, neste contexto, significa tratar os jovens da mesma maneira e com a mesma severidade que o direito penal trata os adultos, sem, no entanto, discutir a eficiência das leis para os maiores de idade (VAVASSORI, 2015, p. 1198).

No que diz respeito à judicialização da vida, a autora chega ao consenso de que os dispositivos legais operam com a predominância da lógica penal para a resolução de conflitos, considerando a “lógica penalista-criminalizadora” e a “lógica tutelar-corretiva” como iguais. A partir do final do século XIX surgem conjuntos de profissões voltadas para o social; quando se origina a ação tutelar do Estado e a aliança entre Justiça e Assistência, em virtude da preocupação com a infância pobre e delinquente.

Assim, diferentes saberes passam a fundamentar as ações do “complexo tutelar”¹¹. A autora identifica em Foucault, que esta associação entre Justiça e Assistência é denominada como “ortopedia social”, em que, há imposição de leis duras e corretivas como poder de controle social, cabendo a elas o papel pedagógico nas mudanças de comportamento.

Mesmo com a compreensão de que a origem do problema é proeminentemente social, repercute na atualidade, e se espera uma solução jurídica para a questão do adolescente em conflito com a lei. Contudo, Vavassori (2015) identifica nos conceitos a importância da desconstrução de que lei produz justiça, e Derrida a faz compreender que “não há direito que não seja garantido ou aplicado pela força” (DERRIDA, 2010, apud Vavassori, 2015, p. 1192) e as leis surgem das alianças e dos vários interesses, por isso, devendo se fazer uma leitura prudente.

Então, em sua pesquisa, utiliza-se do conceito de problematização proposto por Michel Foucault, em que, não se dá visibilidade ao sujeito adolescente em conflito com a lei, mas sim problematizam-se os modos de subjetivação, pois as Propostas de Emendas Constitucionais (PEC’s) não traduzem quem é o sujeito, mas deixam claro como ele deveria ser. De maneira que, cada legislador ao justificar sua proposta, encarrega-se de uma determinada configuração de sujeito, mais especificamente, o adolescente infrator. Assim, as representações causam impacto negativo, podendo ser responsáveis por um retrocesso dos direitos conquistados.

Um dos regimes de verdade apresentado pelas PECs é que, na atual civilização moderna, com diversas possibilidades de informações por meio da comunicação em massa, adolescentes sejam dotados de “consciência, discernimento ou, igualmente, amadurecimento pessoal, intelectual e social para compreender seus atos” (VAVASSORI, 2015, p. 1195). Portanto, aptos a serem julgados na esfera penal, variando apenas a idade de 13, 15 ou 16 anos para tornar-se maduro, dependendo do legislador.

Vavassori (2015) identifica críticas a este fenômeno da judicialização, em virtude dela caracterizar o sujeito, esse “indivíduo livre, autônomo e consciente”, como único responsável por seus atos. Pois, argumentos acerca dessa responsabilidade têm sido legitimados na forma de conhecimento científico, por exames médicos psiquiátricos ou laudos, que atestam ou não a capacidade de discernimento dos adolescentes. O exame psiquiátrico passa a ter a dimensão do poder de punir outras coisas, menos a infração, o que leva neste contexto, o saber da psicologia a prestar papel político.

No levantamento sobre os argumentos que surgem das PECs, a autora percebe com clareza a imagem do adolescente algoz, e, conseqüentemente, “a tendência mais antiga, inútil e o erro mais repetitivo do Direito Penal” (VAVASSORI, 2015, p.1200), o de aumentar as penas como solução para os reais e supostos problemas observados.

Com isso, leva-se em conta a importância de se entender melhor as recorrentes palavras que surgem no âmbito das discussões sobre a redução da maioria penal:

¹¹ Aspas da autora

proteção e responsabilidade. Alerta para a diversidade de sentidos que cada termo atinge, e cita como exemplo, a ambiguidade do termo proteção, que desde o início das políticas sociais para a infância no Brasil, apesar de contraditória, protegeu uma parte da infância e criminalizou outra.

Afinal, o que fazer: proteger a sociedade de uma criança em risco de tornar-se perigosa ou proteger o menor da sociedade que não deu conta dos mínimos previstos pela Constituição (educação, saúde, moradia etc.)? Destacando que, aqui, estas crianças não são mais o futuro da nação, mas cidadãos que podem ser considerados como adultos. Desse modo, amparados pelas ideias de proteção, sustentam-se discursos, práticas e políticas contraditórias (VAVASSORI, 2015, p.1201).

Em relação ao termo responsabilidade, apesar de perceber que tem tornado parte das propostas do legislativo, não entendendo ainda o que seria tornar-se responsável, o que se entende é ainda o desejo pela repressão e punição.

Para a autora, estarmos submetidos sem crítica aos regimes de verdade, e reproduzirmos as dinâmicas e lógicas já estabelecidas, aderirmos ao chamado da mídia que dissemina o mito da falta de responsabilidade penal do adolescente.

O desembargador Antonio Fernando Amaral e Silva (2006) ao fazer sua análise sobre a responsabilidade penal juvenil a entende como categoria jurídica, pois ao ser fixado pela legislação brasileira dos doze aos dezoito anos de idade, fica ao adolescente o atributo moral de responder pelos seus atos. O ECA incorpora a partir de sólidas bases doutrinárias, em seu artigo 103 o ato infracional, que conceitua como “a conduta descrita como crime ou contravenção penal”.

Para ele, o Estatuto torna-se apenas um intérprete dos princípios “garantistas do Direito Penal Comum”, tendo normas específicas como as medidas socioeducativas, que a diferem das penas criminais no âmbito pedagógico e na brevidade, necessitando respeitar o caráter peculiar do adolescente como pessoa em desenvolvimento. O autor encontra controvérsia entre o artigo 228 da Constituição Federal que confere inimputabilidade penal até os dezoito anos e a submissão às normas dessa legislação especial, pois frente ao Estatuto, os adolescentes respondem penalmente, sendo imputáveis diante dessa lei.

Aos adolescentes (12 a 18 anos) não se pode imputar (atribuir) responsabilidade frente à legislação penal comum. Todavia, podendo-se lhes atribuir responsabilidade com base nas normas do Estatuto próprio, respondem pelos delitos que praticarem, submetendo-se a medidas socioeducativas, de inocultável caráter penal especial. (AMARAL e SILVA, 2006, p. 56)

Para o autor, não podendo ocultar o caráter penal, receba o nome que tiver de medida protetiva, socioeducativa, sempre corresponderá à responsabilização pelo ato delitivo e serão medidas restritivas de direitos e de liberdade.

Esse fato leva o juiz Alexandre Morais da Rosa a fazer críticas sobre a imposição da medida socioeducativa, considerando-a um exagero quando afirmam que ela é pedagógica, pois de regra, as propostas dos Programas de Execução de medidas socioeducativas seguem a linha da “Criminologia Positiva” com poucas modificações.

Para ele, reitera-se o modelo de opressão, são “os bons ditando o que deve ser aplicados aos adolescentes objetificados” (ROSA, 2006, p. 289).

A Justiça da Infância e Juventude continua, salvo poucas exceções, contribuindo para fomentar a ideologia da formação para o trabalho, o respeito à ordem e à disciplina, a tolerância das violações por parte do Estado, agindo na camada mais excluída da população para manter a tranquilidade ideológica de poucos. (ibid., p. 289)

A medida socioeducativa é entendida como estratégia para recompor a ordem, impor ‘valores’¹² capazes de dominar jovens que já nascem impedidos de seu direito básico: “a liberdade de escolha” (ibid., p. 290), no sentido de que se houver alinhamento ele é incluído, e se resistir, é excluído.

Corti e Souza (2004) e demais autores também refletem que, para verdadeiras renovações nas concepções jurídicas acerca do tema juventude se torna necessário a superação de que jovens estão fatalmente relacionados com a violência, sem levar em conta o contexto social ampliado.

Constatado e apurado o ato infracional, a partir da legislação, a autoridade competente pode atribuir as seguintes medidas (art. 112 do ECA), para o adolescente:

- Advertência;
- Obrigação de reparar o dano;
- Prestação de Serviços à Comunidade;
- Liberdade Assistida;
- Inserção em regime de semiliberdade, e;
- Internação em estabelecimento educacional.

Entendendo o processo de execução da medida socioeducativa, Liberati (2006) descreve o processo e o procedimento, destacadamente de Prestação de Serviço à Comunidade – PSC e Liberdade Assistida – LA.

Ele também corrobora com demais autores sobre o caráter impositivo (aplicada independente da vontade do infrator), sancionatório (com ação ou omissão, o infrator quebra a regra de convivência social) e, retributivo (por ser uma resposta ao ato infracional praticado) da medida socioeducativa. Ainda que a finalidade da medida socioeducativa seja a de “reordenar os valores de vida e de impedir a reincidência do infrator”, é executada de forma pedagógica para garantir a efetivação da justiça e permite sempre restrição de direitos.

Pela própria natureza executiva as medidas de meio aberto (Prestação de Serviço à Comunidade e Liberdade Assistida) representam uma alternativa à medida de privação de liberdade (Semiliberdade e Internação), o que permite ao infrator cumpri-la junto de sua família, mantendo seus vínculos sociais e na comunidade, competindo ao município à incumbência de sua execução.

A Prestação de Serviço à Comunidade incide em tarefas gratuitas de interesse geral e de forma alguma será admitida como prestação de trabalho forçado ou forma de constranger o adolescente. Serão desenvolvidas junto a entidades assistenciais, hospitalares, escolas, programas comunitários ou governamentais, não podendo exceder o período de seis meses e a jornada máxima de oito horas semanais, de modo a não

¹² Aspas do autor

prejudicar a frequência na escola ou a jornada de trabalho. As tarefas serão atribuídas de acordo com as aptidões do adolescente.

Para Liberati (2006), a medida de prestação de serviço à comunidade destinada à socialização do infrator a partir do convívio com os menos favorecidos, ainda objetiva:

[...] instigar o adolescente a reavaliar seus valores pessoais, seu comportamento na família, na comunidade, na escola, conduzindo-o à reflexão sobre o ato infracional praticado e determinação de ajuste de sua conduta futura. (LIBERATI, 2006, p. 372)

A Liberdade Assistida aplicada ao adolescente autor de ato infracional implica orientação e assistência social e pedagógica por técnicos, associações ou entidades especializadas. Entendendo que o adolescente é sujeito de direitos e deveres, a entidade de acompanhamento deve centrar-se no adolescente que praticou a infração e não na infração cometida, sendo a medida socioeducativa uma diretriz de educação e não de mera sanção.

Diante da complexidade da execução de medidas socioeducativas, necessita da colaboração dos vários operadores do direito, como, Juiz de Execução, Ministério Público, Defensoria Pública e Entidades de Execução de Medida Socioeducativa em Meio Aberto.

A entidade de acompanhamento do adolescente no cumprimento de sua medida, supervisionada pela autoridade judiciária e fiscalizada pelo Ministério Público, terá como obrigatoriedade, dentre outras, as citadas no Art. 119, incisos I a IV, do ECA.

Para que a sentença judicial seja realmente cumprida, deve haver prioridade no processo de execução, sendo necessária a elaboração de um Plano Individual de Atendimento, juntamente com a equipe interprofissional, com a participação do adolescente e seus responsáveis, que o ajudarão em seu desenvolvimento pessoal e social, no qual constarão as tarefas a serem executadas pelo adolescente, como objeto do cumprimento da medida socioeducativa.

Será organizado utilizando-se de um diagnóstico subsidiado pelas avaliações psicológicas, social, pedagógica, jurídica e de saúde. Devem constar no Plano os seguintes aspectos: nível socioeconômico; educação formal; profissionalização; cultura, esporte, lazer e espiritualidade; saúde; relações familiares, afetivas e sociais; relações comunitárias e institucionais; informações jurídicas acerca da situação do processo, de maneiras explícitas que traduzam suas experiências, vínculos afetivos, metas, expectativas e no que há a necessidade de intervenções.

Após o cumprimento mínimo do prazo determinado, quando o orientador do programa de atendimento enviar relatório ao juiz da execução sobre o desenvolvimento da medida, e após ouvir o Ministério Público, a medida socioeducativa imposta poderá ser declarada extinta. Haverá a extinção caso ocorra morte e liberação compulsória do infrator quando completar 21 anos, conforme dispõe o § 5º do art. 121 do ECA.

Liberati (2006) conclui pontuando a importância de que a execução das medidas em meio aberto – LA e PSC respeitem os preceitos constitucionais, principalmente para os que asseguram os “direitos subjetivos e o devido processo legal”, além da participação da sociedade.

Adolescentes, jovens e escola

O cumprimento da medida socioeducativa em meio aberto (Liberdade Assistida e Prestação de Serviços à Comunidade), tem como objetivo a promoção social, priorizando escolarização, profissionalização e inserção no mercado de trabalho (Art. 119 – Lei 8.069 – 1990 – ECA). No entanto, o que muitas vezes caracteriza a relação da escola com os adolescentes é a hostilidade, dificultando o processo educativo do adolescente autor de ato infracional, que encontra garantia na legislação vigente, sobretudo no Estatuto da Criança e do Adolescente (ECA) e no SINASE¹³.

A educação, direito de todos e dever do Estado e da família, será promovida e incentivada com a colaboração da sociedade, visando ao pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho. (BRASIL, 1988, Art. 205).

No relatório de gestão de 2014 elaborado pelos profissionais do CASE – Centro de Atendimento Socioeducativo da Fundação Criança de São Bernardo do Campo, identificou-se que “69,5% dos adolescentes em cumprimento de medida socioeducativa em meio aberto não possuem ensino fundamental completo, 30% possuem ensino médio incompleto e 0,5% concluíram o ensino médio (3) e estão cursando o nível superior (2). Destes, 49,5% (422) não estavam matriculados na rede formal de ensino” (FUNDAÇÃO CRIANÇA DE SBC, 2015, p. 113).

Na análise dos profissionais do CASE entre os anos de 2010 a 2014, observou-se que houve aumento gradual no grau de escolaridade e nos anos de estudo, contudo, também houve aumento na defasagem idade-série.

Nos estudos desenvolvidos por Dayrell (2009) no Estado da Arte sobre Juventude, no qual o autor faz avaliação entre a violência analisada fora da escola, com aquela praticada no interior desta, ele chega à conclusão de que tais variações podem ser reflexos da violência nas últimas décadas. A violência sempre existiu como característica das instituições escolares, contudo, se distingue da violência escolar da atualidade.

¹³ SINASE – Sistema Nacional de Atendimento Socioeducativo – Lei nº 12.594/2012, constitui-se de uma política pública para inclusão do adolescente em conflito com a lei, e que relaciona e solicita ações dos diferentes campos das políticas públicas e sociais.

“O SINASE é o conjunto ordenado de princípios, regras e critérios, de caráter jurídico, político, pedagógico, financeiro e administrativo, que envolve desde o processo de apuração de ato infracional até a execução de medida socioeducativa” (p. 22). A implementação desse sistema objetiva a ampliação de uma ação socioeducativa amparada nos princípios dos direitos humanos, inspirada nos acordos internacionais dos quais o Brasil é signatário, especialmente na área dos direitos da criança e do adolescente. Ele reafirma a diretriz do Estatuto da Criança e do Adolescente (ECA) sobre a natureza pedagógica da medida socioeducativa. O ECA promulga direitos da população “infantojuvenil” brasileira, afirmando dentre tantos, a necessidade de especial respeito à sua condição de pessoa em desenvolvimento, o que torna crianças e adolescentes dignos de proteção integral por parte da família, da sociedade e do Estado.

Enquanto sistema integrado, o SINASE articula os três níveis de governo para o desenvolvimento dos programas de atendimento, considerando a intersetorialidade e a co-responsabilidade de todos. Dado o nome de subsistema específico, o Sistema Nacional de Atendimento Socioeducativo (SINASE), se comunica e sofre interferência dos demais subsistemas internos ao Sistema de Garantia de Direitos, tais como, Saúde, Educação, Assistência Social, Justiça e Segurança Pública.

Para a efetividade das ações, é indispensável à articulação das várias áreas, inclusive com a participação da sociedade civil. Com as diretrizes, “criam-se as condições possíveis para que o adolescente em conflito com a lei deixe de ser considerado um problema para ser compreendido como uma prioridade social em nosso país” (p. 14).

Reflete, a partir de outros autores, que nos anos de 1980 era um problema mais voltado para a depredação da estrutura física da escola, porém, a partir dos anos de 1990 consolidam-se em preocupações sociais mais explícitas em virtude da transformação em violência urbana. De forma qualitativa e quantitativa, tais transformações no papel da violência escolar se deslocam dos grupos externos à escola para os próprios alunos, agressões entre pares ou dos jovens para com os adultos, se concentrando não mais aos finais de semana como no passado, mas durante o período das aulas.

Evidencia a dificuldade em definir com clareza ou delimitar o conceito de violência, tendo em vista as inúmeras maneiras de se desenvolver e as várias possibilidades de se interpretar, que podem variar de acordo com o tempo, a cultura, o contexto socioeconômico e a própria subjetividade: “o que é violência para uns pode ser indisciplina ou transgressão para outros ou mesmo expressões de resistência” (ibid., p. 64). Para tal entendimento e possibilidade de dar conta do grande número de atos que desorganizam os hábitos escolares e ultrapassam condutas socialmente esperadas, autores pesquisados por ele optaram pela noção de incivilidade inspirados pela literatura francesa.

Nas análises referentes à temática violência praticada e sofrida na escola, Dayrell identifica uma crise de identidade na instituição escolar em seu todo, e de forma mais específica, na relação professor-aluno. Entre os vários trabalhos analisados, o fenômeno está relacionado pelos métodos e padrões de ensino de cada escola, além da homogeneização escolar, quando a escola estimula práticas de violência por não levar em conta as especificidades socioculturais dos alunos.

O que Dayrell (2009) entende convergir com os estudos de Corti (2002) e por isso a cita, é que além da escola reproduzir mazelas sociais, também gera desigualdades e exclusões próprias. O espaço da escola pública, com frágeis noções de justiça e autoridade, ocasiona tensão que atinge as relações entre os jovens e o modelo escolar que vigora na atualidade, escolarização já desvalorizada e pouco qualificada que projeta fragilidade no processo de socialização dos jovens ao longo de todos os anos com destaque no ensino médio, levando-os a construírem de forma cada vez mais autônoma suas experiências e identidade social.

No contexto da “violência intra e extramuros da escola”, o autor separou as pesquisas analisadas em dois grupos, um que explicitava sobre a violência ocorrida nos meios sociais que os jovens frequentam e que tende a penetrar os muros da escola interferindo no cotidiano escolar, e o outro que, observados até pelos mesmos fenômenos de tensões e conflitos, mas que são analisados pela ótica da indisciplina, sem a noção de violência. Desta análise, fica evidente para o autor a dificuldade de se definir a violência escolar, encontrando inúmeras definições que muitas vezes se sobrepõem à noção de indisciplina.

Dayrell apontou que em seus outros estudos, autores da Sociologia da Educação de origem francesa não aceitam plenamente a denominação da categoria violência por se tratar de estigma, preferindo a idéia de transgressão para o conjunto das práticas dos alunos, pois reconhecem o fenômeno como algo midiático. E questiona:

[...] por que será que um conjunto de condutas indisciplinadas que sempre aconteceram nas escolas passou a ser interpretado e classificado como violências? O que significa elevar a diversidade de condutas desviantes à condição de violência, fazendo com que alunos antes considerados indisciplinados passem a ser vistos como violentos? (DAYRELL, 2009, p. 72)

O autor identifica que a maioria das pesquisas que evidenciam a violência acontecem em escolas públicas de periferia com o público de adolescentes das camadas populares, enquanto que, o enfoque da indisciplina predomina em estudos realizados com jovens da classe média. O autor ainda constata duas tendências: na primeira, até mesmo quando leva em conta o contexto social em que os jovens se inserem, acabam por associar a violência cometida por aqueles com o contexto familiar. O que leva tais estudos com pouca profundidade, a reforçar o que já se encontra no imaginário da sociedade, o vínculo da violência às camadas populares, pobres e negras. “É interessante pontuar que, se o jovem pobre não aparece diretamente como ‘culpado’ da violência, a sua família é assim vista” (ibid., p. 72). E conseqüentemente, conduz a luta da escola pelo direito ao conhecimento e a cultura, para uma escola que atua como órgão adestrador, “moralizadora dos bárbaros”¹⁴.

Tal questão leva Dayrell a refletir sobre a luz de autores de diferentes países que afirmam que as escolas, em relação a outros espaços, são menos atingidas por crimes violentos, em que predominam agressões do tipo relacional, entre pares, entre professor e aluno, extorsões, ameaças e incivildades.

Na segunda tendência, os múltiplos fatores que interferem na produção do fenômeno da violência foram tratados com mais consistência, tendo em vista a articulação entre a massificação escolar, a desigualdade social, a questão de gênero, dentre outros. De alguma forma, as trajetórias humanas, sociais e culturais dos jovens foram mencionadas, o que possibilitou o conhecimento do contexto socializador, o que possibilita a superação das oposições entre o bem e o mal.

O autor constata que, no geral, as pesquisas tendem a enfatizar uma análise do fenômeno da violência em que o jovem aparece como vítima ou agressor e em poucas se constitui como o sujeito da análise. Tendem algumas vezes a considerar o público investigado apenas como aluno, sem levar em consideração a importância relativa à condição juvenil, sem articular a dimensão juvenil com as expressões da violência, pois conforme o artigo 53 do ECA, “a criança e o adolescente têm direito à educação, visando ao pleno desenvolvimento de sua pessoa, preparo para o exercício da cidadania e qualificação para o trabalho” (BRASIL, 2005).

O adolescente em cumprimento de medida socioeducativa (re) inserido no processo de escolarização

Em sua pesquisa, Corti e Souza (2004) apresentam a partir de dados do IBGE, a queda de jovens com idade ideal para cursar o ensino médio, mas que estavam fora das salas de aula, o que as fizeram confirmar a existência de dois problemas corriqueiros no sistema educacional brasileiro que são: elevada taxa de exclusão dos jovens do ensino médio e a distorção idade-série dos que estudam. Apesar desses indicadores negativos sobre a escolarização dos jovens, desde os últimos anos da década de 90, segundo dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (Pnad), o volume total de estudantes jovens cresceu substancialmente, além do aumento das matrículas em Educação de Jovens e Adultos, de acordo com o Censo, o que antes eram cursos voltados em sua maioria para adultos e idosos.

¹⁴ Aspas do autor

Mas Corti e Souza (2004) entendem que, paralelamente a esse aumento expressivo na quantidade de jovens nos bancos escolares, também surge uma diminuição progressiva na capacidade da escola em gerar referências expressivas para a vida desses jovens. O que antes se discutia, o acesso de uma maioria excluída, passou a ter como foco a questão da permanência e do desempenho, aspectos que caracterizam a qualidade da educação.

Cunha (2016) em sua pesquisa também chama atenção ao observar a escola como de potencial excludente, tendo em vista o indivíduo que não obteve sucesso na trajetória escolar e se depara com as poucas oportunidades de inserir-se no mercado de trabalho, fato que o faz não existir socialmente. E estar fora da escola, também implica em maior vulnerabilidade e a adesão à criminalidade. Isto leva as leis do país a considerarem a educação como uma medida de “reeducação” aos infratores menores de dezoito anos de idade. (ECA – Art. 120 - § 1º).

Contudo, com a classe popular adentrando as escolas na modernidade, os educadores se depararam com a desatualização das práticas pedagógicas para um novo público, “alunos com outras culturas, experiências de vida e práticas sociais, elementos que até então não faziam parte do cotidiano escolar” (p. 244) os levam ao fracasso escolar. Cita Freire (1992), que relata o fracasso de vários projetos pedagógicos em virtude desse distanciamento, pois fenômenos como “ausência de interesses pelas atividades escolares, indisciplina, notas baixas, repetência, distorção idade-série e evasão escolar” (p. 245) são as marcas nas trajetórias dos alunos das classes populares, que os levam ao fracasso escolar. O autor relata ainda, a dificuldade do educador em acolher o adolescente em cumprimento de medida socioeducativa em virtude da falta de capacitação prévia e da incapacidade de aceitar a escola como instituição que faz parte do Sistema de Garantia de Direitos desse adolescente, autor de ato infracional.

Teixeira (2008) em seu artigo corrobora com os demais autores e apresenta a dificuldade que a instituição escola, formadora das novas gerações tem em acolher os adolescentes, em especial os que estão em cumprimento da medida socioeducativa de Liberdade Assistida. A relação de tensão tem implicações para sua vida, da sua família e da comunidade a qual pertence, entendendo que sua “biografia-identidade” não se reduz à prática infracional.

As consequências pelo modo de recepcionar o adolescente e/ou sua família pela escola e a sustentação de sua permanência ou não, pode desenhar o presente e o futuro deste adolescente. Em um contexto complexo da sociedade contemporânea, circula no mundo toda a associação da adolescência/juventude com a violência, o que no Brasil se divulga na intensificação da criminalização dos adolescentes da periferia e que são perigosos ou tem potencial para tal. O cenário social contribui reforçando que o adolescente em geral e, em especial, os autores de ato infracional, são recebidos na escola como aqueles que potencialmente poderão desestruturar e tumultuar o ambiente escolar, já fragilizado pela precária organização. Torna-se necessário entender a dificuldade da escola e também da família, em lidar com o novo jeito de ser e de se comportar do adolescente. Com os adolescentes em cumprimento de medida socioeducativa as dificuldades se tornam maiores e mais perplexas.

Baseada no relatório da Unesco, Teixeira (2008) entende que a permanência do adolescente na escola não é apenas devido ao aspecto comportamental, mas também pelos “novos e desconhecidos interesses” que tornam a experiência escolar pouco atrativa. O adolescente envolvido na prática infracional apresenta, de forma mais incisiva, o seu desinteresse por aquilo que a escola quer ensinar, o que leva a gestão a considerá-lo “difícil”.

As tentativas de resolução de conflitos escolares por práticas disciplinares rígidas e autoritárias, utilizando inclusive a força policial têm sido ineficientes, o que leva as escolas a se tornarem cada vez mais, uma “escola blindada”¹⁵.

[...] muros altos, grades, cadeados, vigias, ronda escolar em um ambiente, muitas vezes, fisicamente deteriorado, sem biblioteca, sem equipamentos tecnológicos, sem área de lazer e, às vezes, sem ventilação adequada, sem água e sem professor ou com professores que são a primeira força contrária a recebê-los... querem que a escola seja elitizada(!). (TEIXEIRA, 2008, p. 5)

Torna-se uma recepção e permanência expulsiva, principalmente para o adolescente em cumprimento de medida socioeducativa que conseguiu sua vaga por pressão judicial e que muitas vezes são vistos por professores e direção escolar como aqueles que não deveriam estar ali. Assim, sua presença suscita medo e rejeição.

Corti e Souza (2004, p.101) também chamam a atenção para escolas que ganham novo perfil de estudantes, “cheio de nuances e heterogeneidade: negros, brancos, diferentes grupos econômicos, com repertórios culturais diferenciados, moças e rapazes”. Flexibilização à qual o atual sistema educacional não tem conseguido responder, pois tende a criar uma “lógica homogeneizante”, e assim, desconsiderando as especificidades e as diferenças, o que reforça e reproduz as desigualdades sociais.

As autoras consideram além da escola, os inúmeros espaços de socialização dos jovens onde constroem seus “aprendizados, identidades e projetos de vida”. E a instituição escolar ao desconsiderar a integralidade desses sujeitos, “perde a oportunidade de conhecer e dialogar com sua visão de mundo, seus anseios, seus desejos, seus ideais” (p. 103). Conclui que, junto às marcas da perda de motivação, o desinteresse dos alunos e a precarização da qualidade de ensino, a escola perde a oportunidade de tomar contato com uma realidade capaz de auxiliá-la na constituição de práticas educativas muito mais significativas e capazes de se atingir o sucesso.

Ao que parece, a distância entre o mundo escolar e o mundo juvenil, com a conseqüente dificuldade de comunicação entre os dois, tem gerado um enfraquecimento da capacidade educativa da escola e favorecido uma socialização juvenil incompatível com os princípios éticos e democráticos. A escola torna-se, então, espaço de vivência da injustiça, do medo e da insegurança, quando de pura reprodução dos valores racistas e sexistas de nossa sociedade, como demonstram inúmeras pesquisas (CORTI, SOUZA, 2004, p.103).

O direito dos jovens à participação ativa em seu próprio processo educativo tem sido historicamente tolhido, pois a escola desconsidera a percepção e a fala dos jovens. As autoras identificam a partir de pesquisas analisadas em seu trabalho, a precariedade das relações entre os agentes escolares e os estudantes, especialmente por parte de diretores e professores, apontados pelos estudantes como forma de desrespeito. O que geralmente assume a forma de conflitos violentos, dificultando a comunicação entre a escola e os jovens.

¹⁵ Aspas da autora

Da mesma forma, também identificam que os professores são vistos pelos estudantes como atores fundamentais em seu percurso escolar, capazes de “dificultá-lo ou favorecê-lo, despertar seu interesse ou desmotivá-lo” (CORTI; SOUZA, 2004, p.110), a partir de relações amigáveis e dialógicas ou não. Com isso, as autoras encontram indícios da existência de um campo de conflito e de tensão na escola, transgressões que têm sido “escamoteadas”, e quando aparecem são tratadas de forma isolada e individualizada, sem levar em consideração que é um problema institucional. Contudo, a partir da juventude, encontra propostas para o enfrentamento da solução de tais conflitos, como, “a elaboração coletiva e transparente de regras de convivência, e a garantia de espaços para a resolução”.

Teixeira (2008) ainda destaca que toda essa situação se configura em um ambiente hostil, no qual o adolescente também reage com hostilidade e de forma bruta, em uma acirrada disputa por liderança, no qual todos perdem. Então, a autora entende que, para uma mudança positiva nesta relação que constitui aspecto central, necessita existir um vínculo significativo entre professor – aluno / educador – educando, no qual este professor com sua grande força, que é o exemplo, possa colaborar com o desenvolvimento do educando de sua “revolucionária capacidade de pensar sobre o outro, sobre o mundo, sobre si mesmo” (ibid., p. 6).

Ela ainda conclui que, diante do medo que o professor tem de seu aluno, passa a criar estratégias para que ele desista dos estudos ou constrói profecias de fracassos que irão perdurar por toda a vida dele. O adolescente definirá para si, baixíssimas expectativas de sucesso e de nível de aspiração, fatos que levam à concorrência com o crime organizado, que oferece a ele os melhores ícones da identidade – trabalho, dinheiro e arma. “Ele, finalmente, se sente reconhecido, valorizado, mas, não sabe que sequestraram seu futuro” (ibid., p.7).

É importante entender que, quando gestores e professores na busca de se aproximar do adolescente, conseguirem enxergar nele capacidades e habilidades positivas, conseguirão iniciar um percurso, mesmo que longo, do “resgate de mais um” (p. 7).

Corti e Souza (2004, p.114) encontram em alguns estudiosos, a escola em sua dimensão de sociabilidade e de convivência entre os jovens, apropriada para um “pólo de produção e afirmação de uma cultura adolescente – ou de uma cultura juvenil” –, e que apontada como um fator positivo, o estar na escola. Porém, no geral, a escola costuma focar e tratar os jovens com a predominância da categoria aluno, esquecendo que este é manifesto por uma maior complexidade de relações e vivências não limitadas à escola. O que não surpreende, tendo em vista que “no espaço escolar as pessoas ocupam lugares e papéis socialmente definidos” (p. 118), e o jovem é o aluno, com um conjunto de regras e deveres que devem ser cumpridos na relação com os professores e com os outros no âmbito da escola. Diante disso, o aluno tem como principal dever, o de apenas aprender e apresentar bom desempenho.

Para as autoras, existe uma lacuna originada na insuficiência de pesquisas sobre a relação entre os jovens e o processo pedagógico. Inclusive, comparam afirmando que as escolas conseguem dialogar com a infância, mas que a instituição escolar não avançou no sentido de enriquecer sua compreensão sobre adolescentes e jovens.

O conflito instalado remete, de um lado, a uma instituição que se vê ameaçada por comportamentos e símbolos vindos “de fora”, frequentemente associados ao mundo da rua, e, de outro lado, aos alunos jovens que resistem à homogeneização proposta pela escola e

buscam levar suas identidades juvenis para dentro dela, afirmando-as de forma explícita (CORTI; SOUZA, 2004, p.120).

Nesse sentido, não se trata de negar a importância de ser estudante, mas sim, de reconhecer a amplitude da construção da identidade dos alunos adolescentes para ir além da sua inclusão escolar na educação básica.

Considerações finais

O desenvolvimento do presente estudo possibilitou analisar a relação entre adolescentes e jovens em liberdade assistida e a escola, e permitiu compreender as tensões que envolvem o acesso à escola por adolescentes em liberdade assistida.

Percebe-se que existem diferenças entre adolescentes e jovens, no desenvolvimento cognitivo, cultural, social, afetivo e econômico, cujo modo de se relacionarem são determinantes para classificar sua categoria social.

Além da diferença entre as classes, ainda se deparam com a dificuldade de serem compreendidos nas suas etapas de desenvolvimento e na configuração de suas identidades o que os leva ao sofrimento, incluindo, os pais e a instituição escola. Esse processo podemos considerá-lo como inacabado, porém, de responsabilidade de toda a sociedade.

A construção social exigida ao adolescente e jovem, com características e papéis sociais determinantes para ser um adulto perfeito, entra em choque com a necessidade de eles viverem a vida presente, que é o que lhes faz sentido. O fato de não aceitarem regras prontas, construídas pelos outros, leva a juventude a estranhar, questionar e ao desejo de novas experiências. Com isso, poderá ocorrer duas escolhas: se adaptarem às exigências da sociedade ou romper com esta através da contestação, inserindo-se em movimentos juvenis ou aderindo a condutas transgressoras e desviantes.

Muitas vezes, em virtude do processo de autonomia na construção da identidade, o jovem rejeita a proteção do adulto, mesmo quando se depara com os poucos recursos oferecidos para o exercício dessa capacidade, principalmente quando a instituição escola e seus professores excluem os jovens na tomada de decisões.

Assim, ao aderirem às condutas transgressoras e desviantes, jovens são considerados grandes ameaças. Contudo, para o entendimento dessa parcela da juventude, é importante perceber que o adolescente autor de ato infracional é, antes de tudo, um adolescente que está em desenvolvimento peculiar e que, numa fase específica cometeu ato infracional, não podendo ser catalogado como possuidor de uma carga genética que o classificará como o “eterno bandido”.

Apesar de existirem leis, estas não têm refletido os valores e anseios dos adolescentes e jovens sujeitos de direitos. E, destacadamente, para o adolescente autor de ato infracional, principalmente por grande influência da mídia com discurso caracterizado apenas por expressões assustadoras e de pavor social, levando às pressões por penas mais severas, acreditando que assim, haverá justiça e segurança social.

Acredita-se intensamente no fenômeno da judicialização da vida do adolescente, como sendo ele o único responsável por seus atos. Decorrem daí as inúmeras discussões sobre a redução da maioria penal, subordinados pelo regime de verdade segundo Vavassori (2015), acreditando que assim, existirá melhor proteção e responsabilidade por parte desse adolescente.

Apesar da consideração da medida socioeducativa como pedagógica, existe a responsabilização e a restrição de direitos e de liberdade, tendo em vista que tais jovens estão fatalmente associados com a violência e não se leva em conta o seu contexto social.

Quando aplicada a medida socioeducativa em meio aberto, afirma-se, supostamente, o valor universal da liberdade e espera-se dela, uma diretriz para a educação e não apenas uma sanção, por isso, a importância da execução acontecer próximo de sua família, escola e comunidade, evitando-se o romper dos vínculos afetivos.

Para que essa medida responda ao seu principal papel, que é o pedagógico, necessita preocupar-se com a interlocução da rede de serviços municipais, objetivando o desenvolvimento pessoal e social do jovem. Entretanto, é no processo educativo do adolescente autor de ato infracional, apesar de encontrar garantia na lei, que encontramos a hostilidade e resistência por parte da instituição escola, de seus professores e demais funcionários.

É fato a existência de inúmeros problemas no sistema educacional, em especial, o acesso de uma maioria excluída, a sua permanência e o seu desempenho, o que lhes dificulta acompanhar o processo educativo. A não compreensão do processo de construção da identidade do adolescente/jovem e suas especificidades, especialmente na relação professor-aluno e a predominância de uma metodologia homogeneizada, que desconsidera os aspectos socioculturais desses alunos, os prejudica na permanência e continuidade dos estudos.

Ao se posicionar com sua frágil noção de justiça e autoridade, esta grande instituição socializadora, que é a escola, reproduz estigmas sociais, com isso, desigualdades e exclusões. As práticas disciplinares rígidas e autoritárias juntamente com o auxílio da força policial, não têm colaborado na solução dos problemas, reforçando uma lógica excludente.

Na sociedade contemporânea é recorrente a associação da adolescência/juventude à violência e se intensifica com a criminalização dos adolescentes da periferia. Considera-se indisciplina, para o jovem de classe média, e violência, para os alunos da escola pública de periferia. A violência está associada às camadas populares, pobres e negras no imaginário da sociedade, estendendo essa visão à família do adolescente/jovem culpando-a pela violência praticada. A consequência pelo modo de receber o adolescente e/ou sua família podem ser determinantes para o presente e futuro deste.

A presença, em especial do adolescente autor de ato infracional, provoca medo e rejeição e por isso, é recebido na escola como aquele que, possivelmente desestruturará e tumultuará o ambiente escolar, em sua organização, que já não alcança o seu propósito.

Sabe-se que estar na escola é fator positivo, tendo em vista sua proporção de sociabilidade e de convivência entre os jovens. Entretanto, a instituição escola não avançou no sentido de melhorar sua compreensão sobre adolescentes e jovens, mais ainda quando se trata dos jovens em conflito com a lei, que são duplamente estigmatizados. Assim, o direito à educação mostra-se frágil na sua efetivação desnudando a dimensão excludente da escola no que tange aos jovens dos setores populares.

Referências

ABERASTURY, Arminda; KNOBEL, Maurício. **Adolescência Normal**: um enfoque psicanalítico. Trad. de Suzana Maria Garagoray Ballve. Porto Alegre: Artes Médicas, 1981.

AMARAL e SILVA, Antonio Fernando do. O estatuto da criança e do adolescente e sistema de responsabilidade penal juvenil ou o mito da inimputabilidade penal. In: ILANUD; ABMP; SEDH; UNFPA (orgs.). **Justiça Adolescente e Ato Infracional: socioeducação e responsabilização**. São Paulo: ILANUD, 2006. p. 49-59.

BOCK, Ana Mercês Bahia; FURTADO, Odair; TEIXEIRA, Maria de Lourdes Trassi. **Psicologia: uma introdução ao estudo de psicologia**. 13 ed. reform. e ampl. São Paulo: Saraiva, 2002. Cap 17, p. 247 – 255.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**: 1988. 10 ed. Brasília: Câmara dos Deputados, 1998.

_____. **Estatuto da Criança e do Adolescente**. Secretaria Especial dos Direitos Humanos. Ministério da Educação. Assessoria de Comunicação Social. – Brasília: MEC, ACS, 2005. 77 p.

_____. Presidência da República. Secretaria Especial dos Direitos Humanos. Conselho Nacional dos Direitos da Criança e do Adolescente. **Sistema Nacional de Atendimento Socioeducativo – SINASE / Secretaria Especial dos Direitos Humanos – Brasília-DF: CONANDA**, 2006. Disponível em <<http://www.sdh.gov.br/assuntos/criancas-e-adolescentes/pdf/SinaseResoluoConanda.pdf>>. Acesso em: 17 mai. 2017.

_____. Presidência da República. **Estatuto da Juventude**. <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2013/lei/112852.htm>. Acesso em: 17 mai. 2017.

CORTI, Ana Paula; SOUZA, Raquel. **Diálogos com o mundo juvenil: subsídios para educadores**. São Paulo: Ação Educativa, 2004.

CUNHA, Eliseu de Oliveira; DAZZANI, Maria Virgínia Machado. **A Escola e o Adolescente em Conflito com a Lei: Desvelando as tramas de uma difícil relação**. *Educ. rev.*, Belo Horizonte, v. 32, n. 1, p. 235-259, mar. 2016. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-46982016000100235&lng=pt&nrm=iso>. <http://dx.doi.org/10.1590/0102-4698144008>. Acesso em: 30 mar. 2016.

DAYRELL, J. et al. Juventude e Escola. In: SPOSITO, Marília Pontes (coord.). **Estado da Arte sobre juventude na pós-graduação brasileira: educação, ciências sociais e serviço social (1999-2006)**. Belo Horizonte, MG: Argumentvm, 2009. v. 1. p. 57-126. Disponível em: < http://www.emdialogo.uff.br/sites/default/files/EstadoArte-Vol-1-LivroVirtual_0.pdf>. Acesso em: 17 mai. 2017.

FUNDAÇÃO CRIANÇA. **Relatório de gestão – 2014**. Centro de Atendimento Socioeducativo – CASE. Fundação Criança de São Bernardo do Campo, SP, 2015.

LIBERATI, Wilson Donizeti. **Execução de medida socioeducativa em meio aberto: Prestação de Serviço à Comunidade e Liberdade Assistida**. In: ILANUD; ABMP; SEDH;

UNFPA (orgs.). Justiça Adolescente e Ato Infracional: socioeducação e responsabilização. São Paulo: ILANUD, 2006. p. 367-395.

ROQUE, Átila. **Do progresso ao retrocesso:** a discussão sobre redução da maioria penal no Brasil. Disponível em: <<https://anistia.org.br/progresso-ao-retrocesso-discussao-sobre-reducao-da-maioridade-penal-brasil/>>. Acesso em: 17 mai. 2017.

ROSA, Alexandre Morais da. **Imposição de medidas socioeducativas:** o adolescente como uma das faces do homo sacer (Agamben). In: ILANUD; ABMP; SEDH; UNFPA (orgs.). Justiça Adolescente e Ato Infracional: socioeducação e responsabilização. São Paulo: ILANUD, 2006. p. 277-302.

TEIXEIRA, Maria de Lourdes Trassi. **Uma relação delicada:** a escola e o adolescente em conflito com a lei. 2008. Disponível em: <<http://www.promenino.org.br/Ferramentas/Conteudo/tabid/77/ConteudoId/88cc0cd9-2ae1-42a2-bc8f31b2f9f1f6d9/Default.aspx>>. Acesso em: 30 mar. 2016.

_____. **Evitar o desperdício de vidas.** In: ILANUD; ABMP; SEDH; UNFPA (orgs.). Justiça Adolescente e Ato Infracional: socioeducação e responsabilização. São Paulo: ILANUD, 2006. p. 427-447.

VAVASSORI, Mariana Barreto; TONELI, Maria Juracy Filgueiras. **Propostas de Redução da Maioridade Penal:** a Juventude Brasileira no Fio da Navalha?. *Psicol. cienc. prof.*, Brasília, v. 35, n. 4, p. 1188-1205, dez. 2015. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-98932015000401188&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 17 mai. 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/1982-3703001732014>.

CHALLENGES TO SCHOOL ACCESS TO TEENAGERS IN ASSISTED FREEDOM

ABSTRACT

The research analyzes the obstacles of the school insertion of teenagers in fulfillment of the socio-educational measure in open environment, in the form of assisted freedom and community service. Therefore, it was made a literature review on the concepts of adolescence, youth and violence based on Corti and Dayrell studies. The specifics of the adolescents who committed an infraction were also addressed, marked by social stigmas that provoke resistance on the part of the teachers and the school, making difficult their reception process. This is a bibliographical study that points out that the hostility of the school is related to the social difficulty of recognizing teenagers in law conflicts as subjects of rights and under development, because they are seen as "different", feared and dangerous youth, which corroborates to construct representations of failure that only reinforce the exclusion of these subjects.

Keywords: *Adolescence. Youth. Violence. Teenager in Fullfillment of the Socio-educational Measure. Educational Inclusion.*

**Enviado em 11/2017.
Aceito em 01/2018.**

A METODOLOGIA BIM E SUAS INOVAÇÕES NA CONSTRUÇÃO CIVIL: UMA ABORDAGEM NAS OBRAS METROVIÁRIAS DE SP¹⁶

Beatriz Policarpo¹⁷
Especialização/USP
Professora/FATEC

RESUMO

Atualmente existem diversas obras de infraestrutura espalhadas por todo o país que são de suma importância para o desenvolvimento econômico. Mas o modo como os recursos públicos vêm sendo empregados nestes empreendimentos aponta para questões como extrapolação de prazos de entrega e de orçamentos previstos. Neste trabalho, utiliza-se a abordagem da metodologia BIM, também conhecida como Modelagem da Informação da Construção, aplicados no gerenciamento de projetos de engenharia, para abordar seus conceitos e suas contribuições às obras, especialmente na construção de estações metroviárias em São Paulo. Discute-se de maneira sucinta esta metodologia, o problema crônico de atrasos de prazos e extrapolação de custos e se esta ferramenta é a solução para tais situações, analisando como foram os resultados da obra citada.

Palavras-chave: BIM. Planejamento. Orçamento. Construção civil. Obras metroviárias.

60

Introdução

Atualmente, no segmento de construção civil brasileiro, observa-se um grande impacto nas previsões e conseqüente extrapolação das datas de entrega e dos custos inicialmente estimados e acordados em seus contratos, tanto em obras de pequeno porte, quanto em grandes projetos de infraestrutura, como a expansão do sistema metroviário.

Esse fato é de conhecimento público, uma vez que a mídia oferece inúmeras matérias como “Obras de mon trilhos em SP atrasam, diminuem, e ficam até 83% mais caras” (G1, 2016); “metrô de SP tem atraso em todas as obras de expansão” (Folha de São Paulo, 2017).

Hoje em dia, as comunidades acadêmica e profissional possuem diversos conhecimentos e ferramentas de gestão que foram consolidados ao longo do tempo, envolvendo pesquisas como teses de mestrado e doutorado, livros, artigos, guias, e softwares, que se propõem no auxílio da resolução destes problemas e que se concentram atualmente na disciplina de Gestão de Projetos, sendo de fácil acesso à maioria dos interessados.

Apesar de já existirem boas práticas e ferramentas disponíveis, a gestão destes empreendimentos ainda se mostram pouco eficientes e com várias perspectivas negativas.

É com a promessa de mudança deste paradigma que a metodologia BIM (Modelagem da Informação da Construção) vem sendo oferecida aos profissionais,

¹⁶ Trabalho de pós-graduação lato sensu em Gerenciamento de Projetos pela USP-ESALQ apresentado para o II EICPOG.

¹⁷ E-mail: beatriz.policarpo@fatec.sp.gov.br

construtoras e incorporadoras, mas será mesmo que ela pode oferecer todos esses ganhos, principalmente no cenário crônico de extrapolção de prazos e custos que a área enfrenta?

A partir dessas perguntas e reflexões provocativas é que se pretende discorrer este trabalho, apoiando-se em um estudo de caso, na obra da linha 5 – Lilás de expansão do sistema metroviário de São Paulo-SP.

Objetivos

Analisar os conceitos, aplicações e impactos da tecnologia BIM no cenário da construção civil brasileira, especificamente em obras metroviárias de São Paulo, mensurando seus ganhos, conhecimentos, lições aprendidas e qual caminhos deveremos seguir para este avanço.

Metodologia

Neste trabalho se utilizará a metodologia de pesquisa qualitativa focada em textos e do tipo estudo de caso, sendo adotado o projeto de uma futura estação do metrô, e aprofundar-se-á na fundamentação teórica que detalha e explica essas novas ferramentas possibilitando a compreensão do tema.

Fundamentação teórica

Triângulo das restrições

Tamanha é a importância do escopo, tempo e custo na metodologia de gestão de projetos, que eles foram agrupados no que é chamado de “triângulo de ferro” ou “triângulo das restrições”, pois notou-se que são variáveis intrinsecamente ligadas. Por exemplo, não é possível modificar o escopo sem interferir no custo ou no prazo do projeto, resultando nesta forma onde a mudança em uma das arestas ocasiona num redimensionamento das demais.

Há um jargão entre engenheiros e gestores que diz “Você pode ter um resultado bom, rápido ou econômico. Escolha dois.” (Microsoft, 2013). Isto popularmente representa a técnica que expressa que um dos lados do triângulo é inflexível, ora no prazo, ora no orçamento, ora no produto, em certos casos tendo até dois pontos fixos, o que mostra a necessidade de criatividade e estudos de novas técnicas e metodologias para realizar o equilíbrio destes pontos.

Gestão do escopo

Segundo Maximiano (2014), “a área do conhecimento mais importante na administração do projeto é o escopo” (p. 44), este item se mostra tão significativo quando partimos do raciocínio que é nele que se descreve tudo o que será desenvolvido no trabalho e o que estará incluído, o que não estará incluído. Ele pode ser chamado de memorial descritivo, que contemplará no detalhe o que deverá conter no projeto.

Mas na construção civil, especialmente nas obras públicas, este assunto também é impactado por outras variáveis. O que rege a amplitude, a forma e as regras nesta área é a Lei nº 8.666 que institui normas para licitações e contratos da Administração Pública (Brasil, 1993), nela para a licitação de empreendimento é necessário haver “projeto básico

aprovado pela autoridade competente e disponível para exame dos interessados em participar do processo licitatório” (p.7).

Este projeto básico é elaborado com estudos preliminares, e não suficientes para a execução completa da obra como no projeto executivo, que inclusive é previsto nesta mesma lei, mas que não é obrigatório para o sistema licitatório. Infelizmente é aí que nasce um dos pilares do problema estudado, com margem para modificações, alguns casos quase a totalidade do projeto, abre-se uma porta ao infinito de mudança que afetam diretamente o contrato, o escopo e conseqüentemente prazos e custos da obra.

Gestão dos riscos

O Guia de Gerenciamento de Projetos define o risco do projeto como “um evento ou condição incerta que, se ocorrer, provocará um efeito positivo ou negativo em um ou mais objetivos do projeto tais como escopo, cronograma, custo e qualidade” (Project Management Institute, 2013).

A única certeza que se pode ter é que no trabalho e nas suas atividades alguma coisa vai sair de maneira diferente do programado: algum evento climático inesperado, um equipamento que apresentou defeito, alguma mão de obra mais cara, a oscilação do custo de materiais advindos de importação, sujeitos a variações de moeda, podendo ser positivas ou negativas, uma inovação tecnológica ou construtiva que possibilita ganhos de prazos e custo. Enfim, poder-se-iam relatar diversos eventos previsíveis ou não, e evitados no transcurso do empreendimento, por isso o estudo do gerenciamento de risco se mostra tão importante e necessário.

Vê-se na engenharia civil o Sistema Integrado de Gestão “o SIG recebe grande atenção do mercado empresarial, e se destaca para o suporte das operações das empresas e principalmente para o seu gerenciamento” (Krugner, 2010). Ele contempla matrizes de riscos de acidentes, ambientais e sociais.

Esses sistemas operam de maneira a atender à norma NBR ISO 14.001/2015, que parametriza os indicadores de gestão da Qualidade com o Meio Ambiente, da Qualidade com a Segurança e Saúde no Trabalho ou ainda a integração dos sistemas da Qualidade, de Gestão Ambiental e de Segurança e Saúde Ocupacional no Trabalho. Todas estas informações são importantes para esclarecer que o segmento de infraestrutura possui gerenciamento de riscos, mas que toda esta sofisticação se concentra apenas no cumprimento das normas ambientais e de qualidade.

Quando se relacionam os estudos de probabilidades e de ocorrência destas incertezas no campo operacional e produtivo com seus impactos no orçamento e prazos, não se observa o mesmo avanço e meticulosidade. O Project Management Institute (2013) sugere a criação de uma Estrutura Analítica de Riscos (EAR), contendo risco técnico, risco organizacional, risco externo e risco gerencial.

Isso possibilitaria o estabelecimento de contingências financeiras e de prazo, mas infelizmente não é o que se pratica, sendo menos preponderante e com a eventualidade de intercorrências, não mensuradas e não inseridas no projeto, têm-se significativos abalos na credibilidade e viabilidade de término do projeto.

Definição do BIM na construção civil

BIM ou Modelagem da Informação da Construção segundo Eastman (2008) possibilita “criar um modelo virtual preciso do edifício construindo-o digitalmente. Quando completado, este modelo contém geometrias e dados importantes para dar suporte a todo o ciclo de vida da edificação” (MONTEIRO, 2011, p.01). Para TAKAGAKI (2016) “o modelo BIM pode atuar, na etapa de projeto, como um fator fundamental para a interligação dos diversos subsistemas de uma edificação” (p.10).

O surgimento desta ferramenta se deu “depois da inovação do CAD 3D paramétrico, muito explorado pelas indústrias aeroespacial, automobilística e de manufatura” (MONTEIRO, 2011). Ela permite a associação de objetos especiais, que possuem dimensões, volumes, áreas que são elementos arquitetônicos como janelas, paredes, piso e pilares a outros tipos de informações como: acabamento, fabricante, custo, relacionamento com outros objetos e etc. Com isso pode-se extrair de maneira muito mais rápida e pouco operacional as informações referentes aos quantitativos de materiais, orçamentos e planejamento de obras. Além disso caso haja modificações estruturais ele atualiza toda a fonte de dados de uma única vez, diminuindo os retrabalhos e verificando a interferências entre os sistemas.

Apesar da ferramenta parecer inovadora, ainda há a falta de capacitação e muita resistência pelos profissionais da área relacionada à segurança do sistema, à alteração responsável dos dados, e ao seu efetivo sucesso nas fases de controle e acompanhamento.

Estudo de caso - Metrô de São Paulo (Linha 5 –Lilás)



Figura 01. Escavação do túnel duplo em NATM

Fonte: Dados originais da pesquisa

Nota: Escavação do túnel pelo método NATM da nova estação Chácara Klabin

Em São Paulo, no ano de 2010, iniciou-se um projeto de expansão metroviária que se denominava Linha 5 - Lilás. Ele compreendia a ligação de dois pontos já em

operação, um em seu início, na Estação Largo Treze do mesmo trecho, até a Estação Chácara Klabin localizada na Linha 5 - Verde, sendo o ponto final do traçado (Consórcio Supervisão L5, 2014).

Dentro do escopo deste contrato (Figura 02), estava a execução da escavação de 11.375 metros de túneis singelos de via dupla, em sua maioria realizada por tuneladoras do tipo “Shield” (Figura 03), e em alguns casos pelo método NATM (New Austrian Tunnelling Method) (Figura 01), e também 11 estações, 13 poços de ventilação e saída de emergência e 1 pátio de manobras (CNEC, 2013).

Inicialmente o empreendimento foi orçado em R\$ 3,4 bilhões, mas no decorrer de sua execução, com algumas mudanças de projetos, de métodos executivos e consequentemente de quantidade de materiais e serviços, este valor saltou para R\$ 4,5 bilhões (Estadão, 2016).

A assinatura do contrato foi realizada no dia 20/10/2010, e continha em um dos seus anexos o cronograma das atividades, onde as durações de cada frente de trabalho eram expressas em dias (Consórcio Supervisão L5, 2014).

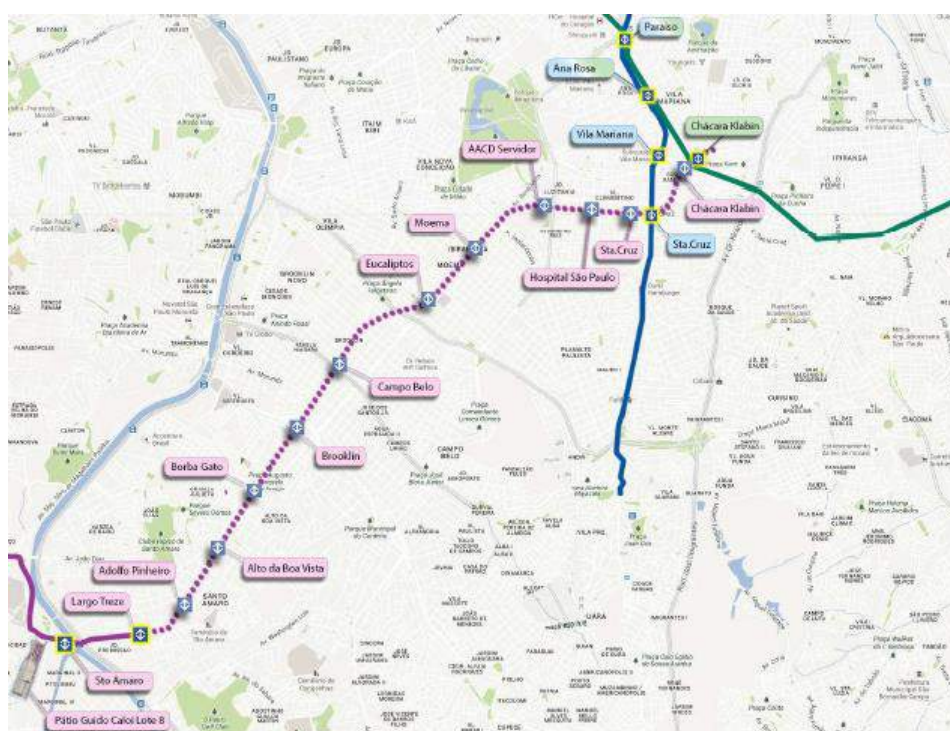


Figura 02. Mapa de localização da implantação da linha

Fonte: CNEC [2013]

Nota: Visão completa do traçado da Linha 5 no mapa da cidade de São Paulo

A obra durante a licitação do contrato, realizada pelo Governo do Estado de São Paulo, foi dividida em 8 lotes. Cada lote possuía um consórcio construtor específico, conforme as propostas ganhadoras do certame (CNEC, 2013).

Algumas empresas dos consórcios construtores utilizaram, além das boas práticas em gerenciamento de projetos, modernas ferramentas de tecnologia. Pode-se citar o Lote 5, representado pelas empresas Heleno & Fonseca e TIISA, que utilizaram a metodologia BIM (Building Information Modeling) como apoio na realização de estudos e no planejamento das operações que envolviam o empreendimento (Portal Brasil Engenharia, 2013).

Este lote era o responsável pela execução das Estações Eucaliptos, Estação Moema e poço VSE Rouxinol. E foram motivados internamente na utilização destes novos processos, pela equipe de planejamento e controle representada pelo seu gestor Marcelo Tâmega, implantando este sistema inovador no gerenciamento e controle das atividades (TAMEGA, 2017).

No projeto estudado, assim como em todas as outras frentes de trabalho, as empresas recebiam os projetos executivos na extensão .dwg, com suas configurações habituais em 2D (peças gráficas em planta), por isso a equipe do departamento de projetos contava com 2 profissionais com formação em arquitetura para a modificação e ajustes na plataforma requerida, e utilizaram o software Vectorworks® para o desenvolvimento deste trabalho e migração dos projetos para o 3D (peças gráficas com perspectivas de maquete eletrônica) (TAMEGA, 2017).

Através desta empreitada foi possível realizar a associação de seus diversos objetos especiais, entre suas especificações estruturais e arquitetônicas como também componentes de prazo e custo. Utilizando-se também com o suporte de outros softwares como o MS Project® e o Synchro® para a plataforma 4D (união das peças gráficas da maquete eletrônica com dados de duração e cronologia de execução - Figura 04), que compreende a modelagem associada ao cronograma, e a exportação para o Microsoft Excel® constituindo o 5D (peças gráficas associadas aos custos dos materiais e mão de obra envolvidos nas atividades) tendo o orçamento como resultado.



Figura 03. Montagem de anéis pré-montados do túnel singelo

Fonte: Consórcio Supervisão L5 (2014)

Nota: Ensaio de resistência e teste de montagem dos anéis pré-fabricados da tuneladora

Com o desenvolvimento desta plataforma foi possível criar avanços nos processos e a diminuição no trabalho e retrabalho operacional, usualmente causados pelas mudanças entre projetos básicos e executivos. Esta integração trazida pela metodologia BIM, automatizou as alterações das peças gráficas, aos arquivos dos cronogramas e planilhas orçamentárias (TAMEGA, 2017).

Segundo Tâmega (2017) houve outros ganhos, como assertividade no método executivo e estudos estratégicos de execução, o fato de a maquete eletrônica facilitar a

visualização das etapas construtivas e do empreendimento como um todo, além de antever problemas de incompatibilidade dos sistemas e outras inconsistências.

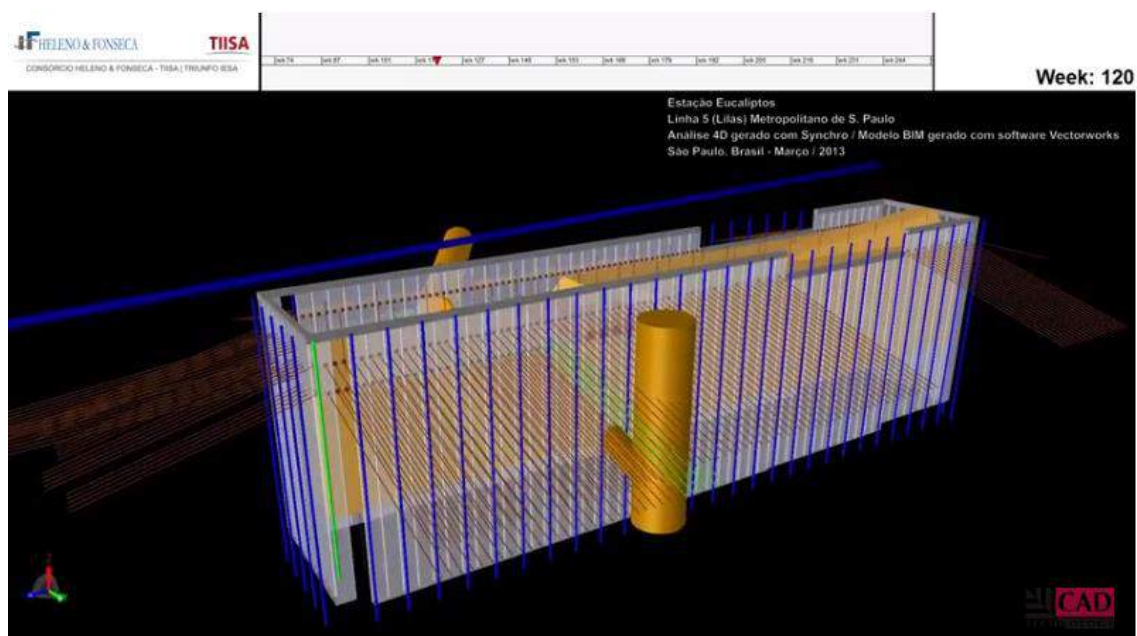


Figura 04. Simulação eletrônica da metodologia BIM em 4D

Fonte: TAMEGA, Marcelo [2017]

Nota: Resultado da modelagem BIM da Estação Eucaliptos em 4D

Fazendo uma abordagem das durações e prazos previamente estimados no contrato, teríamos a liberação de todas as frentes de trabalho com a emissão de um único documento (30 dias corridos após a assinatura do documento), a OS nº 01, mas só foi emitida em 26/05/2011 e alguns outros contratemplos, como desocupação de imóveis, trâmites judiciais para desapropriação, áreas de terrenos contaminadas, desvios de adutoras de rede de água e esgoto, desvios de rede de sistemas de gás encanado e telefonia, fizeram com que a emissão deste documento de liberação fosse partilhada e feita com a especificidade de cada local (Consórcio Supervisão L5, 2014, p. 35).

No caso da Estação Eucaliptos, sua ordem de serviço era a nº 02, emitida em 07/12/11, da Estação Moema a ordem de serviço era a nº03, emitida em 15/02/2012 e por fim do Poço de Ventilação e Saída de Emergência Rouxinol a de nº 04, emitida em 09/05/2012. Com as datas de término previstas contratualmente de janeiro de 2015, janeiro de 2015 e setembro de 2014 respectivamente (CNEC, 2013). Ainda hoje estão sendo executados os trabalhos de construção civil, e segundo o Governador Geraldo Alckmin, em entrevista publicada no site G1 (2017), “até dezembro devem ser inauguradas as demais: Eucaliptos, Moema, AACD Servidor, Hospital São Paulo, Santa Cruz e Chácara Klabin” G1, 2017).

Discussões e resultados

Compilando os dados descritos anteriormente, temos os dados na (Tabela 01), onde são descritas as durações, e logo a seguir um gráfico (Figura 05), com o atraso em dias destas obras.

Projeto	Término previsto contratual	Término real mais projetado	Atraso em dias
Estação Eucaliptos	31/01/2015	31/12/2017	1065
Estação Moema	31/01/2015	31/12/2017	1065

Tabela 01. Atraso em dias

Fonte: Resultados originais da pesquisa

Nota: Comparativo entre as datas contratuais e real mais projetado com seus respectivos cálculos de atraso

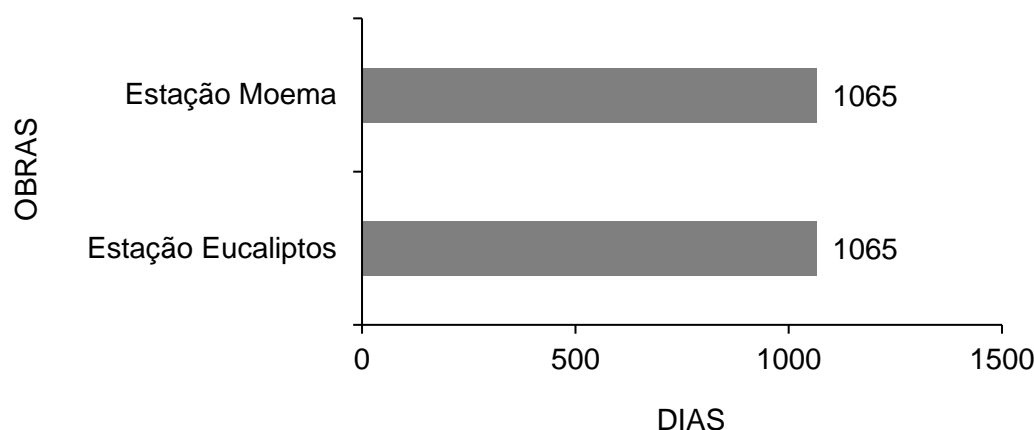


Figura 05. Gráfico de atraso em dias

Fonte: Resultados originais da pesquisa

Nota: Comparativo entre as datas contratuais e real + projetado com seus respectivos cálculo de atraso

E analisando de maneira global os custos do empreendimento, contemplando todos os lotes, pode-se através da (Tabela 02) e do gráfico (Figura 06) verificar os resultados da aplicação dos recursos financeiros.

Projeto	Orçado contratual	Orçado corrigido	% de aumento
Linha 5 - São Paulo	3,40	4,50	32,4%

Tabela 02. Aumento em pontos percentuais dos custos dos projetos

Fonte: Resultados originais da pesquisa

Nota: Comparativo entre os valores orçamentários [contratual x atualizado] com seus respectivos aumentos

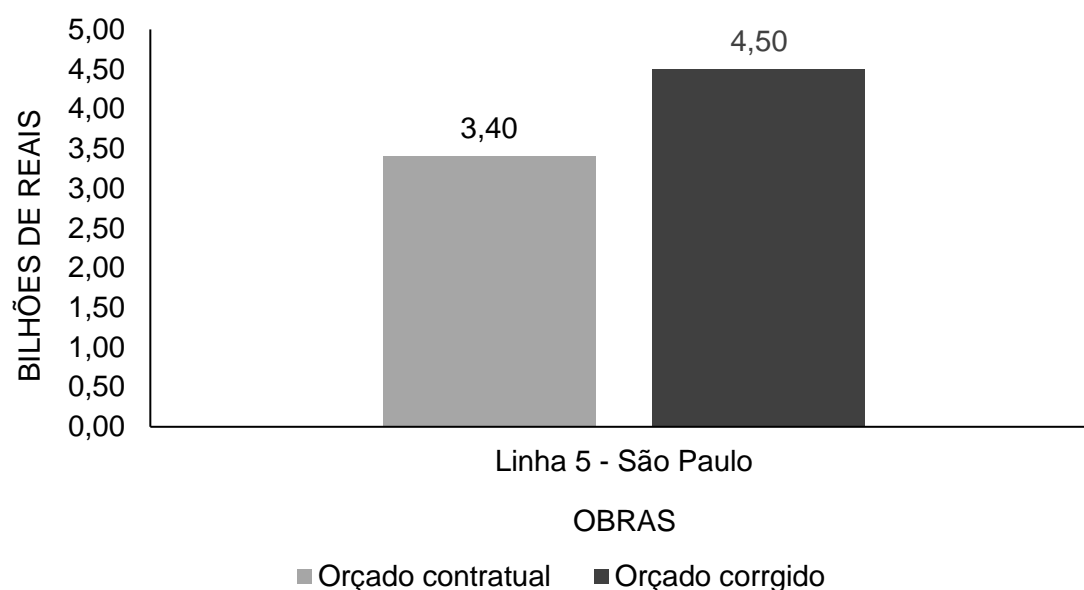


Figura 06. Aumento em pontos percentuais dos custos dos projetos

Fonte: Resultados originais da pesquisa

Nota: Comparativo entre os valores orçamentários [contratual x atualizado] com seus respectivos aumentos

Considerações finais

Apesar da aplicação das ferramentas gerenciais recomendadas pelo Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos e da moderna tecnologia na metodologia BIM empregadas no empreendimento, não foi possível reduzir de maneira significativa a extrapolação dos prazos e custos, das informações inicialmente previstas em contrato.

Focando nas lições aprendidas trazidas pela Modelagem da Informação da Construção pode-se destacar como pontos positivos:

- o gerenciamento centralizado, por um único projetista (equipe interna de projetos), não trouxe problemas quanto a edição irresponsável por diversas diferentes partes, estragando o produto final.

E negativos:

- a necessidade de redesenhar os projetos executivos recebidos da empresa projetista, que não estavam alinhados com a metodologia, fazendo com que demandasse da equipe o investimento de muitas horas de trabalho operacional.

Mesmo assim, apesar do entrevistado afirmar que esta é a ferramenta do futuro, já sendo obrigatória em países como o Reino Unido, ela não pode modificar intercorrências vindas das partes envolvidas, podendo citar neste caso emissão de ordem de serviços, problemas com desapropriações e terrenos contaminados que afetam diretamente no prazo da obra.

Portanto, almejando o sucesso na conclusão de projetos, especialmente os de construção civil, têm-se que se abordar assuntos como a legislação vigente (Lei n. 8.666, de 21/06/1993), que permite que licitações sejam realizadas com projetos básicos, suscetíveis a mudanças e com detalhamento insuficientes, com o baixo levantamento de

riscos e a falta da inclusão de seus contingenciamentos nas planilhas orçamentárias e que já aniversariou em mais de vinte anos apontando para a necessidade de revisões.

Os avanços em melhorias de processos, ferramentas e plataformas são muito importantes para o aprimoramento tecnológico, mas não se pode esquecer que o fator humano ainda é preponderante na tomada de decisões, e esses estão imersos a valores, culturas e motivações que vão além das inovações. Por isso, além do aprimoramento constante, tem-se que dedicar mais atenção e importância às ferramentas de gestão já disponíveis, como por exemplo o guia de gerenciamento de projetos, e à mudança de paradigmas, como priorizar muito mais que somente os ganhos de capitais, e o tempo necessário em estudos técnicos preliminares e equipe qualificada para o cumprimento de prazos e custos nos empreendimentos de construção.

Referências

ASTMAN, C. M. et al. *BIM Handbook: A guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors*. New Jersey: Wiley & Sons, 2008. 504 p.

BRASIL.1993. **Lei n. 8.666**, de 21 de junho de 1993. Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 22 jun. 1993, republicado em 6 jul. 1994 e retificado em 6 jul. 1994.

CNEC; Worley Parsons. 2013. **Relatório Mensal NT187-CST-RG5-005-13 rev.0, Lote 5: Poço Bandeirantes [exclusivo] e Estação Moema [inclusivo]**. Metrô de São Paulo, Contrato nº4189021301, São Paulo, Brasil.

Consórcio Supervisão L5. Relatório mensal RT-5.00.00.00/2A9-330, outubro/2014 – Lote 7. Metrô de São Paulo, Contrato nº 418902021302, São Paulo, Brasil.

Estadão. 2016. **Linha 5-Lilás do Metrô fica R\$ 260,8 milhões mais cara**. Disponível em: < <http://sao-paulo.estadao.com.br/noticias/geral,linha-5-do-metro-fica-r-260-8-mi-mais-cara,10000064117>>. Acesso em 11 jul. 2017.

Folha de São Paulo. 2017. **Sob Alckmin, metrô de SP tem atraso em todas as obras de expansão**. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2017/03/1868979-sob-alckmin-metro-de-sp-tem-atraso-em-todas-as-obras-de-expansao.shtml>>. Acesso em 05 abr. 2017.

G1. 2016. **Obras de monotrinhos em SP atrasam, diminuem, e ficam até 83% mais caras**. Disponível em: <<http://g1.globo.com/sao-paulo/noticia/2016/06/obras-de-monotrinhos-em-sp-atrasam-diminuem-e-ficam-ate-83-mais-caras.html>>. Acesso em 05 abr. 2017.

G1. 2017. **Alckmin promete entrega de três estações da Linha 5-Lilás até julho e outras seis no fim do ano**. Disponível em:< <http://g1.globo.com/sao-paulo/noticia/alckmin-promete-entrega-de-tres-estacoes-da-linha-5-lilas-ate-julho-e-outras-seis-no-fim-do-ano.ghtml>>.

KRUGNER, R. B. 2010. **Sistema integrado de gestão – SIG em SMS** [Segurança do trabalho, meio ambiente, e saúde do trabalho]. Trabalho de conclusão de curso de graduação de Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Federal de Santa Catarina.

MAXIMIANO, Antônio Cesar Amaru. 2014. **Administração de projetos: como transformar ideias em resultados**. 5ed. Editora Atlas, São Paulo, SP, Brasil.

Microsoft. 2013. **O triângulo do projeto**. Disponível em:
<<https://support.office.com/pt-br/article/O-tri%C3%A2ngulo-do-projeto-8c892e06-d761-4d40-8e1f-17b33fdcf810>> Acesso em 10 abr. 2017.

MONTEIRO, Ari. **Projeto para a produção de vedações verticais em alvenaria em uma ferramenta CAD-BIM**. São Paulo: Dissertação de Mestrado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2011.

Portal Brasil Engenharia. 2013. **Tecnologia BIM é usada na construção de estações do Metrô de São Paulo**. Disponível em:
<<http://www.brasilengenharia.com/portal/noticias/destaque/5789-tecnologia-bim-e-usada-na-construcao-de-estacoes-do-metro-de-sao-paulo>>. Acesso em 26 jul. 2017

Project Management Institute. 2013. **Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos**. 5ed. Project Management Institute, Philadelphia, PAUSA.

TAKAGAKI, Carolina. **Regras de verificação e validação de modelos BIM para sistemas prediais hidráulicos e sanitários**. São Paulo: Dissertação de Mestrado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2016.

TAMEGA, Marcelo. **Entrevista sobre o trabalho, a aplicação, o desenvolvimento, as lições aprendidas na aplicação da metodologia BIM no Lote 5 da obra da linha lilás do metrô de SP**. São Paulo, entrevista por Skype, 12 de jun de 2017. Entrevista a Beatriz Policarpo.

THE BIM METHODOLOGY AND ITS INNOVATIONS IN CIVIL CONSTRUCTION: ONE IN THE SPANISH SPACE WORKS

ABSTRACT

Currently there are several infrastructure works scattered throughout the country that are of paramount importance for economic development. But how public resources are being used in these enterprises points to issues such as extrapolation of deadlines and expected budgets. In this work, we use the BIM approach, also known as Construction Information Modeling, applied in the management of engineering projects, to approach their concepts and their contributions to the works, especially in the construction of metro stations in São Paulo. This methodology, the chronic problem of time delays and extrapolation of costs, is discussed succinctly and if this tool is the solution to such situations, analyzing how the results of the cited work were.

Key words: *BIM. Planning. Budget. Construction. Underground works.*

Enviado em 11/2017.

Aceito em 01/2018.

AUTOMAÇÃO DOS MOVIMENTOS DO AERÓGRAFO UTILIZADO NO PROCESSO DE *AIRBRUSHING* APLICADO NA ENGENHARIA TECIDUAL¹⁸

Caio Cesar Jacob Silva¹⁹

Mestrando IFSP/Campus São Paulo
Docente IFSP/Campus Registro

Júlio César Domingues²⁰

Técnico em Mecatrônica IFSP/Campus Registro

Rogério Domingues²¹

Técnico em Mecatrônica IFSP/Campus Registro

Bruno Santos²²

Tecnólogo em Automação Industrial IFSP/Campus São Paulo

Tarcísio Fernandes Leão²³

Doutor/USP
Docente IFSP/Campus São Paulo

RESUMO

A produção de arcabouços para cultura celular, na engenharia de tecidos, pode ser realizada através da técnica de *airbrushing*, que consiste na injeção de uma solução polimérica e um gás comprimido em um bico ejetor. Essa mistura é projetada em um anteparo e a matriz polimérica é formada. Atualmente este processo é realizado manualmente, o que não garante repetibilidade das matrizes produzidas. Este projeto propõe um sistema automatizado para a movimentação do aerógrafo utilizado para espelir a solução polimérica. Essa automatização garantirá precisão e repetibilidade dos movimentos o que poderá fornecer melhores resultados na estrutura produzida. Para isso, utiliza-se uma estrutura adaptada de uma impressora 3D acoplada a motores de passo, que são controlados por drivers específicos.

Palavras-chave: Arcabouços. *Airbrushing*. Automação.

¹⁸ Este trabalho é parte da pesquisa “Automação do processo de *airbrushing* utilizado na produção de arcabouços para engenharia tecidual”, do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Automação e Controle de Processos do IFSP – Campus São Paulo.

¹⁹ Endereço eletrônico: caiocjacob@gmail.com

²⁰ Endereço eletrônico: juliocsr_10@hotmail.com

²¹ Endereço eletrônico: rogerio89_domingues@hotmail.com

²² Endereço eletrônico: bm-login@hotmail.com

²³ Endereço eletrônico: leao.tarcisio@gmail.com

Introdução

Bioengenharia voltada à medicina regenerativa procura controlar e ampliar a capacidade natural da regeneração de tecidos, buscando condições ideais de reparo, regeneração e/ou substituição dos tecidos lesados, podendo fornecer elementos celulares requeridos, fatores de proliferação e diferenciação celular (gerando quantidade suficiente de células novas) e estruturas supramoleculares (organização espacial funcional de novos tecidos gerados). Uma das etapas de ação que a medicina regenerativa engloba é a manipulação *ex vivo* (o DNA é primeiramente transferido para células isoladas de um organismo, previamente crescidas em laboratório) de células do próprio paciente, sua expansão, diferenciação e integração potencial em estruturas ordenadas superiores, que serão reintroduzidas nas regiões lesadas e integradas no processo de regeneração (BOROJEVIC, 2008).

A engenharia tecidual permite recriar, industrialmente, tecidos e órgãos sintéticos ou semissintéticos funcionais, atuando como uma ferramenta da medicina regenerativa, disponibilizando alternativas eficientes aos médicos para o tratamento de doenças graves, cujo transplante ou enxerto sejam as únicas saídas, obtendo resultados promissores. Células-tronco mesenquimais (MSCs), associadas a *scaffolds* (arcabouços), tem sido utilizadas no reparo de diversos tecidos e órgãos. Estudos buscam esclarecer os mecanismos de isolamento, manutenção das células *in vitro*, interação das células com os arcabouços e indução da diferenciação (CHAMBERLAIN *et al*, 2008).

Arcabouços são matrizes tridimensionais, geralmente produzidos por polímeros, utilizadas como suporte para o cultivo de células na engenharia tecidual. Desempenham a função da matriz extracelular do tecido em questão, orientando o crescimento das células. (MA, 2004).

Atualmente um processo que produz o arcabouço, na engenharia tecidual, é o sistema de *airbrushing*. Para confeccionar a matriz, esta técnica expõe uma solução polimérica – utilizando um aerógrafo (bico de injeção) – num anteparo localizado à sua frente. Porém este processo é realizado de maneira manual o que não garante a sua repetibilidade.

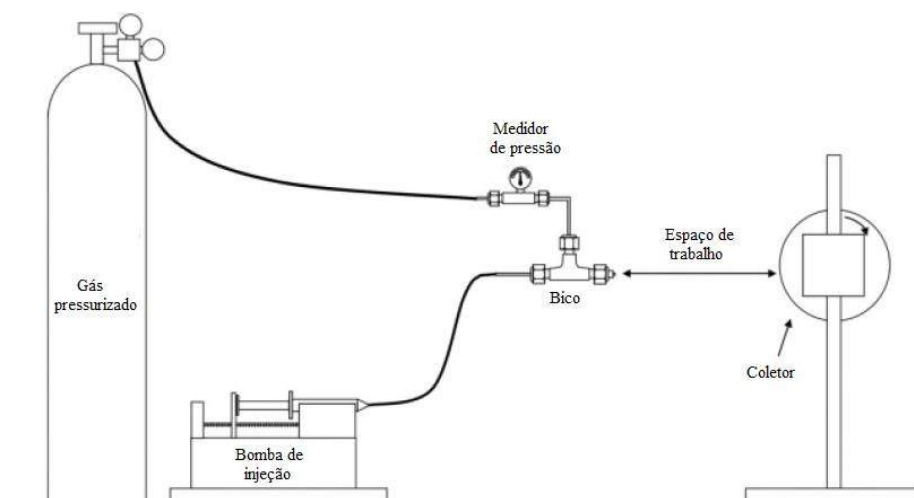
Esse projeto consiste em desenvolver a automação da movimentação do aerógrafo utilizado na técnica de *airbrushing*, visando garantir a exatidão e a precisão dos movimentos realizados na fabricação dos arcabouços.

Processo de *Airbrushing*

Como mencionado o *airbrushing* é uma técnica que utiliza um aerógrafo (*airbrush*) como atuador do processo. Esse método consegue produzir arcabouços com fibras em tamanhos nanométricos utilizando polímeros. Pesquisas e estudos envolvendo essa tecnologia ainda são incipientes.

O sistema configurado por Medeiros *et al* (*Solution blow spinning*, 2009), utiliza uma bomba de injeção com a solução polimérica (matéria-prima do arcabouço) e um bico pressurizado com ar. À frente do bico encontra-se o coletor rotativo. No coletor é formada a estrutura polimérica, como apresenta a Figura 1.

Figura 1 - Aparelho configurado para “Solution blow spinning”. Fonte: adaptado de MEDEIROS et al (2009).



Atualmente, as técnicas de *airbrushing* empregam aerógrafos (que são utilizados em larga escala para a pintura) como mostra a Figura 2. Esses aerógrafos possuem um reservatório, que serve para depositar a solução polimérica e um conector para o gás pressurizado (TUTAK *et al*, 2013).

Figura 2 - Modelo de Aerógrafo. Fonte: adaptado de TUTAK et al (2013).



Polímeros

Um dos polímeros indicados para essa operação é o poli(ϵ -caprolactona), o PCL. Ele é indicado para a produção dos arcabouços por ser um polímero biodegradável e bioabsorvível. Após diluído na solução, forma-se a matéria-prima do arcabouço. Como suporte para compor um novo tecido, esse polímero vêm sendo estudado (junto a outros polímeros biodegradáveis) para se conhecer a maneira que interagem com os elementos biológicos. (BARBANTI; ZAVAGLIA; DUEK, 2005).

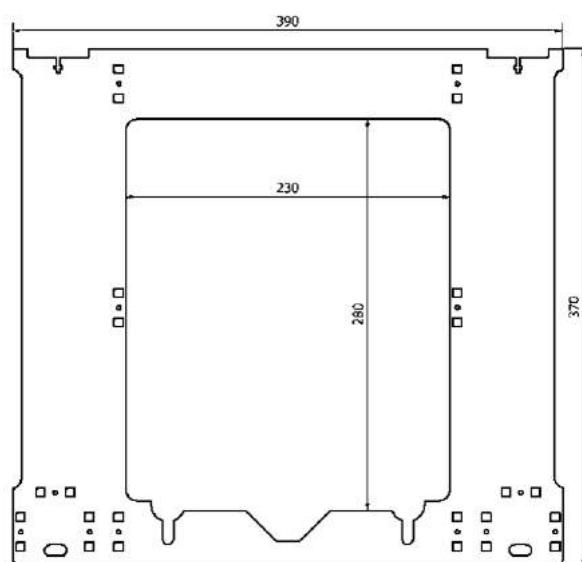
Materiais e métodos

O projeto demonstra o processo de montagem de um aparelho automatizado que possibilite a padronização da fabricação dos arca-bouços pelo método de *airbrushing*. Para isso será configurado um sistema que utiliza o eixo X e o eixo Y para a movimentação do aerógrafo que deverá ser acoplado à máquina para “lançar” a solução polimérica em um anteparo localizado logo à frente do dispositivo. Nessa configuração, o aerógrafo poderá movimentar-se para cima ou para baixo, direita ou esquerda de acordo com a necessidade de deposição das fibras no coletor.

Estrutura da movimentação do aerógrafo

O *frame* adquirido é de uma impressora 3D Prusa I3. Essa estrutura é um suporte em que será configurada a movimentação do aerógrafo. Ela é feita de placa de fibra de média densidade (MDF) com uma espessura de 6 mm. O *frame* possui dimensões de 390 mm de largura e 370 mm de altura. Sua área de trabalho é de 230 mm no eixo X e 280 mm no eixo Y, como é visto na Figura 3, sendo uma área útil de 400 mm².

Figura 3 - Desenho da estrutura de movimentação do aerógrafo representado no software Autodesk Inventor® 2017.



Nele são fixadas guias dos eixos X e Y. As guias do eixo X têm 384 mm de comprimento e 8 mm de diâmetro. As guias do eixo Y, 320 mm de comprimento com um diâmetro de 8 mm. O aerógrafo se movimentará pelo eixo X auxiliado por três rolamentos lineares modelo LM8UU. Esse movimento é realizado por um motor de passo fixado ao acoplador através de uma correia. Para o eixo Y, a movimentação será realizada com dois motores de passo acoplados em duas barras roscadas através de acopladores flexíveis 5x5 mm.

Os três motores de passo responsáveis pela movimentação do aerógrafo possuem as especificações listadas no Quadro 1:

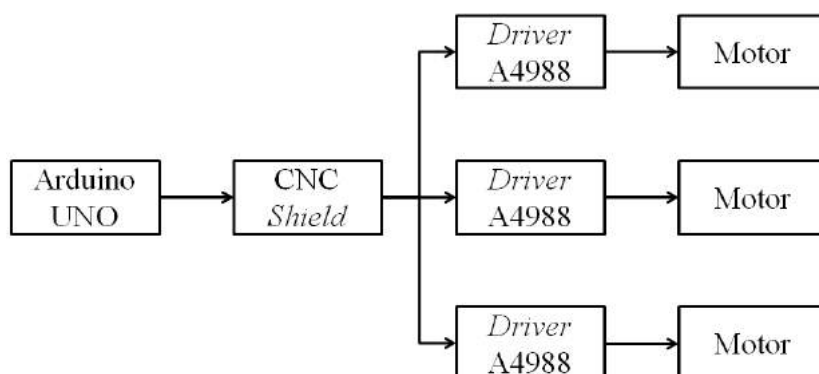
Quadro 1 - Especificações dos motores de passo.

Variável	Valor
Torque Estático:	3,5 kgf.cm
Diâmetro do eixo:	5,0 mm.
Flange:	NEMA 17
Comprimento da carcaça:	40 mm.
Corrente para ligação em Paralelo:	1,2 A.
Peso:	400 g.
Quantidade de fios:	04 (2 fases)
Resolução:	200 PPR
Temperatura ambiente:	-20°C à 50°C
Classe de isolamento:	B (130°C)

Controle da movimentação do aerógrafo

O controle da movimentação do aerógrafo será realizado pela plataforma Arduino UNO, pelo circuito eletrônico CNC Shield e por drivers A4988 e é apresentado no esquema da Figura 4.

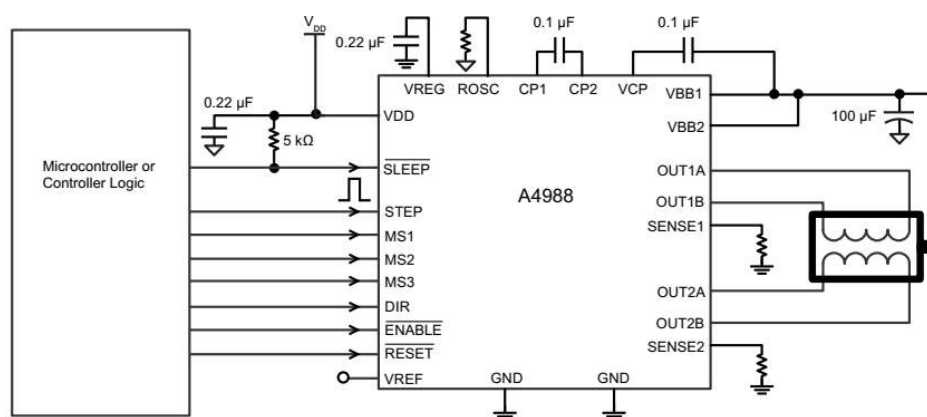
Figura 4 - Esquema do controle dos motores de passo.



O driver A4988²⁴ é utilizado para controlar os motores de passo, estes suportam até 35 VDC e ± 2 A. Pode operar em modo *full-step*, *half-step*, *quarter-step*, *eighth-step* e *sixteenth step*, sendo facilmente configurado pelos pinos MS1, MS2 e MS3. Para a movimentação do motor, basta enviar um pulso no pino STEP, quanto menor o intervalo entre pulsos, maior será a sua velocidade. O sentido de rotação é selecionado pelo pino DIR. A Figura 5 mostra o diagrama típico de aplicação.

²⁴Datasheet do driver A4988. Disponível em <https://www.pololu.com/file/download/a4988_DMOS_microstepping_driver_with_translator.pdf?file_id=0J450>. Acesso em 30 de julho de 2017.

Figura 5 - Diagrama de aplicação do driver A4988.



Como foi mostrado no esquema da Figura 4, o CNC Shield v.3²⁵ (Figura 6) é utilizado como placa de expansão do Arduino UNO para o controle dos drivers A4988. São utilizados três dos quatro slots, que compõem a placa, para acoplar os drivers de controle dos três motores de passo presentes no projeto.

Figura 6 - Placa de expansão CNC Shield v.3 acoplada no Arduino UNO.



Os dois motores do eixo Y são controlados simultaneamente, pois o hardware permite duplicar o comando de controle. O CNC Shield v.3 pode receber tensões de 12 V à 36 VDC e é alimentado por uma fonte chaveada de 12 VDC e 10 A.

Um firmware open source (Grbl v0.9j²⁶) foi gravado no Arduino UNO. Este é comumente utilizado no controle de impressoras 3D e máquinas CNC (Comando Numérico Computadorizado), por possuir um alto desempenho e facilidade de uso. O Grbl v0.9j²⁶ pode ser utilizado com vários softwares do tipo terminal serial e, neste projeto, está sendo empregado o Universal Gcode Sender v1.0.9²⁷ que também é open

²⁵Datasheet do CNC Shield v3. Disponível em < <http://www.handsontec.com/dataspecs/cnc-3axis-shield.pdf>>. Acesso em 30 de julho de 2017.

²⁶ Firmware disponível em <<https://github.com/grbl/grbl>>. Acesso em 07 de agosto de 2017.

²⁷ Software disponível em <<https://github.com/winder/Universal-G-Code-Sender>>. Acesso em 07 de agosto de 2017.

source (CONRADO, 2015). Este *software* funciona em qualquer sistema operacional que tenha o Java™ instalado.

Resultados e conclusões

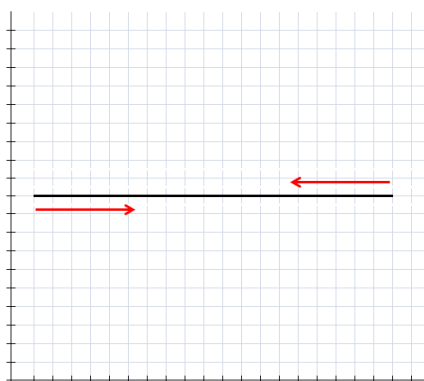
A estrutura de movimentação do aerógrafo pode ser vista na Figura 7:

Figura 7 - Estrutura de movimentação do aerógrafo.



O projeto apresenta uma biblioteca de movimentação em arquivo TAP (.tap). Esse arquivo pode ser aberto e editado através de um editor de textos. Na biblioteca, o aerógrafo se movimentará para a direita e para a esquerda no eixo X em uma altura fixa no eixo Y. Esse movimento é demonstrado na Figura 8.

Figura 8 - Gráfico indicativo da movimentação.



O Universal Gcode Senser® reconheceu o arquivo Grbl® escrito no Arduino e, com as coordenadas inseridas, a movimentação ocorreu normalmente. O protótipo também reconheceu o código escrito em arquivo TAP (.tap) e executou a movimentação prevista. Para a movimentação ocorrer corretamente, há a necessidade de se definir um

ponto inicial e um ponto final para cada um dos dois eixos, limitando o espaço de trabalho do aerógrafo.

Consegue-se parametrizar a atuação dos motores de passo, o que possibilita a criação de novas bibliotecas e configurações de movimentação para o aerógrafo. Espera-se, assim, uma padronização da morfologia das estruturas produzidas, estas análises serão realizadas no decorrer do projeto de dissertação.

Referências

BARBANTI, Samuel H.; ZAVAGLIA, Cecília AC; DUEK, Eliana AR. **Polímeros bioreabsorvíveis na engenharia de tecidos**. Polímeros: Ciência e Tecnologia, v. 15, n. 1, 2005.

BOROJEVIC, Radovan. **Terapias celulares e bioengenharia**. Gazeta Médica da Bahia, v. 78, n. 1, 2008.

CHAMBERLAIN, Giselle et al. *Concise review: mesenchymal stem cells: their phenotype, differentiation capacity, immunological features, and potential for homing*. Stem cells, v. 25, n. 11, p. 2739-2749, 2007.

CONRADO, Rodrigo. **GRBL v0.9j: O que é? Para que serve? Como configurar?**. São Paulo: Atividade Marker, 2015. 23 p. Disponível em: <<http://www.atividademaker.com.br/upload/grbl/AtividadeMakerGrbl09j.pdf>>. Acesso em: 15 julho 2017.

MA, Peter X. *Scaffolds for tissue fabrication*. Materials today, v. 7, n. 5, p. 30-40, 2004.

MEDEIROS, Eliton S. et al. *Solution blow spinning: A new method to produce micro-and nanofibers from polymer solutions*. Journal of applied polymer science, v. 113, n. 4, p. 2322-2330, 2009.

SILVA, Sidnei Domingues da. **CNC: Programação de Comandos Numéricos Computadorizados**. Torneamento. São Paulo: Érica Editora, 2002. 312 p.

TUTAK, Wojtek et al. *The support of bone marrow stromal cell differentiation by airbrushed nanofiber scaffolds*. Biomaterials, v. 34, n. 10, p. 2389-2398, 2013.

AUTOMATION OF AIRBRUSH MOVEMENTS USED IN THE AIRBRUSHING PROCESS APPLIED IN TISSUE ENGINEERING

ABSTRACT

The production of scaffolds for cell culture in tissue engineering can be performed through the airbrushing technique, which consists of the injection of a polymer solution and a compressed gas into an ejector nozzle. This mixture is designed in a shield and the polymer matrix is formed. Currently this process is performed manually, which does not ensure repeatability of the matrices produced. This project proposes an automated system for the movement of the airbrush used to spray the polymer solution. This automation will ensure accuracy and repeatability of movements which may provide better results in the structure produced. For this, a structure adapted from a 3D printer coupled to stepper motors, which are controlled by specific drivers.

Keywords: Scaffolds. Airbrushing. Automation.

**Enviado em 01/2018.
Aceito em 01/2018.**

ARQUITETURA MODERNA NO JARDIM PAULISTA: O ARQUITETO JOÃO KON E SUAS OBRAS²⁸

Marina Miraldo Bruno
Graduanda /IFSP

Maria Cecília Lucchese
Doutora/USP
Professora/IFSP

RESUMO

O presente artigo trata de um estudo de caso sobre um arquiteto responsável por diversos projetos residenciais, realizados na região do Jardins, entre os anos de 1950 e 1980. Através da pesquisa de campo e documental no bairro do Jardins, acerca da arquitetura moderna, foram levantados diversos edifícios residenciais de João Kon. O objetivo é disseminar o conhecimento sobre este arquiteto pouco conhecido e pouco comentado pela literatura, e a arquitetura modernista, estabelecendo também uma comparação entre as estratégias de projeto em suas obras. São, ao todo, dezesseis edifícios levantados no perímetro em análise.

Palavras-chave: João Kon. Arquitetura Moderna. Jardim Paulista

Introdução

A produção de arquitetura moderna em São Paulo, realizada entre as décadas de 1930 e 1980, teve como consequência uma ampla quantidade de edifícios construídos considerados de excelente qualidade arquitetônica. João Kon (nascido em 1933) foi responsável por cento e vinte e um projetos de edifícios para a cidade de São Paulo. Ele é um dos diversos arquitetos do período moderno que tem um grande número de exemplares construídos na cidade de São Paulo, principalmente edifícios verticais residenciais. A arquitetura moderna do período, entre as décadas de 1950 e 1970, trouxe para vários bairros, inclusive o Jardim Paulista, uma nova forma de habitar, que se refletia na forma edificada.

Desde sua primeira obra na Rua Peixoto Gomide (Edifício Primavera) em 1954, o arquiteto, estudante ainda, aplicou ali elementos que seriam utilizados em todos os projetos futuros, como painéis de veneziana em madeira, estrutura independente, elementos vazados e pérgolas. Vivendo no meio artístico da época (DEQUALA, 2016), fez nele vários amigos, como Volpi; e por isso em seus edifícios, muitas vezes, podem ser encontradas obras de artistas plásticos famosos. O arquiteto formou-se pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Mackenzie em 1955, e trabalhou na Incorporadora Diâmetro Empreendimentos com seu irmão, o engenheiro Samuel Kon, encerrada em 1986.

Os objetivos principais desse artigo são aumentar o conhecimento acerca deste arquiteto e de suas obras, e disseminar as informações para um maior número de pessoas, mostrando seu impacto na tipologia arquitetônica do bairro estudado. Também é objetivo possibilitar uma maior difusão da obra desse arquiteto, pois o fato de ser autor de

²⁸ Este artigo é decorrente de projeto de pesquisa de Iniciação Científica.

inúmeros edifícios no Jardim Paulista é praticamente ignorada por uma grande parte dos estudiosos de arquitetura (DEQUALA, 2016).

O estudo surge de pesquisa de campo no bairro do Jardim Paulista, local de grande densidade populacional e de concentração de moradores de classe média e alta, através de um levantamento fotográfico das fachadas dos edifícios residenciais. Posteriormente foi realizada pesquisa documental, com estudo de literatura que norteou assuntos relativos ao tema, como Bruand (2001 e 2003), e ainda autores que estudaram o arquiteto objeto deste trabalho (GUERRA, 2016) e (GUERRA, SERAPIÃO e GIMENEZ, 2016). Esta pesquisa documental, aliada ao levantamento, propiciou a redação deste trabalho.

O arquiteto João Kon

João Kon é um arquiteto que realizou centenas de obras na cidade de São Paulo, iniciando seus projetos em meados do século XX. Ele veio de uma família judaica, tinha dois irmãos, e diz-se que devido ao seu comportamento na infância, foi o único dos filhos a estudar no internato. Ele se sentia aprisionado (GUERRA, SERAPIÃO e GIMENEZ, 2016), mas foi neste período que o futuro arquiteto começou a vislumbrar seus gostos, como o aeromodelismo, por exemplo.

Estes gostos levaram Kon a pensar em fazer sua graduação no ITA (Instituto de Tecnologia Aeronáutica), que não tinha sede em São Paulo. Assim, o arquiteto, como segunda opção, se inscreveu no curso de arquitetura e urbanismo da Universidade Presbiteriana Mackenzie, que era a opção de ensino superior com mais proximidade da carreira que ele queria. Ele começou a cursar a graduação com 17 anos, e estudou entre 1951 e 1955, no curso coordenado por Christiano Stockler das Neves. O antigo coordenador, que deixou o cargo em 1957, é bastante conhecido, sendo autor entre outros, do projeto da Estação Júlio Prestes, atual Sala São Paulo e Palácio Duque de Caxias, no Rio de Janeiro.

O curso de arquitetura no Mackenzie não tinha uma grande preocupação com a história da arquitetura, no que se refere à contemporaneidade, e também Stockler das Neves era conhecido por ser um “antimodernista convicto” (GUERRA, SERAPIÃO e GIMENEZ, 2016). Isto levou a uma reação dos estudantes que compravam, e compartilhavam entre si, revistas internacionais sobre arquitetura moderna, tornando-os autodidatas no tema. João Kon possivelmente era um dos alunos que lia estas revistas. Além das influências internacionais arquitetônicas, João Kon tinha um contato direto com a arte moderna, já que convivia com artistas como Alfredo Volpi.

A arquitetura de João Kon também se destaca, de modo muito particular, pelo diálogo que estabelece com as artes plásticas. Ainda recém-formado, frequentava a casa do pintor Alfredo Volpi e mantinha amizade com outros artistas, o que levou à presença constante em sua arquitetura de obras de Volpi, Waldemar Cordeiro, Arcângelo Ianelli, Antonio Lizarraga, Gershon Knispel, entre outros (GUERRA, SERAPIÃO e GIMENEZ, 2016, p. 233).

O período de atuação de João Kon na arquitetura residencial de São Paulo está inserido no contexto de um grande movimento arquitetônico internacional - a Arquitetura Moderna, com reflexos diretos no posicionamento de arquitetos brasileiros. Pode-se dizer que esta arquitetura pode ser encontrada num período determinado da construção da cidade de São Paulo, entre as décadas de 1930 e 1980. O bairro em estudo, o Jardim

Paulista, é um exemplo claro desta concepção moderna, ideal para uma análise histórica mais detalhada dos edifícios verticais residenciais, mas há uma certa carência em estudos nesse sentido.

A arquitetura que desperta interesse está quase sempre nos bairros paulistanos formados na década de 1950 quando no mundo inteiro a arquitetura moderna, constituída pelo esforço dos arquitetos empenhados no projeto moderno culmina depois de décadas de experimentação, tentativas e aprendizado. Uma arquitetura (...) responsável por conjuntos notáveis, mas que, no entanto, não é lembrada como exemplo (GIMENEZ, 2009).

Há elementos na arquitetura de Kon que remetem claramente aos ideais defendidos pelo arquiteto franco-suíço Le Corbusier (ver BRUAND, 2002). Um exemplo disso é a utilização de pilotis para sustentação do edifício, cujo espaço criado nos térreos possibilita uma área de convivência sob a construção, podendo ser explorada para a composição da forma do prédio e também no paisagismo, através da criação de jardins. Os pilotis representam, portanto, uma junção de funcionalidade e aperfeiçoamento do volume, do paisagismo, e da estrutura da edificação.

A ideia de fachada livre, também ressonância de Le Corbusier, é traduzida por projetos onde as fachadas ficam claramente independentes do sistema estrutural do edifício, como ocorre no edifício Primavera de Kon. Este tipo de solução arquitetônica permitia que as esquadrias da edificação pudessem assumir quase que a plena totalidade da linha da fachada, já que não havia barreiras estruturais. Esse maior campo visual, que as esquadrias maiores possibilitavam para o morador, cria a metáfora que Corbusier defendia, de aproximar o indivíduo da paisagem e criar entre eles uma relação intrínseca.

A Arquitetura Moderna, de fachadas mais “limpas”, se comparada aos modelos arquitetônicos anteriores cheios de ornamentação, propôs uma aplicação de revestimentos nas fachadas mais simples. No Brasil foram usados elementos de vedação vazados, apoiados na arquitetura tradicional portuguesa, como o muxarabi, e algumas criações a partir desses elementos, como o elemento vazado de cerâmica, denominado cobogó. Kon utilizou de revestimentos vazados em praticamente todos os projetos, e exemplo disto ocorre no Lorena (Figura 1). Estes elementos servem como um elo de ligação entre cidade e edifício que ocorre de forma progressiva e transitória.



Figura 1 – Elemento vazado na fachada do Edifício Lorena.
Fonte: GUERRA, SERAPIÃO E GIMENEZ, (2016, p. 220).

Outro elemento bastante utilizado, nos edifícios modernos dos anos 1950 e 60, é o revestimento de fachadas com elementos cerâmicos vitrificados, como ladrilhos e pastilhas coloridas. Isso também pode ser encontrado nos edifícios de Kon, como no Garça Real (pastilhas verdes), Primavera (pastilhas vermelhas e brancas), por exemplo.

Além da influência de Le Corbusier, que chegava à maior parte dos arquitetos modernistas, houve em Kon também a influência de Mies van der Rohe e de Marcel Breuer (GUERRA, SERAPIÃO e GIMENEZ, 2016). Essas referências para o projeto alteraram, portanto, a forma como se dava a construção, seja com mudanças na estrutura de sustentação do edifício, a mudança tecnológica, a relação entre edifício e paisagem, a disposição interna dos ambientes de acordo com insolação, elementos na fachada, entre outros.

Na maior parte dos projetos entre os anos 1950 e 1960 há uma composição laminar, que remete ao Pavilhão Suíço de Le Corbusier, de 1930. Ou seja, bloco em pilotis, e, nas duas fachadas maiores, voltadas para a melhor insolação (o nascente), os dormitórios e o estar; os serviços orientados para o poente; e duas faces menores tratadas como empenas cegas, vez ou outra, apenas com pequenas aberturas, tratadas como concessões. Assim, configurava-se um volume suspenso que contrapunha duas faces abertas e duas fechadas, ou seja, o modelo da lâmina moderna (SERAPIÃO, 2006).

Os edifícios de Kon em São Paulo

O arquiteto desenvolveu projetos para diversos edifícios em São Paulo, principalmente nos bairros do Jardim Paulista, Higienópolis, Santa Cecília, Moema, Perdizes e Morumbi.

Muitos admiradores da arquitetura moderna relatam em entrevistas a admiração por alguns deles, mas desconhecem que são de autoria de Kon. Por mais que o arquiteto não se mostrasse muito interessado em divulgar suas obras, nem sequer à Revista

Acrópole, no auge de suas produções arquitetônicas (1970-1980) alguns projetos acabaram sendo publicados (GUERRA, 2016). Apenas recentemente, em 2016, houve uma maior divulgação do trabalho do arquiteto, quando da publicação do livro “João Kon, arquiteto” (GUERRA, SERAPIÃO e GIMENEZ, 2016). Este desconhecimento sobre a autoria de diversos edifícios de qualidade arquitetônica vem sendo agora, pouco a pouco, desfeito, uma vez que cada vez mais se estuda a arquitetura moderna produzida em São Paulo. Mesmo assim, ainda são poucas as publicações sobre o assunto.

Essa falta de relatos sobre as obras de João Kon possivelmente tem relação com o fato de que no auge de sua produção arquitetônica foram publicados textos de Oscar Niemeyer e Vilanova Artigas, que traziam uma discussão sobre o papel da arquitetura em relação a este *boom* de edifícios que cresciam pela demanda de um mercado imobiliário cuja máxima era o lucro imobiliário, em detrimento da qualidade arquitetônica.

Muitos arquitetos, para sobreviver, tinham que projetar de acordo com o interesse das incorporadoras, muitas vezes, mesmo contrariados, desenvolviam projetos que seguiam mais as tendências do mercado, do que as suas intenções de projeto. Essa foi, por exemplo, uma das reclamações de Niemeyer sobre sua produção arquitetônica em São Paulo (GUERRA, SERAPIÃO e GIMENEZ, 2016). Quando Niemeyer realizou essa crítica, era um momento de grande verticalização em diversos bairros, inclusive naqueles bairros onde encontram-se várias obras de Kon.

Várias características são comuns às obras de Kon, como sua particular concepção de projeto que teve início ainda quando estudante. Aproximou seus edifícios, graças a essas especificidades, à utopia moderna (SERAPIÃO, 2006), com o uso da “janela ideal”, por exemplo, que propiciava um grande vão central. Suas obras demonstram que suas inovações, como nos caixilhos ou nas instalações elétricas e hidráulicas, acompanhavam o desenvolvimento tecnológico da época.

Em geral, João Kon projetou obras onde demonstrou que, mesmo grandes revisões estilísticas da arquitetura que aconteciam naquele período de maior produção, não eram capazes de modificar certas posturas e características modernas próprias de suas obras. Além disso, é importante destacar que, independentemente de um reconhecimento público da qualidade de seus projetos, estes conseguiram espaço para se impor na cidade, numa época de alta competitividade dada pela rápida verticalização.

Os edifícios de Kon no Jardim Paulista

Serão abordados neste item questões gerais dos elementos construtivos, e como isto se aplica nos projetos de Kon.

A pesquisa de edifícios modernos residenciais foi realizada num perímetro do bairro do Jardim Paulista em São Paulo, definido pelo quadrilátero formado pela Avenida Paulista, Avenida Brigadeiro Luis Antônio, Rua Estados Unidos e Avenida Rebouças.

Neste perímetro, foram encontrados dezesseis edifícios mostrados na Figura 1 a seguir, e são: 1 - Edf. Primavera (1954), 2 - Edf. Anambé (1967), 3 - Edf. Lorena (1960), 4 - Edf. Cisne (1968), 5 - Edf. Mainá (1967), 6 - Edf. Sabiá (1972), 7 - Edf. Laranjeiras (1969), 8 - Edf. Jardins de Franca (1981), 9 - Edf. Garça Real (1960), 10 - Edf. Fragata (1972), 11 - Edf. Maguari (1972), 12 - Edf. Pelicano (1972), 13 - Edf. Herweg (1974), 14 - Edf. Ipanema (1974), 15 - Edf. Tijuca (1976) e 16 - Edf. Jardins de Verona (1985).

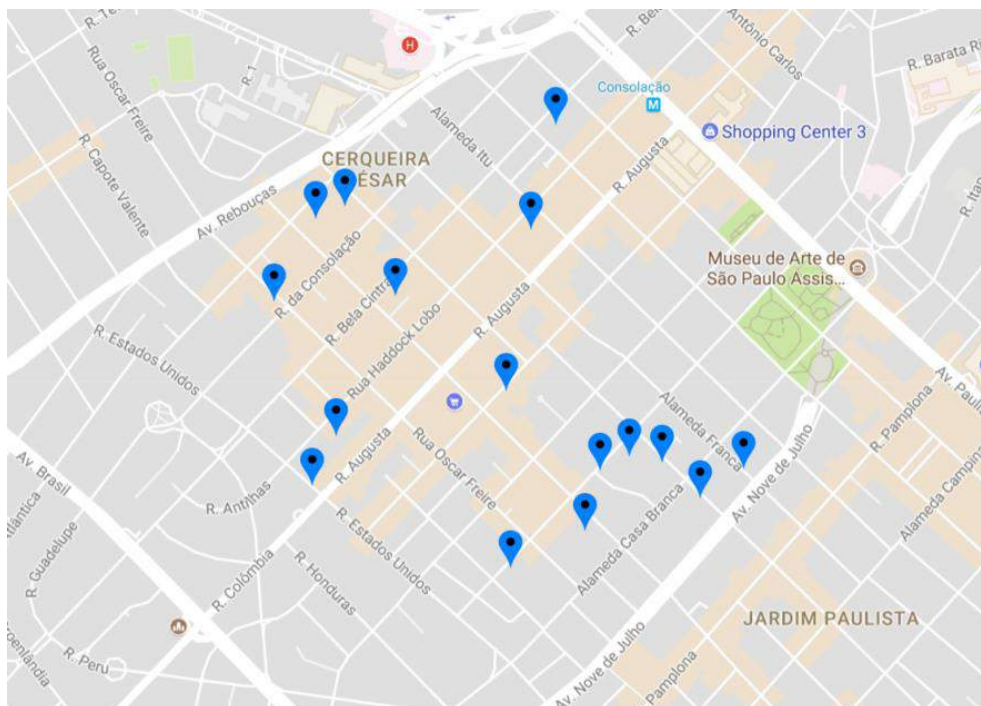


Figura 2- Localização dos edifícios de Kon na área de estudo.

Fonte: Google Maps – elaboração nossa

É importante ressaltar que todas as características construtivas, revestimentos, estrutura da edificação, detalhes técnicos e estéticos gerais na fachada são utilizados pelo arquiteto a partir de sua própria concepção formal e tecnológica, e nela existem ressonâncias da produção arquitetônica nacional e internacional contemporânea a eles e também, parte dos elementos da concepção, respondem às necessidades do mercado, o que pode ser justificado pelo fato de que ele trabalhava como seu irmão engenheiro para a incorporadora e imobiliária de seu pai.

Os edifícios reunidos por este estudo atraem a atenção porque expõem relações claras entre si. Além disso, possuem elementos projetados segundo uma ordem categórica, ou seja, ficam claras as linhas de pensamento do arquiteto, de acordo com o tempo, nestas fachadas, o que transparece nas adaptações formais e funcionais utilizadas nas obras.

As esquadrias

Um exemplo claro disso é a alteração do uso das esquadrias através do tempo, que são moduladas, e que primeiramente foram de madeira, no Edifício Primavera, e posteriormente foram substituídas por esquadrias metálicas. Essas esquadrias pré-fabricadas, em geral, são grandes caixilhos utilizados, ao invés de estruturas de vedação, em quartos e salas, muitas vezes com simples e eficazes mecanismos industrializados.

Essas esquadrias são diversificadas, com soluções técnicas e estéticas diferentes. Uma vez que ocupam toda largura da fachada, são as responsáveis pela composição estética do edifício. Os edifícios Lorena e Primavera, por exemplo, utilizam a janela ideal, onde cada dormitório possui duas aberturas. A janela ideal foi muito divulgada na época, como, por exemplo, na Revista Acrópole, e era utilizada em projetos de autoria de grandes arquitetos, como Vilanova Artigas, no edifício Louveira. Quem deu este nome sugestivo

à janela foi o próprio fabricante, Collavini & Cia. Ela representa uma evolução de janelas guilhotinadas.

A janela ideal movimenta-se pelo sistema de guilhotina, dessa forma, as folhas correm verticalmente e é possível manter todo o vão aberto ao mesmo tempo (SERAPIÃO, 2006). Já as janelas nos dormitórios do Garça Real, por exemplo, ocupam inteiramente a fachada frontal (o fechamento é metálico e de enrolar) e também são utilizados perfis metálicos que compõe a fachada. Muitos deles, como os edifícios Mainá, Sabiá e Cisne, possuem as janelas maxim-ar, metálicas.



Figuras 3 e 4 – Anúncio da Janela Ideal na Revista Acrópole.

Fonte: Acrópole, n. 236, janeiro 1958.

Os recuos em relação ao alinhamento

Em relação aos recuos, o único edifício que praticamente não os possui é o Primavera, sua primeira obra. Ele foi construído cerca de apenas dois metros recuado em relação ao alinhamento da calçada no térreo, e a partir do primeiro pavimento não há recuos. A Legislação edilícia foi alterada em 1957, e o projeto deste edifício pioneiro é anterior. A partir deste ano, os edifícios muito altos deveriam ser afastados da via pública para não sombreá-la, estabelecendo uma relação proporcional entre o gabarito do prédio e a largura da via. O interesse das incorporadoras era construir edifícios cada vez mais altos, para obter um maior número de pavimentos e consequentemente de unidades para venda, o que gerou um grande número de prédios com gabarito maior que dez andares e, consequentemente, com um maior recuo frontal.

A partir de 1957, portanto, projetos com maior altura começam a surgir na região do Jardim Paulista, através de projetos de Kon e de outros arquitetos. Como exemplo, podemos citar o edifício Lorena (Figuras 10 e 11), projeto de Kon com 17 andares, contrastando com a pouca altura do Primavera (Figuras 8 e 9).

Os recuos laterais, frontais e de fundos dos edifícios de Kon, muitas vezes, se destacam pela presença de jardins, alguns até com interessantes projetos paisagísticos, como acontece no Lorena. No Anambé o jardim lateral também é um elemento marcante.

Sacadas

As sacadas dão destaque a edifícios como o Anambé, Lorena, Sabiá, Tijuca, Jardins de Verona e Jardins de Franca, todos eles construídos entre as décadas de 1960 e 80. Em geral, elas são pequenas, ocupam aproximadamente metade da largura da esquadria principal da sala. Os guarda-corpos em geral são de concreto revestido, e apenas no edifício Jardins de Franca a vedação foi feita em vidro.

Elementos estruturais

Em relação aos elementos estruturais, muitos dos edifícios analisados tem estrutura independente, com pilotis aparentes no térreo, como o Anambé (Figuras 15 e 16), e muitos possuem pilares isolados que compõe a fachada do edifício, como o Cisne, Primavera, Mainá e Laranjeiras.

Revestimentos

Em relação aos revestimentos das fachadas vários edifícios tem pastilhas no revestimento externo, em várias cores, porém usadas separadamente em cada edifício (branca, amarela, verde, marrom), e revestem totalmente as fachadas ou apenas a moldura das janelas.

Em alguns projetos, como o Garça Real (Figuras 12, 13 e 14), o arquiteto utiliza a cor como protagonista do edifício. “Curioso notar que em obras dos anos 1970 ele recria esse protagonismo cromático, adotando degradês ao longo de algumas fachadas frontais (SERAPIÃO, 2006).

Os elementos mais comuns nos projetos de Kon são, portanto: pilares na fachada, janela ideal e maxim-ar, uso de pastilhas, uso da cor como identidade do edifício, jardins nos recuos (principalmente frontais), e varandas com fechamento em concreto ou vidro.

Os arranjos em planta

Os edifícios de Kon, em geral, possuem um programa bem parecido, que consiste em apartamentos para a classe média, com três dormitórios nos apartamentos. Estão em análise três plantas de edifícios, de três períodos distintos de projeto (1954, 1960 e 1967) com intenção de explicar a configuração das unidades (programa), as soluções desenvolvidas, a incorporação ou não das dependências destinadas às empregadas no apartamento-tipo, a relação entre a área social e a área íntima de cada unidade, entre outros.

Para a comparação entre as plantas, foram escolhidos três exemplares bem distintos: edifícios Primavera, Lorena e Anambé. Nas três plantas fica clara a separação entre área íntima, social e serviço, um arranjo que é tradicional nas moradias brasileiras. Alguns arquitetos modernistas tentaram romper com isso, mas João Kon seguiu uma linha mais convencional, o que acompanhava os interesses do mercado imobiliário.

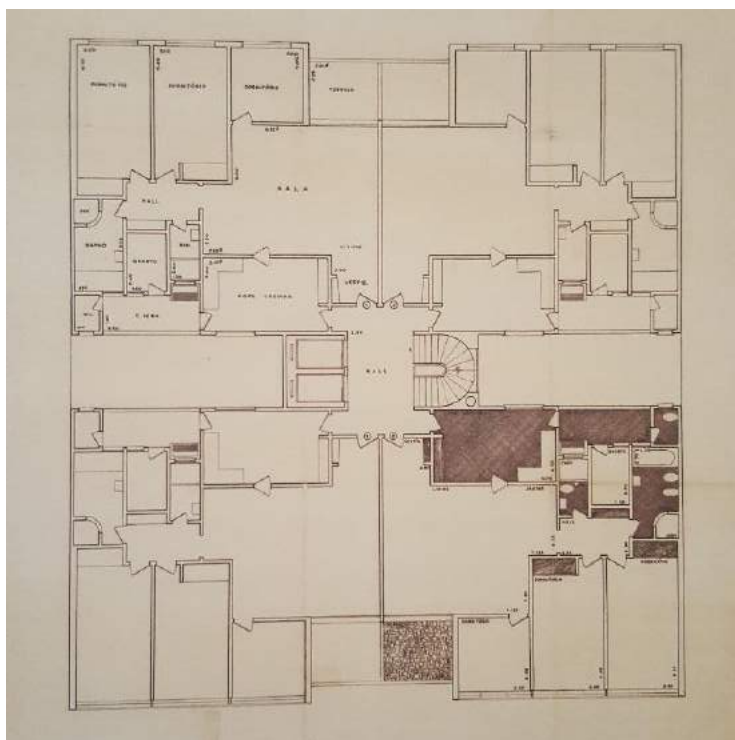


Figura 5 – Planta tipo dos pavimentos - Edifício Primavera.
 Fonte: GUERRA, SERAPIÃO E GIMENEZ, (2016, p. 215).

O edifício Primavera, marcado por uma planta simétrica e quadrada, conta com três dormitórios, sala, terraço, cozinha, lavabo, despensa (provável quarto de empregada), área de serviço e WC de serviço. São quatro apartamentos idênticos por piso. As salas e dormitórios são voltados para rua e fundos do lote, sendo que a sala de estar se abre para um pequeno terraço. O sistema de circulação vertical é um elemento central, articulado através de um pequeno hall localizado no centro do edifício. Essa área central, nas laterais do elevador, forma um fosso, para o qual estão voltadas as janelas da área de serviço. “A planta indica critérios modernos de compartimentação, com áreas mínimas, modulação e zoneamento” (GUERRA, SERAPIÃO e GIMENEZ, 2016). Neste projeto fica clara a importância da fachada principal, uma noção proveniente de obras da década anterior (PINHEIRO, 2008), que é melhor cuidada e tem uma proporção entre os vãos mais interessante.

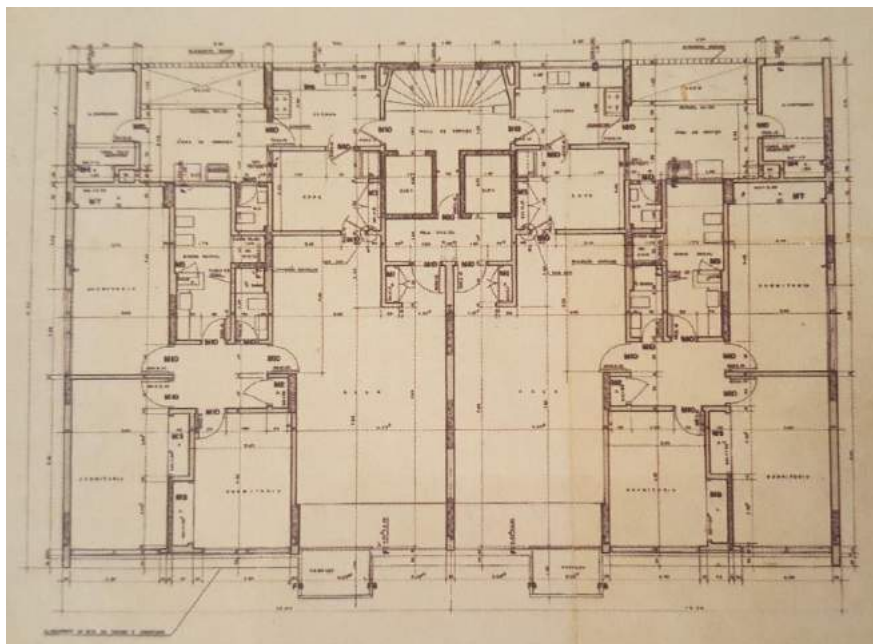


Figura 6 – Planta Edifício Lorena
 Fonte: GUERRA, SERAPIÃO E GIMENEZ, (2016, p. 224)

O edifício Lorena, com planta retangular e dois apartamentos iguais por piso, conta com sala de estar e jantar, vestíbulo, terraço, copa, cozinha, área de serviço, quarto de empregada, sanitário de serviço, lavabo, banho social e três dormitórios. A circulação vertical se dá por dois elevadores, um social e um de serviço, e uma escada aberta. A planta é retangular, e a planta é modulada formando vãos de largura apropriada ao sistema estrutural projetado. Em relação à circulação interna, há "uma circulação clara e única de serviços que conecta e estende o corredor da escada, um hall íntimo que segrega os dormitórios" (GUERRA, SERAPIÃO e GIMENEZ, 2016, p. 218).

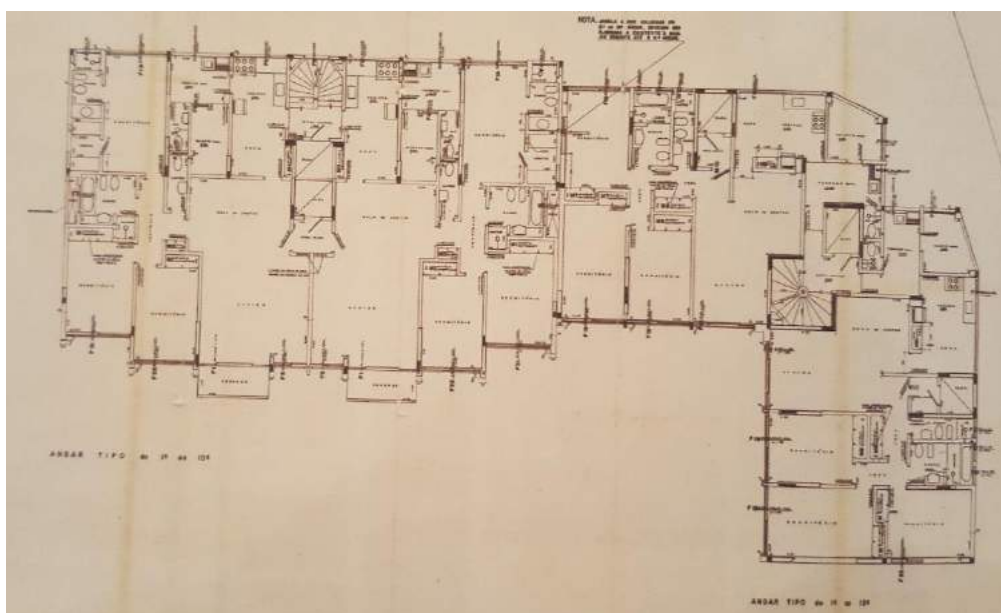


Figura 7 – Planta Edifício Anambé.
 Fonte: GUERRA, SERAPIÃO E GIMENEZ, (2016, p. 256).

O Anambé possui dois tipos de apartamentos, segregados em dois diferentes edifícios conjugados em L. Os apartamentos maiores estão no bloco frontal, e conta com sala, três dormitórios, banheiro, uma suíte, lavabo, cozinha, lavanderia, quarto de empregada e banheiro de serviço. Os apartamentos menores do outro bloco possuem sala, três dormitórios, dois banheiros, cozinha, lavanderia, quarto de empregada e banheiro de serviço. A circulação vertical se dá por dois elevadores sociais independentes, um de serviço e uma escada.

Há uma preocupação nítida com a orientação solar nestes três edifícios, já que as fachadas das edificações mostram uma melhor insolação para determinados ambientes, como sala e dormitórios, o que era recorrente na arquitetura moderna.

Nos edifícios em análise, um da década de 50, outro do início da década de 60 e o outro no fim da década de 60, é possível notar que os dois primeiros possuem três banheiros, e o último possui quatro, ou seja, houve um aumento no número de banheiros, e isso se deu graças à agregação da suíte ao projeto do Anambé, que não está presente nos outros. No Primavera e Lorena há um banheiro que atende aos três quartos, mais o banheiro de serviço e mais um lavabo. O elevador de serviço só é presente no edifício Anambé.

As características comuns aos três edifícios são: presença de quarto de empregada e banheiro de serviço, grande quantidade de dormitórios, plantas ortogonais e simétricas.

Em comparação com o projeto de 1950 com os outros posteriores, as salas mudaram. A partir do projeto do edifício Lorena há separação da sala em dois ambientes, para estar e jantar.

Ao examinar as plantas de Kon, portanto, é evidente que elas cumprem a exigência funcional e dimensional da unidade habitacional, com soluções tradicionais, e unanimidade em configurações ortogonais de ambientes.

Cinco edifícios de João Kon no Jardim Paulista

Edifício Primavera



Figura 8 e 9 – Edifício Primavera, na Rua Peixoto Gomide.

Fonte: Casa Vogue.

O Edifício Primavera é o primeiro projeto de João Kon, feito quando estudante, no seu último ano da faculdade, com 21 anos de idade. Ele está localizado na Rua Peixoto

Gomide. Foi um dos primeiros edifícios residenciais verticais da região, tendo apenas seis andares. Como ainda não estava com seu diploma e não poderia assinar a obra, João Kon recorreu a outro arquiteto já formado para assinar o projeto que foi entregue à Prefeitura.

O projeto arquitetônico é de Kon, o projeto estrutural foi desenvolvido por seu irmão Samuel, e seu pai fez a incorporação do edifício. A história de como o edifício foi ocupado está diretamente relacionado às origens da família Kon.

Os 24 apartamentos do Primavera tinham 24 proprietários, todos de origem judaica. A partir desse prédio, até meados dos anos 1960, os empreendimentos dos Kons eram realizados no sistema preço de custo, ou seja, formava-se um grupo de proprietários que bancava a construção da edificação (SERAPIÃO, 2006).

Um destaque do Primavera, a diferença mais marcante entre ele e os outros projetos do arquiteto, é que até 1957 era permitido construir prédios sem recuos, como já visto. Isto cria uma relação especial entre edifício e cidade, uma vez que não há recuos nem gradil que o separe da rua.

Os principais elementos construtivos do projeto são: painéis de veneziana de madeira, pilares à mostra, pastilhas (nas fachadas e nos pilares), elementos vazados e pérgolas. Todos esses elementos podem ser, de uma forma ou de outra, encontrados em outras obras do arquiteto que viriam a seguir, já que o Primavera revela estratégias construtivas que Kon adotaria depois. Um exemplo disso é o painel de veneziana, que eliminou a alvenaria na face do prédio voltada para a Rua Peixoto Gomide.

O destaque principal do edifício, que demonstra toda sua personalidade, portanto, é a fachada, que mostra que os painéis de venezianas são independentes da alvenaria. São 12 painéis de veneziana de madeira (9m x 3m), onde as janelas são movimentadas por cabos de aço, e uma folha faz contrapeso na outra (uma peça desliza para cima quando a outra desliza para baixo ao mesmo tempo, formando vão central), configurando a chamada “janela ideal”. Isto faz com que a janela tenha uma abertura na totalidade do vão, que era o objetivo do arquiteto.

Graças a uma análise de vários projetos de João Kon, é possível afirmar que o Edifício Primavera é o projeto de destaque, não apenas por ter inaugurado uma sequência de obras realizadas por um arquiteto que afetou tanto a tipologia construtiva de bairros como o Jardim Paulista, mas também pela relação que ele estabelece com a cidade, embasada na ausência dos recuos, dos pilotis e do jardim frontal.

Edifícios Lorena, Garça Real, Anambé, Sabiá

O Edifício Primavera marca uma introdução ao pensamento arquitetônico de João Kon, como já visto, e essa linha de ideias sofre algumas modificações durante sua carreira, muito bem representada por edifícios como o Lorena, Garça Real, Anambé e Sabiá. Eles configuram marcos estilístico, de alteração tecnológica, de materiais, de técnicas, de estilo, etc., que o arquiteto projetou durante sua carreira.



Figuras 10 e 11 – Edifício Lorena na década de 70 e nos dias de hoje, respectivamente.
Fonte: (SERAPIÃO, 2006).

O Edifício Lorena, projeto de 1960, localizado na Alameda Lorena, marca uma nova realidade na legislação edilícia no histórico de projetos de João Kon, como já citado. Em contraste com seu primeiro projeto, este edifício possui um grande recuo frontal, com 17 andares, 34 apartamento proposta do Primavera, onde a presença de jardins ainda não fazia parte do programa de habitação coletiva. O Lorena tem vidro e janela ideal na fachada, com projeções de sacadas, que dão uma certa delicadeza à composição simétrica, características que o assemelham ao Primavera. É sustentado por dezoito pilares, mais o núcleo vertical. Este edifício é marcado pelo uso da cor, com posterior transformação para um edifício de tom neutro.



Figuras 12, 13 e 14 – Edifício Garça Real na década de 60 e nos dias de hoje, respectivamente.
Fonte: (SERAPIÃO, 2006).

O Edifício Garça Real, localizado na Alameda Tietê, apresenta um tipo de fachada que foi muito utilizado por Kon. Nela fica bem clara a disposição horizontal de peitoris de alvenaria e caixilhos, sendo estes metálicos e de enrolar (curtain wall), que atravessam inteiramente a fachada. O uso da cor no edifício, diferentemente dos outros, tem o verde como elemento escolhido e protagonista. As zonas de estar abrem-se para as laterais do edifício, diferentemente do Primavera e Lorena. No Garça Real tem início uma solução muito utilizada por Kon em relação às plantas dos apartamentos, que tendem ao quadrado e plena ortogonalidade.



Figuras 15 e 16 – Fachada, volumetria do Edifício Anambé.
Fonte: GUERRA, SERAPIÃO E GIMENEZ (2016).

O Edifício Anambé, localizado na Rua José Maria Lisboa, representa uma inovação no modo como o arquiteto resolve a implantação do edifício, em comparação aos projetos anteriores. A configuração volumétrica do prédio é definida por dois edifícios implantados em ângulo reto, posicionados no fundo do terreno e à esquerda do mesmo, onde se destaca a acentuada diferença de gabarito entre os blocos (um deles conta com vinte apartamentos e o outro com trinta e oito, e têm plantas diferentes entre si). Esta diferença de gabarito é justificada pela legislação que trata de recuos, uma vez que o bloco mais alto está implantado no fundo do terreno. O térreo é sustentado por pilotis. Essa implantação em “L” cria a possibilidade de haver um jardim lateral com piscina, voltados para a face norte (melhor insolação). Os quartos e salas são voltados para norte e nordeste. Ele possui elementos vazados feitos de tijolos, que configuram delicadeza ao edifício.



Figuras 17, 18 e 19 – Fachada, entrada e vista dos pilares, respectivamente, do Edifício Sabiá.

Fonte: GUERRA, SERAPIÃO E GIMENEZ (2016).

O Edifício Sabiá, projeto de 1960, é marcado pela presença de elementos estruturais (pilares) de concreto ao longo da fachada, elemento muito utilizado pelo arquiteto. Ao observar a fachada, neste caso, a estrutura parece se tornar protagonista do edifício. A composição da fachada é feita com uma sequência horizontal de peitoris de alvenaria e caixilhos, como o Garça Real. Sua estrutura foi revestida com mineral agregado jateado, de tom avermelhado, a pedido dos proprietários dos imóveis, que não quiseram o concreto aparente.

Conclusão

Os edifícios construídos entre as décadas de 1950 e 1970 expõem uma diversidade de soluções bastante interessante. Temos um conjunto de elementos arquitetônicos que são representativos do pensamento moderno, mas também da lógica de comercialização de projetos habitacionais verticais para as classes mais abastadas. Os edifícios tem soluções de arquitetura moderna com destaques estéticos e técnicos, e além do Jardim Paulista estão presentes em diversos bairros de São Paulo. E são bons exemplares da arquitetura moderna paulista.

As obras escolhidas não provocam a atenção pelo exagero estético, ou pelo contraste em relação aos outros edifícios do bairro, ou mesmo por terem se constituído como provocações ao modelo arquitetônico eclético ainda mais adequado ao gosto da época, mas sim pela concisão, consistência e pertinência que o olhar detecta de prontidão, e associa à qualidade da solução modernista. Um destaque, como já citado, em meio a tantas obras, é o Edifício Primavera, de apenas seis andares, na rua Peixoto Gomide, um dos primeiros edifícios verticais residenciais no Jardim Paulista.

O bairro, hoje quase que totalmente verticalizado, tem vários exemplares notáveis daquele período, grande parte deles cuja autoria ainda não foi pesquisada e divulgada para os profissionais e estudiosos de arquitetura, ou para um público mais amplo.

Espera-se que aos poucos esses estudos sejam ampliados e que se possa brevemente contar com um maior conhecimento da produção arquitetônica modernista feita na cidade de São Paulo, sobre seus projetistas e sobre o contexto que cercaram suas construções.

Espera-se que essa pequena amostra e análise do trabalho de Kon seja inspiradora para aqueles que se debruçam sobre a história da arquitetura brasileira, e sobre a qualidade da arquitetura produzida em São Paulo.

As obras de Kon, portanto, se configuram não apenas como importante tema da história da arquitetura paulista, mas, principalmente, como significativo patrimônio cultural da cidade, a ser mais conhecido e evidenciado.

REFERÊNCIAS

BRUAND, Yves. **Arquitetura Contemporânea no Brasil**. São Paulo: Ed. Perspectiva. 2003.

DEQUALA, Victor. *João Kon, arquiteto*. In **Archdaily**, São Paulo. Julho 2016. Disponível em: <http://www.archdaily.com.br/br/792357/joao-kon-arquiteto>. Acesso em junho, 2017.

GIMENEZ, Luis Espallargas - **A propósito do juízo da arquitetura paulistana**. *Arquitextos*, São Paulo, ano 09, n. 105.02, Vitruvius, fev. 2009 <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/09.105/73>>. Acesso em Novembro de 2017.

GUERRA, Abílio. *João Kon, arquiteto: Uma novidade no panorama arquitetônico de SP*. **Arquitextos**, São Paulo. 2016. N. 107.05. Vitruvius. Agosto de 2016. Disponível em <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/drops/17.107/6155> Acesso em junho, 2017.

_____; SERAPIÃO, Fernando; GIMENEZ, Luis Espallargas (Orgs.). **João Kon, arquiteto**. São Paulo, Romano Guerra, 2016.

PINHEIRO, Maria Lúcia Bressan. *Arquitetura residencial verticalizada em São Paulo nas décadas de 1930 e 1940*. In **Anais Museu Paulista: História e Cultura Material**. São Paulo, Jan./Junho 2008. v. 16, nº. 1, p. 109-149. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-47142008000100004&lng=en&nrm=iso. Acesso em Novembro de 2017.

SERAPIÃO, Fernando. *Silêncio e anonimato*. In **Projeto Design**, n. 311, 2006, São Paulo, p. 94 – 97. Disponível em: <https://arcoweb.com.br/projetodesign/artigos/artigo-silencio-e-anonimato-01-09-2003> Acesso em junho, 2017.

MODERN ARCHITECTURE IN THE JARDINS NEIGHBORHOOD – JOÃO KON ARCHITECT AND HIS WORKS

ABSTRACT

This paper deals with a case study about the architect responsible for several residential projects carried out in the Jardins neighborhood, between the years of 1950 and 1980. Doing a field research in the Jardins neighborhood and a secondary fields research about modern architecture, several João Kon's residential buildings were discovered in the studied perimeter. This article intends to disseminate the knowledge about this architect no much known by his colleagues and architectural historians, also establishing a comparison between the design strategies in his works. There are a totally of sixteen buildings erected on the perimeter under analysis.

Key-words: *João Kon. Modern Architecture. Jardim Paulista Neighborhood.*

**Enviado em 12/2017.
Aceito em 01/2018.**

SEÇÃO ARTIGO STRICTO SENSU

**ESTUDO DA SENSIBILIDADE PARAMÉTRICA DE MATERIAIS
NA CRIMPAGEM DE TERMINAIS ELÉTRICOS²⁹****Ecio Naves Duarte³⁰**

Doutor/UFU

Professor/IFSP Bragança Paulista

Luciano Guimarães Mendes³¹

Especialista/INATEL e Mestrando/IFSP

Professor/IFSP Bragança Paulista

RESUMO

Este trabalho propõe a análise de um produto industrial – um terminal elétrico conectado ao cabo/fio elétrico, ou seja, deste terminal crimpado – via ferramenta específica e normalmente do tipo manual. Para tanto, antes, há que se levantar os parâmetros mecânicos e elétricos que influenciarão na escolha da melhor opção dentre os materiais disponíveis e adequados para os propósitos exigidos pelo mercado e que atendam às normas técnicas que regulam este segmento para então, após a identificação da Função (equação) Geral de Predição que o represente, simular computacionalmente a fim de verificar os desempenhos ante as diferentes opções de materiais para composição deste terminal.

Palavras-chave: Crimpagem de terminais. Sensibilidade paramétrica de materiais. Elementos finitos

Introdução

A qualidade das peças produzidas em um processo de estampagem de chapas metálicas é muito dependente do controle do fluxo de material conformado para dentro da matriz de estampagem, segundo Nine (1978). Além disso, segundo Duarte (2007), o atrito entre as ferramentas, as propriedades mecânicas da chapa conformada, a força da punção e a geometria das ferramentas são outros parâmetros que também podem influenciar neste processo.

Em uma primeira etapa neste projeto, as investigações se dedicarão ao estudo da proeminência dos principais parâmetros influenciadores no ajuste ótimo dos equipamentos de fabricação de terminais elétricos crimpados em ligas metálicas, tais como: **ligas de alumínio e cobre**. Posteriormente, utilizando-se o modelo da Similaridade ou Similitude em Engenharia com uma geração de dados através das simulações numéricas do fenômeno em questão, passar-se-á à determinação de uma equação

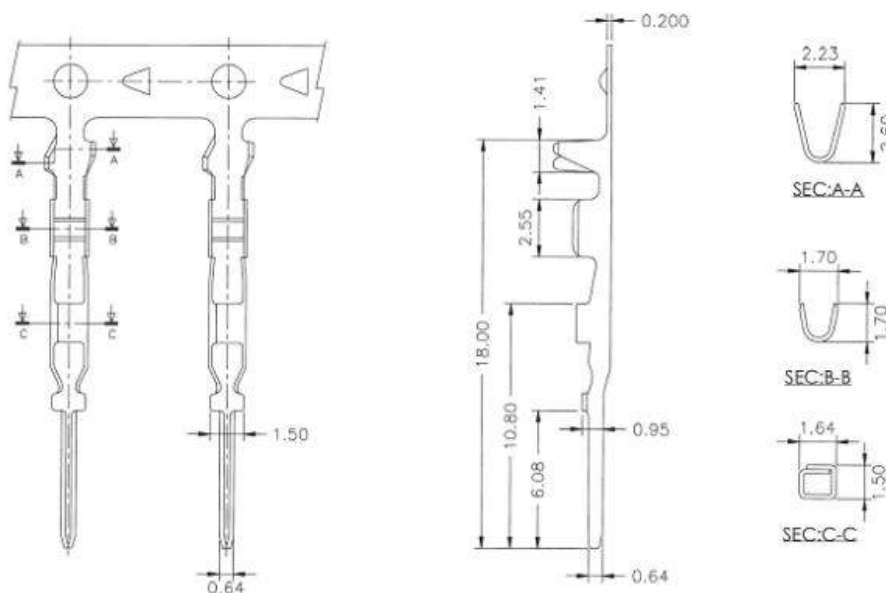
²⁹ O artigo apresenta a fase preliminar do projeto a ser executado, o qual conta com a parceria entre IFSP e a Sala CIMNE da Universidade da Catalunha, Barcelona, Espanha.

³⁰ E-mail: ecio@ifsp.edu.br

³¹ E-mail: tel-g-mendes@superig.com.br

preditiva geral (EPG) para se estimar as condições ótimas de fabricação deste específico caso de conformação ou crimpagem de conectores, como por exemplo, o conector abaixo:

Figura 5-A – Em destaque, as regiões A-B-C deste conector, as quais deverão ser conformadas (crimpadas) em torno do cabo elétrico.



Fonte: Pololu (2001)

Figura 6-B – Em destaque, as regiões A-B-C deste conector, as quais deverão ser conformadas (crimpadas) em torno do cabo elétrico.



Fonte: Pololu (2001).

Figura 7-C – Em destaque, as regiões A-B-C deste conector, as quais foram conformadas (crimpadas) em torno do cabo elétrico.



Fonte: Pololu (2001).

Figura 1-D: Conector elétrico crimpado.



Fonte: Clube do Hardware (2013)

A determinação de uma equação que estime o valor ótimo de uma variável ou de um grupo de parâmetros visando a redução do número de tentativas (*try-outs*) pode ser de grande valia para as indústrias eletroeletrônicas aonde alguns equipamentos podem produzir até milhares de terminais/minuto, o que resultaria no enxugamento nos custos de produção devido à economia de tempo nos ajustes das prensas de crimpagem. Afora isto, a redução das perdas e a obtenção de peças com melhor qualidade de acabamento poderiam elevar os níveis de produção além da possibilidade de ocuparem um patamar mais próximo da excelência.

Objetivos

O trabalho tem como objetivo principal o desenvolvimento de ferramenta computacional expressa através de Equação de Predição Geral (EPG) útil no estudo, análise e simulação da crimpagem de terminais elétricos modelados pelo MEF em 2D, além de que a mesma tenha aplicabilidade para diferentes tipos de terminais e que seja amigável na relação com o usuário, permitindo-lhe fácil leitura, entendimento e edição.

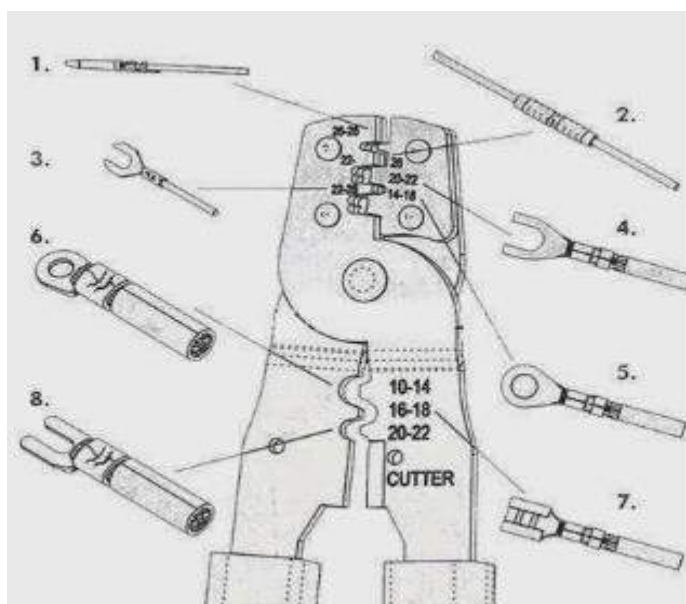
Revisão bibliográfica

Crimpagem

Denomina-se por crimpagem a união mecânica permanente entre o fio ou condutor elétrico com o seu respectivo terminal ou conector, sendo que tal conexão é realizada por ferramentas adequadas, específicas e de precisão tanto sob o aspecto mecânico como também elétrico.

A crimpagem é um complexo processo de conformação mecânica do terminal metálico em torno do cabo elétrico, pois envolve o conhecimento de diversos temas do saber: terminal, fio, ferramentas, métodos e procedimentos. Quando este processo é controlado e todos estes fatores são bem calibrados ter-se-á uma terminação com boa condutibilidade elétrica. A qualidade de controle é uma parte importante na crimpagem e resulta na poupança de tempo e dinheiro ao evitar “retrabalho ou refabricação”. (MOLEX, 2009).

Figura 2 – Ferramenta manual de crimpagem de terminais.



Fonte: Ensinando Elétrica (2014)

A utilização da crimpagem como um processo de fabricação de terminais eletromecânicos vem sendo aplicada na indústria, pois proporciona uma economia considerável no processo de fabricação, bem como no tempo gasto para se efetuar as conexões elétricas desejadas, sem a necessidade da soldagem.

Teoria da similitude ou similaridade

Nesta investigação será empregada a teoria da Similitude ou Similaridade que fundamentalmente considera dois sistemas físicos separados como se fossem similares e onde as dimensões envolvidas no fenômeno físico em estudo são relevantes. A essência deste trabalho está no desenvolvimento de uma equação de predição geral (EPG) de um

fenômeno físico como também o emprego compatibilizado entre duas teorias: a Similitude em engenharia mecânica – mais especificamente o teorema Pi de Buckingham para uma análise adimensional – e a simulação numérica pelo Método de Elementos Finitos (MEF) para análise do processo de crimpagem.

Comumente, apoia-se na Similitude para estabelecer-se uma equação que relaciona os parâmetros determinantes no comportamento físico de um fenômeno e assim, obter significativa redução de testes comprobatórios. Desta forma, neste trabalho tal teoria será empregada para a obtenção da relação entre a força de crimpagem e parâmetros como o atrito, os geométricos e as propriedades de materiais, enquanto que através da simulação numérica para diversos valores de cada parâmetro, objetivar-se-á no estabelecimento da contribuição de cada uma destas variáveis na força de crimpagem (FC) a ser estimada, independentemente das demais variáveis. Em suma, então, esta pesquisa estará ancorada na teoria da similitude e do teorema Pi de Buckingham – o que evitará a necessidade do dispêndio de recursos na parte experimental da investigação.

A teoria da similitude analisa a importância de um determinado parâmetro à variável dependente a ser estimada mantendo todas as demais variáveis envolvidas como constantes, aonde sete (07) pontos para cada parâmetro devem ser obtidos para chegar-se numa função/equação correlata, conforme exemplificam as figuras 3 e 4 abaixo, cuja análise é denominada por sensibilidade paramétrica do material. Estima-se em doze parâmetros – seis de propriedades de materiais e seis geométricos – estão combinados em nove Pi termos (ou grupos adimensionais) distintos. A combinação destas oito curvas que se relacionam com o nono Pi termo da Força de Crimpagem (FC) ‘adimensionalizada’ em relação à força de prensa-chapas deva resultar em uma equação de predição da FC, seguindo os conceitos estipulados pela teoria de similitude. No entanto, há a expectativa de que os efeitos de alguns parâmetros na crimpagem dos terminais elétricos possam ser desprezados ante os demais para que uma função mais simples e ajustada possa ser identificada sem comprometimento significativo da eficiência do citado processo.

Os dados de cada Pi termo serão obtidos para simulação tendo em vista teorias relativas aos comportamentos elástico e plástico dos materiais além dos ajustes paramétricos numéricos projetados no modelo em elementos finitos da simulação do experimento que tenha solução explícita para a equação dinâmica que governa o fenômeno físico e estudo.

Com esta análise dimensional e com razoável aproximação pretende-se determinar uma Equação de Predição Geral (EPG) da FC, a qual pode ser descrita genericamente como:

$$\pi_1 = F(\pi_2, \pi_3, \pi_4, \dots, \pi_s)$$

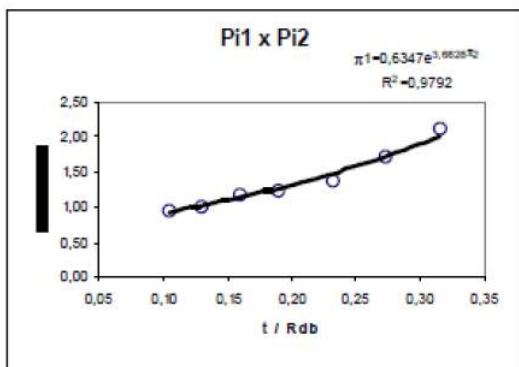
- s é o número de grupos adimensionais do fenômeno em estudo, obtidos do Teorema π de Buckingham, de acordo com Murphy (1950).

Como é desconhecida a função descritiva com os melhores ajustes de um fenômeno físico, então, tal função de calibração deverá ser testada suficientemente através de simulação para que a EPG possa ser formulada e validada ao final desta pesquisa. Com a criteriosa análise da base de dados gerados na simulação numérica em elementos finitos os grupos adimensionais devem ser arrançados de forma que todos eles se mantenham constantes com exceção do parâmetro investigado naquele instante para, em seguida, encontrar-se uma equação componente para cada π -termo. Tal procedimento se

deve ser repetido para os outros grupos adimensionais e as relações obtidas para cada “ π -termo” serão combinadas em uma equação geral (EPG) que governa o problema. Frequentemente, esta combinação não é muito simples e necessitará de ajustes.

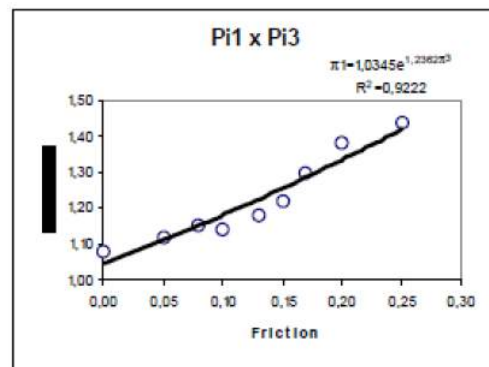
Através das operações matemáticas de multiplicação ou adição dentre as componentes de cada π -termo será definida a EPG, sendo que a opção entre tais operações ocorre em função do processo de validação via dados experimentais em cada um destes termos citados. Tão logo os testes venham a se demonstrarem corretos em todos os termos, segundo Murphy (1950), então, a EPG estará definida através de uma sequência de equações componentes expressas por produto (ou soma) entre os π -termos. Seguem as figuras 3 e 4 com exemplos de calibração das equações componentes para um problema de natureza análoga, desenvolvidos em estudos preliminares por Duarte (2007).

Figura 3: Equação Componente da espessura



Fonte: Duarte (2007).

Figura 4: Equação componente do atrito da chapa



Fonte: Duarte (2007).

Os resultados satisfatórios desta pesquisa poderão ser aproveitados em outros segmentos industriais relativos à predição de condições ótimas de ajuste de equipamentos, otimização qualitativa na produção de peças com redução da necessidade de testes, de energia e com claros reflexos positivos ambientais.

Método dos elementos finitos (MEF)

O modelamento por equações diferenciais parciais tornou o Método de Elementos Finitos (MEF) o mais difundido na resolução de tais equações, o qual em conjunto da tecnologia computacional tem sido aplicado com sucesso na solução de problemas em regime transitório e permanente, em regiões lineares e não-lineares, para domínios em uma, duas ou três dimensões, podendo ainda, modelar formas geométricas complexas, bem como descontinuidades em um material sendo que a discretização em EF transforma equações diferenciais em equações algébricas (Serafim, 2009).

O MEF tem sido usado em diferentes linhas de pesquisas e desenvolveram-se uma gama variada de elementos, tais como: elementos curvilíneos e os isoparamétricos, além do método foi generalizado para solução de equações diferenciais parciais, resultando na aplicação do MEF em diversos problemas como mecânica dos sólidos, dos fluidos, termodinâmica, resultando nas soluções de problemas de engenharia antes inacessíveis. Com bibliografia crescente sobre o Método de Elementos Finitos (MEF) de autores como Zienkiewicz, Onate e Morita, aqui citando apenas alguns, e de trabalhos apresentados em periódicos redundaram no desenvolvimento de códigos computacionais de sucesso

utilizando tal método. Segundo Onâte (2009), o MEF é um procedimento para resolver por soluções numéricas os problemas encontrados na natureza.

Atualmente, a tendência é pelo desenvolvimento de softwares com facilidades na geração de modelos, interação do programa com o usuário e capacidade de visualização gráfica (Serafim, 2009) e, segundo DUARTE (2007), através do emprego do MEF a estrutura pode ser analisada de duas maneiras distintas: a discreta – onde a análise é qualitativa e de menor rigor, e a contínua – onde os elementos finitos são dispostos de forma integrada permitindo que as tensões e os deslocamentos encontrem equilíbrio e que as condições de contorno sejam satisfeitas.

O primeiro passo do MEF é a escolha do tipo e de suas propriedades, mais adequado para representar corretamente o elemento e o segundo é dispor adequadamente os elementos para em seguida iniciar a análise do problema estrutural, seja no plano ou no volume, feita através de notação matricial. Dentre os tipos, para representações planares há o triangular ou o quadrilateral, enquanto que para o volumétrico dispõe-se do hexaedro.

Para a análise estrutural há três tipos de argumentos empregáveis às tensões e às cargas nas estruturas: equilíbrio, compatibilidade e equacionamentos constitutivos. No primeiro tipo, as tensões e as cargas se limitam à estrutura ou se relacionam tensões com outras. No segundo tipo, se relacionam geometricamente as deformações com deslocamentos, os quais, caso sejam pequenas redundarão em equações de compatibilidade lineares. Finalmente, no terceiro tipo, emprega-se o empirismo obtido através da Lei Tensão-Deformação e como tal, dependem de dados obtiveis em experimentos.

Conforme DUARTE (2007), a análise estrutural deve ser descrita em forma de malha e os melhores resultados do emprego do MEF advirão com as corretas escolhas do tipo do elemento e da malha associada já que o tipo do elemento associado é que minimizará os efeitos indesejáveis da aproximação entre os modelos desenhados e o real.

Após o exposto, há que se informar que o MEF possui caráter modular e que permite verificações durante o seu processamento computacional, mas que há razoável possibilidade na obtenção de resultados imprecisos mesmo após exaustivas revisões do modelo. Por isso, é recomendável considerar os resultados como incorretos até que os mesmos possam ser validados analítica e experimentalmente. Muitos problemas físicos, por sua complexidade, não permitem uma solução analítica fechada que abarque genericamente todas as soluções possíveis. E é neste hiato que se aplicam mais oportunamente as técnicas numéricas de solução aproximada utilizadas no MEF.

As ferramentas de simulação numérica admitem duas possíveis soluções numéricas diferentes: a implícita e a explícita. A primeira, principalmente face aos custos computacionais, é aquela que se apresenta como de solução mais rápida, enquanto que a explícita se apresenta como a de maior proximidade com a solução real. No entanto, há que se ressaltar, que não há uma solução que se possa denominar de exata quanto a sua semelhança com a realidade e que por isso, tornam-se importantes as escolhas dos modelos bem como as caracterizações dos materiais para que as simulações possam ser próximas do modelo real.

A equação espacial discretizada da estrutura em estudo pode ser:

$$M \cdot d^2d/dt + p(d, dd/dt) = f(d,t)$$

Aonde:

- f = forças externas.
- r = vetor força residual e de enésima-dimensão.
- p (d,d') = forças de resistências internas dependentes do deslocamento e velocidade.
- M = massa associada a cada ponto.
- d = vetor deslocamento de translação nodal.
- d' = vetor velocidade de translação nodal.
- d'' = vetor aceleração de translação nodal.
- t = tempo.

A SOLUÇÃO EXPLÍCITA

Em DUARTE, 2012, p. 61, a integração da equação anterior no tempo implica na discretização automática da mesma. Os métodos explícitos são condicionalmente estáveis. Isto significa que os cálculos são instáveis quando o intervalo de tempo não é suficientemente pequeno.

Sem dúvida, a estabilidade da integração pode ser garantida pela condição de que o incremento temporal NÃO exceda um certo valor crítico, o qual pode se estimado. Esta estimativa implica numa evolução das propriedades elásticas do material, tais como, a densidade e o tamanho mínimo do elemento da malha. Estas considerações de estabilidade levam a um passo de tempo de integração no domínio do tempo limitado pela expressão que calcula o tempo crítico a cada integração e o atualiza automaticamente, conforme:

$$\Delta t \leq \Delta t_{CR} = 2 / \omega_{max}$$

$$\Delta t_{CR} = \text{tempo crítico.}$$

$$\omega_{max} = \text{é a frequência angular máxima do sistema.}$$

Esta equação se obtém com amortecimento de vibrações igual a zero, já que este aumenta o tempo crítico. Em geral, se utiliza uma margem de incerteza para o tempo crítico de 25%, de acordo com o Stampack Theory Manual (2001), o qual é um programa de simulação em EF que tem solução explícita.

A integração explícita no domínio do tempo se faz valendo-se do algoritmo das diferenças finitas. Por isso, a equação anterior determina a configuração da estrutura no instante $t_{n+1} = t_n + \Delta t_{n+1}$, a partir de uma configuração conhecida no instante n.

Onde:

Δt_n é o intervalo de tempo empregado na integração das equações de movimento;
n é o número de passos utilizados na integração.

Ilustrando-se o caso da integração das equações da translação de um determinado ponto nodal, o seguinte algoritmo pode ser utilizado:

Passo 1: $d''_n = 1/M [f(d,t)_n - p(d,t)_n - Cr_n]$

Passo 2: $d'_{n+1/2} = d'_{n/2} + 1/2 d''_n (\Delta t_{n-1} + \Delta t_n)$

Passo 3: $d_{n+1} = d_n + d'_{n+1/2} \cdot \Delta t_n$

A SOLUÇÃO IMPLÍCITA

Conforme DUARTE, 2012, p. 62, este método requer um escalonamento de matriz. Sem dúvida, é possível selecionar-se um algoritmo implícito incondicionalmente estável no qual o tamanho do passo de tempo de integração na equação de movimento está governado apenas por considerações de exatidão dos cálculos. Isto há que ser possível ajustar o esforço computacional para este método na precisão de resultados desejados. A equação de movimento semi-discretizada pode ser descrita na forma residual geral como:

$$r(d) = M \cdot d^2/dt + p(d, dd/dt) - f(d,t) = 0$$

Onde:

r = é o vetor força residual n-dimensional;
 $p(d, dd/dt)$ são as forças de resistências internas que podem depender dos deslocamentos e velocidades.

Quando não linearidades estão presentes, se utilizam os métodos numéricos de Newton-Raphson ou a solução de Newton modificada – ver Geradin (1983) – para resolver a equação de movimento semi-discretizada, que se escreve como a seguir:

$$r(d_{n+1}) = 0$$

Aspectos de plasticidade e modelos de materiais

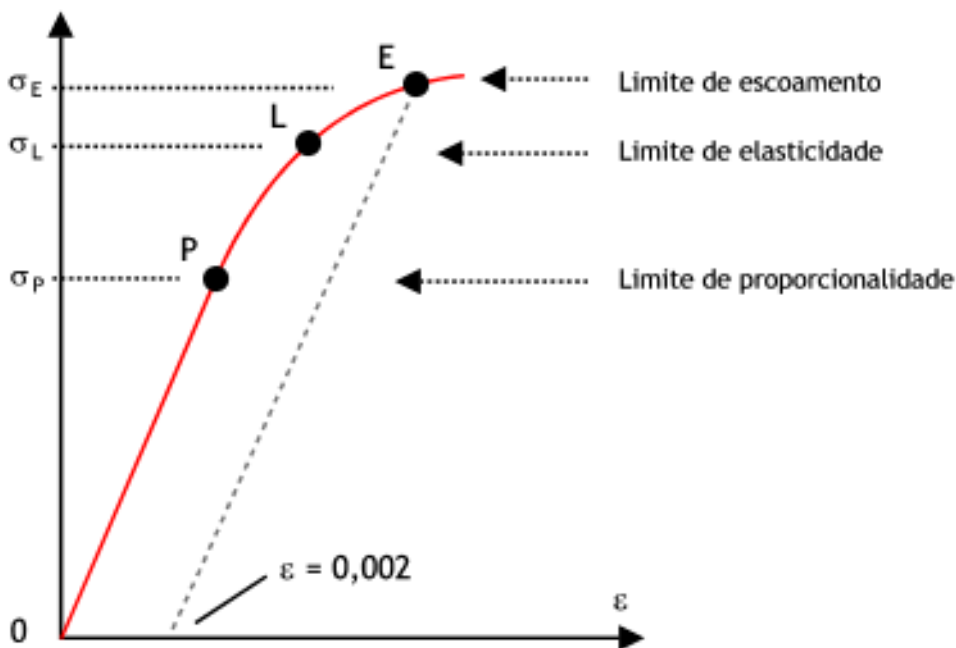
Os modelos numéricos podem estabelecer a função para análise do comportamento mecânico apresentado pelos materiais e suas complexas características, o que pode ser comprovado em seguida através do emprego de ferramenta de simulação em Elementos Finitos (EF), conforme, por exemplo, Stampack Basic Concepts Theory Manual (2003). De acordo com Belytschko et. al (2000), diferentes relações constitutivas permitem a distinção entre materiais tão diferentes com borracha, um fluido viscoso ou o concreto e para tanto, há extensa literatura sobre este tema e, com um enfoque nos aspectos computacionais de plasticidade pode-se encontrar em Simo et al. (1998).

As simulações numéricas trazem uma avaliação quantitativa do problema enquanto que os módulos de cálculos (*solvers*) dos programas em EF oferecem os resultados que permitirão relacionar a mecânica – cinemática e a dinâmica da investigação em curso.

A caracterização do material

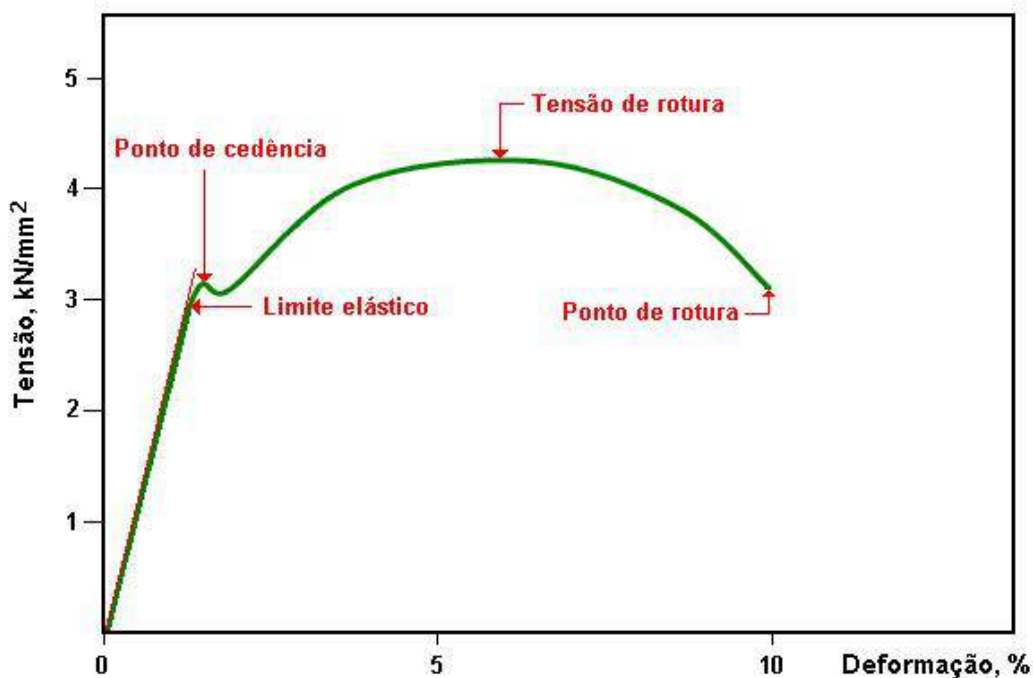
Segundo Duarte, frequentemente os materiais são testados em uma máquina de teste universal, onde há que se caracterizar a geometria do corpo sob teste. Para tanto, é imprescindível obter a função descritiva do comportamento mecânico do material com parâmetros envolvidos dependentes do material, sendo uma relação com tais preceitos é a curva “tensão-deformação”, ilustrada a seguir.

Figura 5: Curva da Tensão x Deformação mecânica sem indicação do seu ponto de cedência.



Fonte: MSPC (2009).

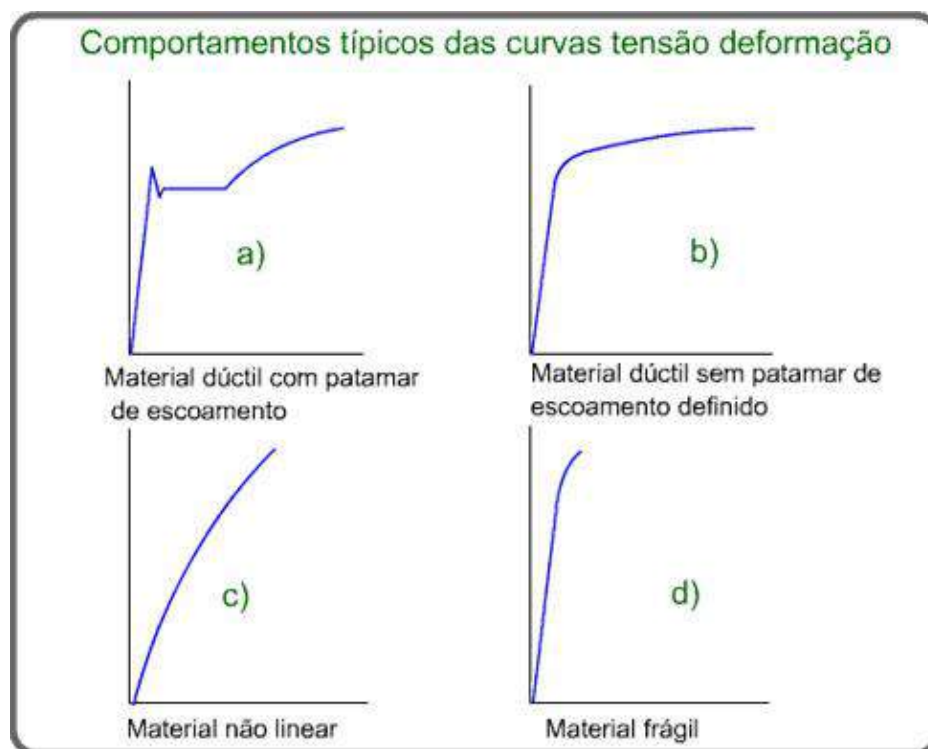
Figura 6: Curva da Tensão x Deformação mecânica com indicação do seu ponto de cedência



Fonte: MSPC (2009).

A seguir, nos gráficos da figura 7, são fornecidas quatro classificações para as propriedades de deformação dos materiais.

Figura 7: Gráficos com quatro comportamentos típicos das curvas Tensão-Deformação de materiais.



Em **a)** vê-se um material dúctil típico, como um aço de baixo carbono recozido. Entre os materiais dúcteis existem aqueles que não mostram claramente o patamar de escoamento, como em **b)**. As figuras **c)** e **d)** mostram possíveis curvas de comportamento para materiais frágeis. No caso de **c)** aparece um comportamento não linear em baixos níveis de tensão, característica dos ferros fundidos. Já em **d)**, o comportamento é elástico e linear até próximo da ruptura, característica de materiais cerâmicos e ligas fundidas de elevada

Fonte: CIMM (2010).

Propriedades mecânicas de materiais

As medidas e o entendimento dos significados da influência das propriedades mecânicas nas deformações como nas falhas se fazem necessários para o detalhamento do projeto estrutural de componentes haja visto que quando em serviço, os mesmos estarão submetidos a forças ou cargas inter-relacionadas entre si, de forma que deformações excessivas ou fraturas possam ser previstas e evitadas. Nos materiais há uma relação entre sua resposta a deformação ante a aplicação de uma força/carga.

Daí a importância dos experimentos laboratoriais com as propriedades mecânicas dos materiais e na forma mais realista quanto possível, considerando a intensidade – constante ou variável e natureza da carga aplicada – tração, compressão, ou de cisalhamento, além do tempo de permanência desta aplicação e as condições ambientais do entorno, com estudos e análises permanentes das propriedades dos componentes estruturais sejam através das técnicas experimentais de ensaio ou das análises matemáticas de tensão para a determinação das tensões e de como ocorrem suas distribuições dentro dos membros sujeitos às cargas.

Dentre tais propriedades mecânicas dos materiais estão a resistência à tração, elasticidade, ductilidade, fluência, fadiga, dureza, tenacidade, entre outras, sendo que numa 1ª etapa desta pesquisa, as investigações foram orientadas a se dedicar no estudo da relevância paramétrica do coeficiente de Poisson, Módulo de Elasticidade (E), coeficiente de encruamento (ν), limite de escoamento (S_y) e do coeficiente de elasticidade.

CONCEITOS DE TENSÃO E DEFORMAÇÃO

A curva tensão x deformação informa o comportamento de um membro quando submetido ao esforço de uma carga, seja a mesma na forma de tração, compressão ou de cisalhamento.

DISCORDÂNCIAS E SISTEMAS DE ESCORREGAMENTO

Imperfeições nos materiais cristalinos possibilitam o escorregamento de planos dentro do cristal tornando as mobilidades de discordâncias no principal fator da deformação plástica de metais e ligas, sendo que tais discordâncias podem ser alteradas pela composição e na manipulação das propriedades mecânicas do material. Vale dizer ainda, que tais discordâncias também afetam propriedades não-mecânicas do material como a condutividade elétrica dos semicondutores.

As discordâncias se movimentam com diferentes facilidades dentre os planos e também dentre as direções do cristal. Ela ocorre principalmente em planos e em determinadas direções destes, aonde haja a maior densidade atômica do cristal. Defini-se por sistema de escorregamento (*slip system*) a combinação de um plano e de uma direção favoráveis às discordâncias.

DEFORMAÇÃO ELÁSTICA

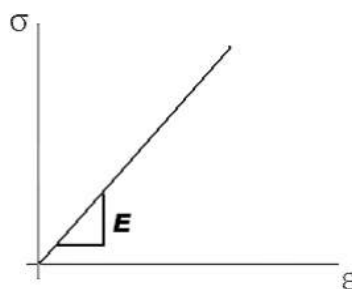
É o processo de deformação aonde há proporcionalidade linear entre a tensão (σ) e a deformação (ϵ), resultando numa reta no gráfico de σ x ϵ , conforme mostrado na Figura 8.

A intensidade da força de tensão imposta à estrutura é responsável pela deformação da mesma, sendo denominada por Lei de Hooke, que nos metais é dada por:

$$\sigma = E \cdot \epsilon$$

Aonde: constante de proporcionalidade E é o módulo de elasticidade, ou módulo de Young.

Figura 8 – Lei de Hooke



Fonte: Unioeste (2005)

Vale dizer que a Lei de Hooke não é válida para quaisquer valores de deformação pois ela é uma aproximação para quando a tensão é relativamente baixa e que a deformação elástica não é permanente posto que quando a carga deixar de ser aplicada a estrutura, então, esta retornará a sua forma original.

Tabela 1 – Módulos de Elasticidade, de cisalhamento e coeficiente de Poisson para algumas ligas metálicas.

Módulos de elasticidade e de cisalhamento e coeficiente de Poisson					
Liga Metálica	Módulo de Elasticidade		Módulo de Cisalhamento		Coeficiente de Poisson
	GPa	10 ⁶ psi	GPa	10 ⁶ psi	
Alumínio	69	10	25	3,6	0,33
Latão	97	14	37	5,4	0,34
Cobre	110	16	46	6,7	0,34
Magnésio	45	6,5	19	2,5	0,29
Níquel	207	30	76	11	0,31
Aço	207	30	93	12	0,30
Titânio	107	15,5	45	6,5	0,34
Tungstênio	407	59	160	23,2	0,28

Fonte: Unioeste (2005)

Observa-se que os módulos de elasticidade são menores materiais metálicos e maiores nos cerâmicos, causadas pelas suas respectivas e diferentes ligações atômicas.

Há um comportamento elástico do material sempre que sobre ele houver a presença de tensões compressivas, de cisalhamento ou torcionais, sendo que a tensão e a deformação de cisalhamento são proporcionais conforme:

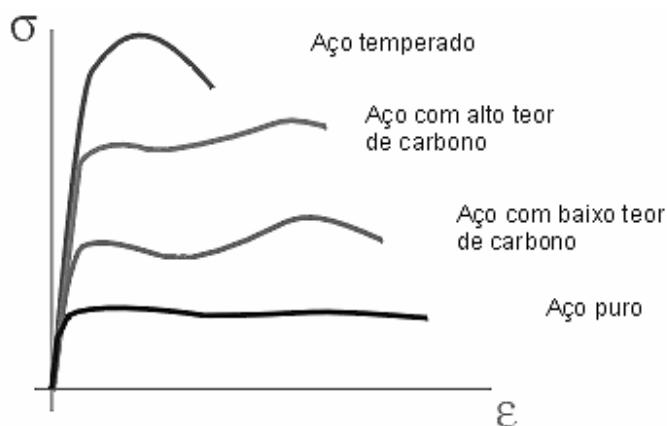
$$\tau = - \gamma$$

DEFORMAÇÃO PLÁSTICA

O regime elástico permanece apto para deformações mecânicas de até 0,0005 sendo que após esse ponto a linearidade entre tensão x deformação deixa de existir e a deformação passa a ser irreversível ou chamada por deformação plástica. Neste caso, a Lei de Hooke não mais regula esta relação.

Abaixo alguns gráficos de tensão x deformação para certos aços em que se nota uma linearidade para baixas tensões, logo seguida de uma região não-linear a qual é denominada por região de deformação plástica.

Figura 9 – Gráfico Tensão x Deformação Plástica



Fonte: Unioeste (2005)

TENSÃO NOMINAL E DEFORMAÇÃO NOMINAL

Em um ensaio de tração as medições são da força/carga aplicada e da deformação/alongamento obtido na peça, sendo que para a determinação da tensão considera-se a área do corpo de prova, que, no entanto, durante estes procedimentos laboratoriais, o objeto de análise apresenta diminuição de sua seção reta pois o mesmo se alonga, o que em última análise reflete na medição desta tensão. Daí a utilidade da chamada tensão nominal e deformação nominal, ambas calculados tomando como base a sua área inicial, ou seja, considera-se que o objeto mantenha constante sua área original durante toda essa medição.

111

TENSÃO NOMINAL

A tensão de engenharia ou tensão nominal (σ em MPa) é definida pela relação:

$$\sigma = F / A_0$$

Sendo: F = força aplicada e A_0 = área inicial aonde a carga é aplicada.

DEFORMAÇÃO NOMINAL

Ou deformação de engenharia (ϵ) é definida por:

$$\epsilon = \frac{l_i - l_0}{l_0} = \frac{\Delta l}{l_0}$$

Aonde:

l_0 = comprimento original do objeto antes da carga lhe ser aplicada;

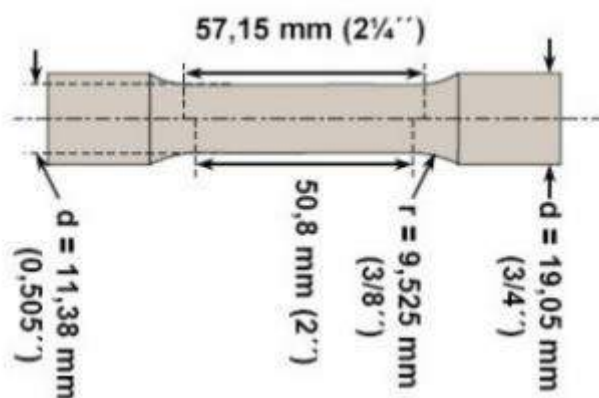
l_i = comprimento instantâneo antes da carga lhe ser aplicada.

$(l_i - l_o)$ ou Δl = deformação ou variação no comprimento referido ao comprimento original.

ENSAIO DE TRAÇÃO

O ensaio de tração é o mais usual dentre os ensaios mecânicos de tensão-deformação, todos avaliadores de diversas propriedades mecânicas dos materiais tão importantes em projetos. Neste, uma crescente carga de tração é aplicada ao longo do eixo mais longo de um corpo de prova, produz uma deformação também gradativa até que ocorra a fratura do corpo sob teste, sendo que o mais comum nestes ensaios é que a deformação se concentre na sua região mais central.

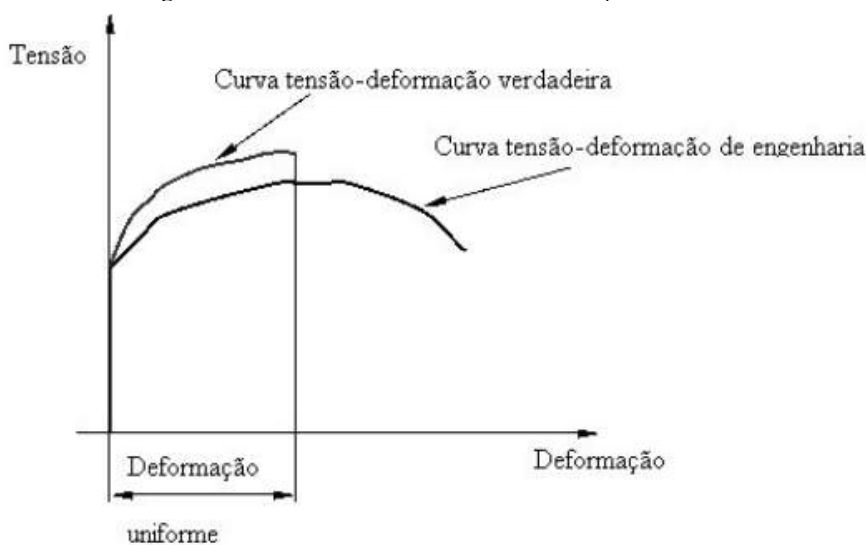
Figura 10 – Corpo de prova padrão para ensaio de tração



Fonte: Unioeste (2005)

Os resultados de um ensaio de tração são anotados em um gráfico de tensão x deformação (Figura 11).

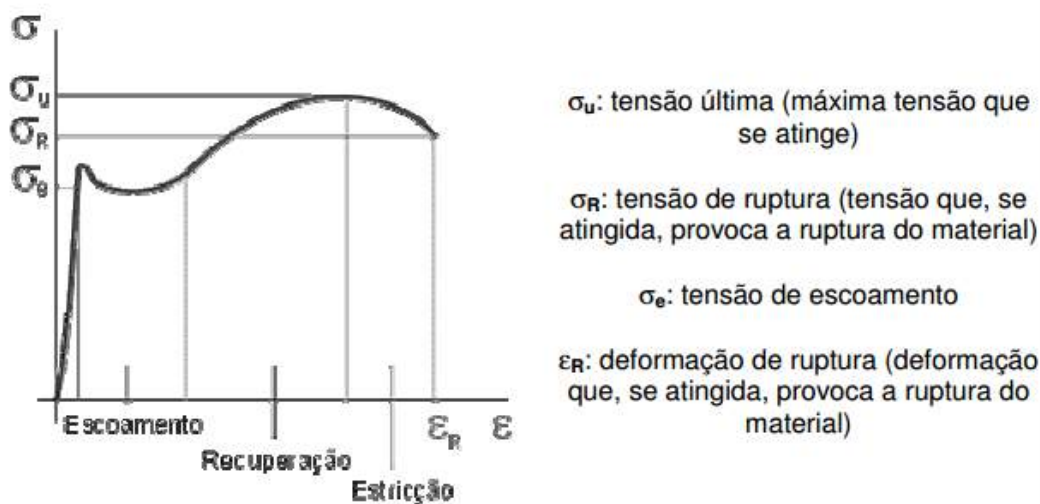
Figura 11 – Gráfico Tensão nominal x Deformação Nominal



Fonte: Unioeste (2005)

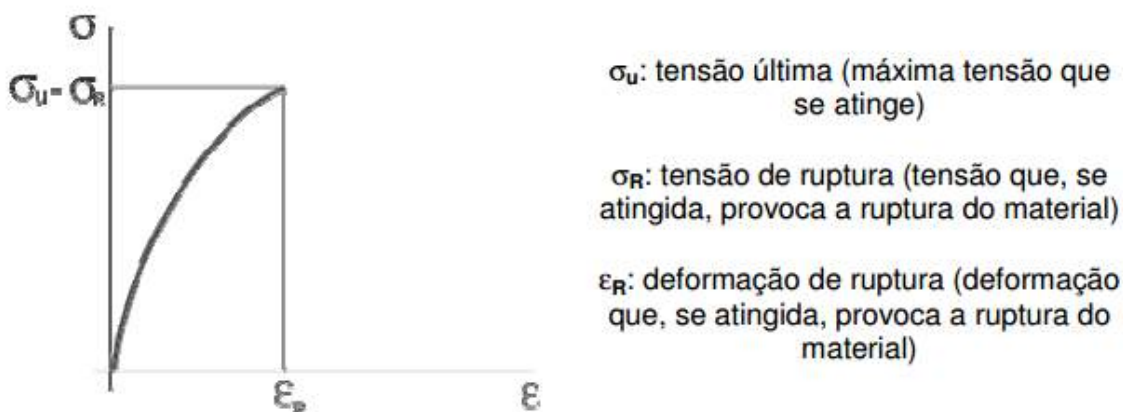
Outras informações sobre várias propriedades do material sob teste são possíveis a partir do teste tensão x deformação, conforme figuras 12 e 13, onde há dois grupos de materiais: os dúcteis e os frágeis, sendo que os dúcteis, se sob ação de uma força, eles podem se esticar até se transformarem em fio; enquanto que com os frágeis isso não é possível e haveria o rompimento o material sob tração.

Figura 12 – Diagrama σ x ϵ para material dúctil (aço estrutural)



Fonte: Unioeste (2005)

Figura 13 – Diagrama σ x ϵ para material frágil (ferro fundido ou vidro)



Fonte: Unioeste (2005)

Procedimentos metodológicos

Modo de coleta de dados

Como já informado, nesta 1ª etapa, as investigações se dedicarão a estudar a relevância paramétrica (como: coeficiente de Poisson, Módulo de Elasticidade, coeficiente de encruamento, limite de escoamento e coeficiente de elasticidade) no ajuste ótimo dos equipamentos de fabricação de terminais elétricos crimpados em ligas metálicas.

Modo de análise dos dados coletados

Posteriormente, com uso da ferramenta computacional de Elementos Finitos (EF), que possui solução explícita para a equação dinâmica que governa o fenômeno físico estudado, identificar a relevância importância de cada parâmetro no comportamento elástico e plástico de materiais até a escolha do melhor ajuste possível de cada parâmetro numérico para o modelo em EF projetado para se simular o experimento.

Baseando-se nesta análise dimensional, pretende-se determinar, com uma boa precisão, uma EPG da FC. Genericamente, ela pode ser escrita da seguinte maneira:

$$\pi_1 = F (\pi_2, \pi_3, \pi_4, \dots, \pi_s)$$

Sendo que: s é o nº de grupos adimensionais do fenômeno em estudo, obtidos do Teorema π de Buckingham, segundo Murphy (1950).

114

Conclusão

Este trabalho é uma terça parte dentro de uma pesquisa mais abrangente e que vem contribuir para o esperado resultado final – a obtenção de Equação Preditiva Geral (EPG), sendo que os demais pesquisadores envolvidos corroboram com os resultados para os quais esta pesquisa ora se encaminha e que também conta com a parceria de âmbito internacional com a Sala CIMNE Universidade da Catalunha de Barcelona, da Espanha. Os resultados aguardados são promissores haja visto que, a priori, trata-se de objeto sem desenvolvimentos similares anteriores.

Referências Bibliográficas

CIMM. **Tensão-deformação e o Comportamento dos Materiais**. Disponível em: http://www.cimm.com.br/portal/noticia/exibir_noticia/7103-tensao-deformacao-e-o-comportamento-dos-materiais. Acessado em 02 junho 2017 e 28 junho 2017.

CLUBE DO HARDWARE. Disponível em: <http://www.clubedohardware.com.br/forums/topic/1019473-resolvido-onde-encontrar-este-alicata/>. Acessado em 05 julho de 2017.

DUARTE, E.N. **Elementos Finitos y similitude aplicados a la conformación mecânica** - Universidade Federal de Uberlândia – Faculdade de Engenharia Mecânica – Ed. EAE - 2012.

MOLEX. **Quality Crimp Handbook**. Lisle, Molex S.A, 2009 Disponível em: <http://www.molex.com/pdm_docs/ats/TM-638000029.pdf>. Acessado em: 18 junho 2017.

MSPC. Disponível em: <http://www.mspc.eng.br/ciemat/ensaio110.shtml>. Acessado em: 01 junho 2017 e 28 de junho 2017.

MURPHY, G. **Similitude in Engineering**. The Ronald Press Company, Iowa State University - N.Y., 1950.

NINE, H. D. **Drawbead forces in sheet metal forming**. In: D. P. Koistinen, N. M. Wang (Eds.), *Mechanics of Sheet Metal Forming*, Plenum Press, New York, 1978. p. 179-211.

POLOLU. **Terminals Crimped**. Disponível em: <<https://www.pololu.com/product/1930>>. Acessado em: 05 julho de 2017.

Ensinando Elétrica. **Crimpar Terminais Eletromecânicos**. Disponível em: <<https://ensinandoeletrica.blogspot.com.br/2014/09/crimpar-terminais-eletromecanicos.html>]. Acessado em: 03 maio 2017.

SERAFIM, E. S. **Implementação de uma Biblioteca Informática para Diversos Tipos de Elementos Finitos em 2D e 3D**, - UFSC – 2009. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/77748/262782.pdf?sequence=1>>

Bibliografia

BELYSTSCHKO, Ted. *Nonlinear Finite Elements for Continua and Structures*, 1 ed. Michigan University, Ed. Wiley, 2000. 2014.

MORITA, T. et al. *Numerical Model of Crimping by Finite Element Method*. IEEE. 1996.

OÑATE, E. *Structural Analysis with the finite elements method*. Linear Statistics, Springer, Barcelona, 2009.

STAMPACK® *Basic Concepts Theory Manual*, Quantech ATZ S.A., Barcelona, Spain, 2001 e 2003.

ZIENKIEWICZ, O.C.; TAYLOR, R.L. *El método de los elementos finitos*. Mecánica de sólidos, Vol. 2. 5. Ed., CIMNE, Barcelona, España, 2004.

STUDY OF SENSITIVITY PARAMETRIC OF MATERIALS IN CRIMPAGE OF ELECTRICAL TERMINALS.

ABSTRACT

2) *This work proposes the analysis of an industrial product - an electrical terminal connected to the cable / electrical wire, that is, this terminal crimped by a specific tool and usually of the manual type. In order to do this, the mechanical and electrical parameters must be determined, which will influence the choice of the best option among the materials available and suitable for the purposes demanded by the market and that meet the technical norms that regulate this segment for then, after the identification of the (Equation) to represent it to simulate computationally in order to verify the performances before the different options of materials for the composition of this terminal.*

3)

4) **Key words:** *Electric terminals crimped. Parametric sensitivity of materials. Finite elements.*

5)

Enviado em 07/2017.

Aceito em 01/2018.