



Universidade Federal de Campina Grande

Centro de Engenharia Elétrica e Informática

Curso de Graduação em Engenharia Elétrica

JONAS DANTAS DE MIRANDA NETO

RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO

Campina Grande, Paraíba
Abril de 2013

JONAS DANTAS DE MIRANDA NETO

RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO

*Relatório de Estágio Integrado submetido à
Unidade Acadêmica de Engenharia Elétrica da
Universidade Federal de Campina Grande
como parte dos requisitos necessários para a
obtenção do grau de Bacharel em Ciências no
domínio da Engenharia Elétrica.*

Área de Concentração: Controle & Automação

Orientador:

Antonio Marcus Nogueira Lima, Dr.

Campina Grande, Paraíba
Abril de 2013

JONAS DANTAS DE MIRANDA NETO

RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO

Relatório de Estágio Integrado submetido à Unidade Acadêmica de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências no Domínio da Engenharia Elétrica.

Área de Concentração: Controle & Automação

Aprovado em / /

Professor Avaliador
Universidade Federal de Campina Grande
Avaliador

Professor Antonio Marcus Nogueira Lima, Dr.
Universidade Federal de Campina Grande
Orientador, UFCG

Dedico este trabalho aos meus pais, meu irmão, à minha família, amigos e namorada por todo apoio e carinho dado.

AGRADECIMENTOS

À Deus, “porque Dele e por Ele, e para Ele, são todas as coisas; glória, pois, a Ele eternamente. Amém.” (Rm 11:36).

Aos meus pais, Jonas Dantas de Miranda Filho e Walquíria da Costa Miranda, por todo carinho, amor, atenção, dedicação e presença na minha vida. Agradeço pelas lições e ensinamentos, além das demonstrações de ética, caráter, responsabilidade, coragem e perseverança que estarão sempre comigo. Com certeza, se fui capaz de atingir tal feito, foi pelo apoio incondicional recebido destes dois grandes guerreiros, que, com muito orgulho, tenho o prazer de chamar de “*meu pai*” e “*minha mãe*”.

Ao meu irmão, Wilson da Costa Miranda, que sempre foi fonte de inspiração e motivação para que eu melhorasse a cada dia, agindo de maneira correta e honesta. Obrigado pelas risadas e gargalhadas, além dos momentos de companheirismo, “*biaaatch*”!

À *Minha Chica*, Juliana de Sales Silva, por ter me apoiado e dado suporte, além de aguentar minhas ausências, aperreios e brincadeiras.

À minha família, por sempre estar ao meu lado, dando muito amor, carinho, amparo e alegrias.

À família da minha namorada, por sempre me receber e tratar com respeito e atenção.

Ao meu orientador, que facilitou a realização deste trabalho, compartilhando conhecimentos e guiando para que o mesmo fosse feito da melhor maneira.

A todos os professores da Universidade Federal de Campina Grande e da *Iowa State University* que fizeram parte deste meu caminho, por terem partilhado suas ideias, conceitos, teorias e erudição.

À CAPES, pela bolsa concedida para que eu pudesse aprofundar meus estudos e conhecimentos nos Estados Unidos, realizando um intercâmbio acadêmico.

Ao Professor Dr. José Sérgio da Rocha Neto, pela oportunidade de trabalhar no LIEC e bolsa de pesquisa concedida.

À Professora Dr. Maria de Fátima Queiroz Vieira e aos integrantes do Laboratório de Interface Homem-Máquina – LIHM, especialmente Raffael Carvalho e Ademar Netto.

À Adail Ferreira da Silva Paz e Tchaikovsky Oliveira, por todo suporte prestado na Coordenação do curso de Engenharia Elétrica.

A todos os amigos e grandes amigos que conquistei durante o curso: as noites em claro foram mais prazerosas e fáceis de resistir em virtude da presença de vocês. Em especial: José Maurício, Luiz Carlos, Tony Moura, Sidney Aciole, Walter Vermehren, Anderson Machado, Antonio Agripino, Felipe Nóbrega, Daphne De La Torre, Juan Cruz, Maria Leticia, Pierre Camilo, Cândido Neto, Caio Luiz, Daniel Aguiar, Ricardo Chinarro, Coriolano Sá, Leonardo Campos, Cintya Brilhante, Mayanna Bú, Arthur Pequeno, Yonatha Melo, José Júnior, Igor Torres, Camila Souto, Diego Lopes, João Cabral, Jessiedna Araújo, José do Patrocínio, Mariana Herminia, irmãos Fonseca e Fábio Brito (*in memoriam*).

A todos os amigos que conquistei durante a realização do estágio, em especial Adonias Vasconcelos, Bruna Gabriela e Thamiris Schuenk: os conhecimentos aprendidos serão levados para o resto da minha vida pessoal e profissional.

*“Não vos deixeis abater pelas derrotas.
Nada existe que não podeis dominar com
a ajuda daquele que nos dá força.”*

Papa João Paulo II

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1. ENTRADA DA COMAU DO BRASIL EM BETIM, MINAS GERAIS.	1
FIGURA 2. ORGANOGRAMA ANTIGO.	6
FIGURA 3. ORGANOGRAMA ATUAL.	6
FIGURA 4. ALGUNS INTEGRANTES DA ROBÓTICA.	7
FIGURA 5. EQUIVALÊNCIA ENTRE HOMEM E ROBÔ.	8
FIGURA 6. MODELOS DE ROBÔ COMAU.	8
FIGURA 7. OUTROS MODELOS DE ROBÔ COMAU.	9
FIGURA 8. TERMINAL DE PROGRAMAÇÃO (ESQUERDA) E CONTROLADOR (DIREITA).	9
FIGURA 9. SLIDE INICIAL DO CURSO.	12
FIGURA 10. PARTE PRÁTICA DO TREINAMENTO.	13
FIGURA 11. PROCEDIMENTO PARA OTIMIZAÇÃO DE TEMPO DE CICLO.	14
FIGURA 12. MODELO PARA CRIAÇÃO DE PROCEDIMENTO TÉCNICO.	15
FIGURA 13. PARTE FRONTAL DO FORMULÁRIO DE GARANTIA ANTIGO.	16
FIGURA 14. PARTE DE TRÁS DO FORMULÁRIO DE GARANTIA ANTIGO.	16
FIGURA 15. PARTE FRONTAL DO NOVO FORMULÁRIO.	17
FIGURA 16. PARTE DE TRÁS DO NOVO FORMULÁRIO.	17
FIGURA 17. PROPOSTA FEITA PARA A CHRYSLER.	18
FIGURA 18. RELATÓRIO DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA.	19
FIGURA 19. PARTES DA LINHA DE PRODUÇÃO DO PROJETO CHRYSLER.	20
FIGURA 20. ILUSTRAÇÃO DE UM DOS ROBÔS UTILIZADOS NO PROJETO <i>CHRYSLER</i> , BEM COMO A PINÇA UTILIZADA PARA SOLDA.	21
FIGURA 21. DISTRIBUIÇÃO DE PONTOS DE SOLDA.	21
FIGURA 22. <i>LAYOUT</i> DA LINHA 06 ANTES DA ATUALIZAÇÃO.	22
FIGURA 23. <i>LAYOUT</i> DA LINHA APÓS A ATUALIZAÇÃO.	22
FIGURA 24. VISÃO DA ESTAÇÃO <i>DESTACKER</i>	23
FIGURA 25. VISÃO DA LINHA 06 SEM A ESTAÇÃO <i>DESTACKER</i>	23
FIGURA 26. ILUSTRAÇÃO DA MOVIMENTAÇÃO DE CADA EIXO DO ROBÔ.	24
FIGURA 27. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO ROBÔ.	24
FIGURA 28. ILUSTRAÇÃO DA MESA DE CENTRAGEM.	25
FIGURA 29. AVALIAÇÃO TÉCNICA DE FORNECEDORES.	27
FIGURA 30. <i>LAYOUT</i> DA ESTAÇÃO <i>DESTACKER</i>	28
FIGURA 31. DESENHO TÉCNICO DO SUPORTE PARA O CONTROLADOR <i>ROLAND</i>	28
FIGURA 32. FORMULÁRIO PARA CONTROLE DE MATERIAL.	30
FIGURA 33. PÚLPITO MONTADO.	31

SUMÁRIO

1	Introdução.....	1
1.1	Apresentação da Comau do Brasil.....	1
1.1.1	Visão e Missão da Comau do Brasil.....	2
1.2	Áreas de Negócios.....	2
1.2.1	<i>Body Welding</i>	3
1.2.2	Sistemas <i>Powertrain</i>	3
1.2.3	Robótica.....	3
1.2.4	<i>Service</i>	3
1.2.5	<i>Adaptive Solutions</i>	4
1.2.6	Aeroespacial.....	4
1.2.7	eComau.....	4
1.2.8	<i>PM Academy / Academia de Gestão de Projetos</i>	5
2	Estágio e Atividades Desenvolvidas.....	6
2.1	Local de Estágio.....	6
2.1.1	Visão e Missão da Robótica.....	7
2.1.2	Robô Comau.....	7
2.2	Admissão, Cursos e Treinamentos.....	10
2.2.1	Programa de Boas-Vindas.....	10
2.2.2	Treinamento Diário de Segurança.....	10
2.2.3	Curso Básico de NR 10.....	10
2.2.4	Apresentação da NR 12 e NR 35.....	11
2.2.5	Curso Sobre Solda.....	11
2.2.6	Treinamento Básico de Robô C4G.....	12
2.3	Atividades Desenvolvidas – Célula de Engenharia.....	13
2.3.1	Formatação de Procedimentos Técnicos.....	13
2.3.2	Análise do Formulário de Garantia do Robô e do Controlador.....	15
2.3.3	Suporte a Célula Comercial com Elaboração de Propostas Comerciais em Inglês.....	18
2.3.4	Assistência Técnica.....	18
2.4	Atividades Desenvolvidas – Célula de Gestão de Projetos.....	20
2.4.1	Acompanhamento da Montagem e Teste da Linha do Projeto Chrysler.....	20
2.4.2	Projeto Interpresas – Atualização da Linha 06.....	22
2.4.3	Criação e Revisão de Protocolos Técnicos.....	25
2.4.4	Visitas Técnicas.....	26
2.4.5	Reunião de Projeto e Planejamento de Atividades.....	26
2.4.6	Análise Técnica de Propostas Submetidas.....	26
2.4.7	Elaboração de <i>Layouts</i>	27
2.4.8	Elaboração de Desenhos Técnicos.....	28
2.4.9	Análise Técnica de Produtos.....	29

2.4.10	Gestão de Compras e Recebimentos de Materiais.....	29
2.4.11	Supervisão da Montagem de Armários Elétricos	30
2.4.12	Acompanhamento da Atualização da Linha.....	31
3	Conclusão	32
	Bibliografia.....	33

1 INTRODUÇÃO

O relatório que se segue descreve as atividades realizadas durante o estágio feito na Comau do Brasil Indústria e Comércio Ltda. como parte integrante da grade curricular do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande. O estágio teve duração de um ano, entre os meses de abril de 2012 a março de 2013.

Na empresa, o aluno participou da equipe de gestão de projetos no setor da robótica, participando, dentre outras atividades, do projeto de atualização da linha 06 da Unidade Operativa Prensas, localizada na FIAT S/A em Betim, Minas Gerais.

1.1 APRESENTAÇÃO DA COMAU DO BRASIL

A Comau, que significa *Consorzio Macchine Utensili*, é uma empresa do Grupo FIAT e possui quase 40 anos de experiência em sistemas avançados de fabricação. É líder mundial em automação sustentável e em soluções de serviços, estando localizada em 13 países. Suas soluções contemplam desde usinagem a módulos de montagem, sistemas de montagem total da carroceria, linhas de montagem e robótica integrada. Sua entrada principal pode ser vista na Figura 1.



Figura 1. Entrada da Comau do Brasil em Betim, Minas Gerais.

É uma empresa que almeja elevar a tecnologia a novos píncaros, a fim de atender as necessidades mutantes dos clientes.

Confiabilidade e flexibilidade é o fundamento da empresa. Com estes conceitos, a empresa busca quotidianamente antecipar as necessidades dos clientes, superar suas expectativas e atingir competitividade e resultados lucrativos. Usando criatividade, imaginação e uma abordagem concreta lastreada em tecnologias de ponta, a Comau tem como política dar assistência aos clientes em cada etapa de seus negócios, superando obstáculos e produzindo soluções vitoriosas.

Além disto, a conscientização e o comprometimento com a Sustentabilidade Ambiental, como pode ser visto na sua Política de Sustentabilidade, são motivos para o contínuo investimento em pesquisa e desenvolvimento, constantemente esforçando-se para desenvolver novas soluções e métodos automatizados de eficiência energética, para redução substancial do consumo de energia.

Como grande provedora de soluções de engenharia, a Comau preza pelos seguintes valores: responsabilidade, agilidade e rapidez, conscientização ambiental, flexibilidade, simplicidade, respeito e confiabilidade.

1.1.1 VISÃO E MISSÃO DA COMAU DO BRASIL

Visão: continuar a melhorar seus produtos, processos e serviços aplicando soluções tecnológicas e inovadoras.

Missão: implementar soluções industriais projetadas para atingir resultados e assegurar suporte aos clientes desde a concepção de ideias, durante todo o projeto e muito além dele.

1.2 ÁREAS DE NEGÓCIOS

A empresa possui oito áreas de atuação, sendo que cinco delas estão presentes com maior ênfase na unidade de Betim. Abaixo cada área é identificada, seguida de uma breve descrição obtida no próprio site da empresa.

1.2.1 *BODY WELDING*

A Comau *Body Welding & Assembly* (solda e montagem) produz equipamentos de soldagem de toda a carroceria avançados e inovadores. São as soluções, produtos e serviços certos para dar aos clientes vantagem competitiva no mercado. É líder global no fornecimento de sistemas de soldagem para integrar a carroceria e seus componentes, buscando inovações constantes e usando suas competências e *expertise* para ofertar um grande leque de soluções de soldagem confiáveis, eficientes e de fácil manutenção.

1.2.2 *SISTEMAS POWERTRAIN*

A Comau desenvolve, produz e disponibiliza soluções de fabricação para os mais diversos cenários de aplicativos e produção. Garante o máximo de qualidade, confiabilidade e retorno de investimento em máquinas, montagens e testes. Também oferta grande seleção de máquinas modulares e soluções flexíveis de usinagem projetadas para melhorar a eficiência da produção. Na área de montagem, a Comau entrega sistemas eficientes e enxutos bem como módulos automatizados para volumes altos e médios de produção e oferece aos seus clientes os benefícios da presença global e competências singulares em robótica interna. Sistemas de testes completam a linha de produtos da Comau, combinando o conhecimento mecânico com um *drive* modular numa faixa de aplicativos de processamento.

1.2.3 *ROBÓTICA*

A Comau projeta e produz desde 1978 uma grande seleção de soluções robóticas integradas de alta qualidade. Trabalha hoje em muitas indústrias diferentes e continua líder mundial de robótica industrial. A *Comau Robotics* oferece uma série completa de soluções de ponta e flexibilidade de opções para melhor atender as necessidades mutantes dos seus clientes. Busca a melhoria constante dos seus produtos, processos e serviços, utilizando as mais avançadas inovações e tecnologias para dar suporte aos clientes durante toda a vida dos seus investimentos. Isto é feito através de uma rede qualificada para prestar atendimento e serviços pós-venda.

1.2.4 *SERVICE*

A *Comau Service* é a linha de negócios de manutenção da Comau totalmente dedicada à manutenção de equipamentos industriais. É grande prestadora de serviços de engenharia e manutenção para equipamentos e processos de produção, assegurando padrões da mais alta qualidade. Tem em todo o mundo mais de 7.000 funcionários especializados que prestam serviços de manutenção customizados às condições locais. Graças às competências e experiência com as mais altas tecnologias, oferece um serviço modular projetado para alcançar as metas dos clientes.

1.2.5 *ADAPTIVE SOLUTIONS*

Flexibilidade, capacidade de escala e soluções de produção enxutas e eficientes ajudam seus clientes a serem competitivos em mercados rápidos e dinâmicos, em que novas demandas sempre surgem. A *Comau Adaptive Solutions* é inovadora global em tecnologias de automação industrial, trabalhando lado a lado com os clientes para projetar e construir soluções técnicas customizadas aos seus específicos processos e instalações de produção. O uso dos conceitos de Produção Eficiente e Enxuta é de grande vantagem para seus clientes, tornando seus processos mais eficientes na redução do desperdício e melhorando seus negócios em termos de custo, qualidade e serviços.

1.2.6 AEROESPACIAL

A equipe *Comau Aerospace Team* atende no mundo todo o setor de aviação, na otimização de processos de produção e de sistemas de montagem. Nos últimos 25 anos, a Comau vem desenvolvendo aplicativos civis e militares, bem como trazendo mais de 30 anos de experiência na produção automotiva para o setor aeronáutico. Seus serviços vão desde processos de produção, de reengenharia até linhas de montagem. Oferece uma plataforma competitiva, focada na redução dos custos de produção e sempre atualizada em termos das tendências mercadológicas.

1.2.7 ECOMAU

Na Comau, conscientização e engajamento com a sustentabilidade ambiental é a grande força motivadora por trás da sua área de Pesquisa e Desenvolvimento, trabalhando com afinco para oferecer as melhores soluções de sustentabilidade para a

indústria. A equipe altamente especializada da *eComau* foi criada para trabalhar num mercado cada vez mais ambientalmente consciente e que exige eficiência energética. A meta é encontrar soluções de automação que reduzam substancialmente o consumo energético e sua abordagem é abrangente, incluindo análise detalhada dos processos, otimização de processos, implementação de soluções de engenharia e sistemas de monitoria energética.

1.2.8 *PM ACADEMY* / ACADEMIA DE GESTÃO DE PROJETOS

A Comau hoje utiliza experiência e *expertise* - adquiridas trabalhando internacionalmente com negócios - para gerenciar sem percalços projetos globais em grande escala, assim ajudando outras empresas. A *PM Academy* (Academia de Gestão de Projetos) é um sistema de gestão de projetos globais, dirigido por uma equipe especializada em Gestão de Projetos, que visa inculcar sinergia na estratégia e na execução. Ancorada na crença de que o conhecimento é a base do desenvolvimento contínuo de uma empresa e seus colaboradores, a *PM Academy* ajuda a fortalecer competências de gestão de programas e projetos. A *PM Academy* trabalha nos níveis individual e organizacional, oferecendo treinamentos baseados em ferramentas e diretrizes *PMI*®, com foco na comunicação, na confiança, na definição e busca de metas. A *Comau PM Academy* é um *PMI*® - *Project Management Institute*, um *REP*® - *Registered Education Provider* e é credenciada para ministrar instrução e treinamento eficazes a Gerentes Profissionais de Projetos.

2 ESTÁGIO E ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

No decorrer deste capítulo serão apresentados referentes ao estágio, a área de negócio em que o aluno estagiou e as atividades desenvolvidas.

2.1 LOCAL DE ESTÁGIO

O aluno, durante o estágio, ficou locado na unidade de negócios Robótica. Durante o período do estágio, ocorreram mudanças organizacionais na empresa, o que causou uma mudança do organograma da área. Na Figura 2 é possível ver o organograma antigo; na Figura 3, o atual.

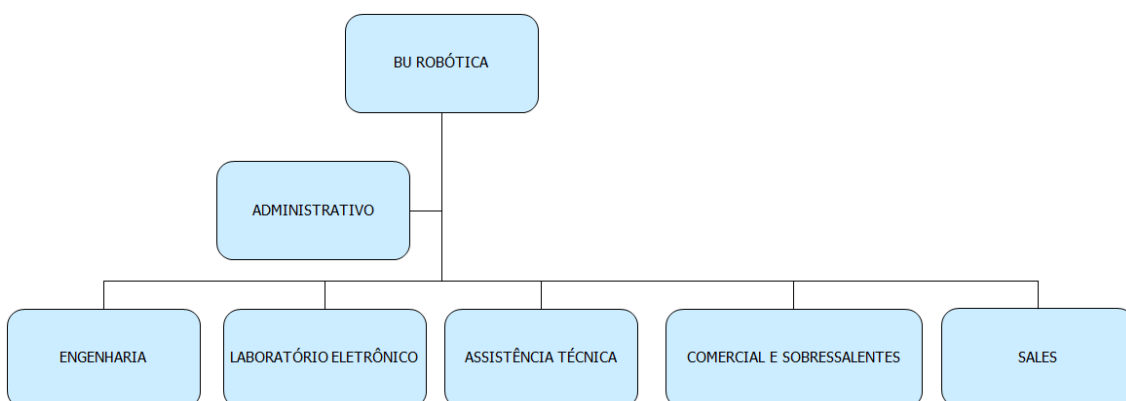


Figura 2. Organograma antigo.

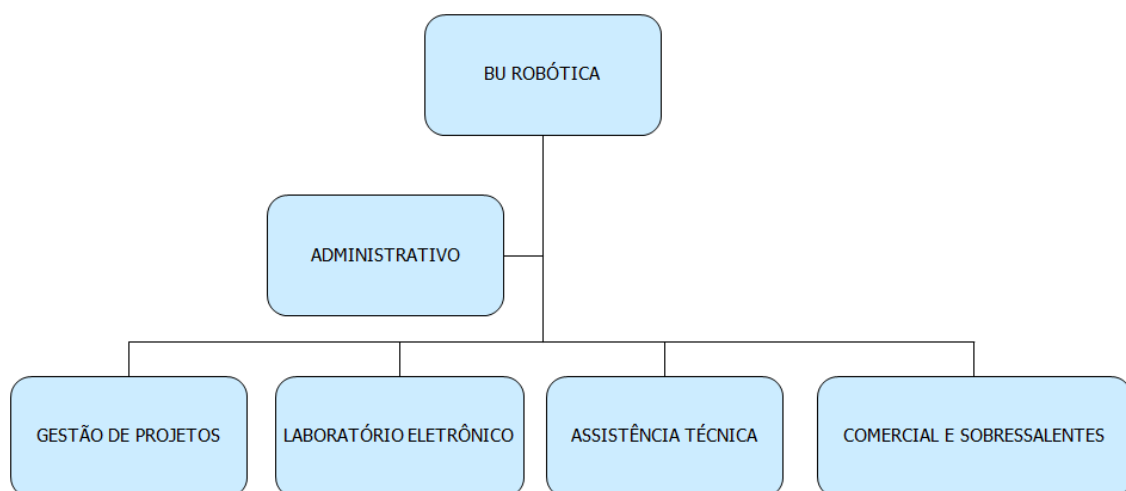


Figura 3. Organograma atual.

Dentro da Robótica, inicialmente o aluno estava na célula de engenharia. Após a mudança, o aluno foi realocado para a célula de gestão de projetos. Na Figura 4 é possível visualizar alguns integrantes da unidade de negócios robótica antes da mudança organizacional.



Figura 4. Alguns integrantes da robótica.

2.1.1 VISÃO E MISSÃO DA ROBÓTICA

Visão: ser referência na prestação de serviços de assistência técnica em robôs, na reparação de peças eletrônicas, além da venda de robôs, seja para a própria Comau (clientes internos *Service* e *Systems*) ou para clientes externos.

Missão: atender a nossos clientes com o menor tempo, serviço reconhecidamente de alta qualidade e preço justo.

2.1.2 ROBÔ COMAU

A flexibilidade do robô se deve à suas características antropomórficas, ou seja, semelhantes às do homem. A característica androide mais evidente está no braço, que, juntamente com a capacidade de ser programado, faz dele um elemento ideal para desenvolver uma série de tarefas. Os movimentos do robô podem ser divididos em

movimentos do corpo, braço e punho. Na Figura 5 é possível visualizar esta equivalência.

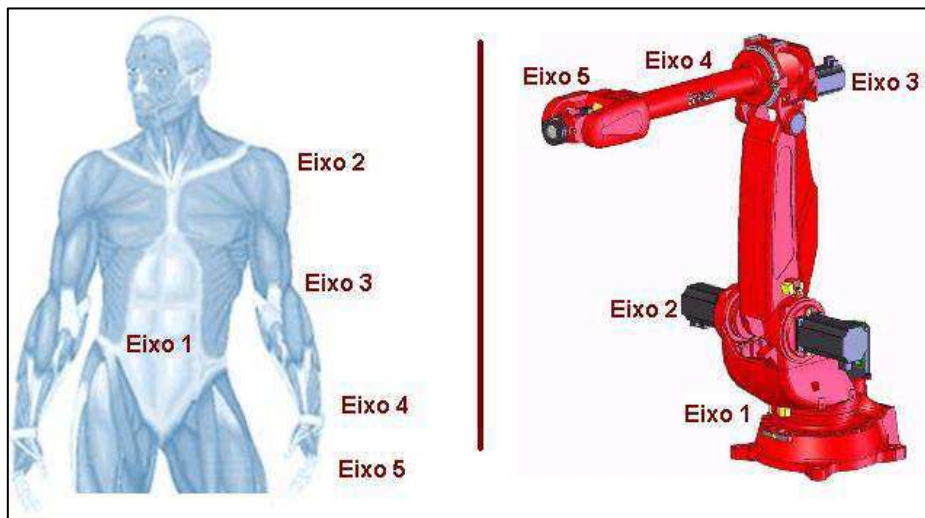


Figura 5. Equivalência entre homem e robô.

Usualmente, o robô industrial é manipulador mecânico programável e controlado, que contém diversos graus de liberdade e é capaz executar uma diversidade de tarefas industriais, podendo ser projetado para mover materiais, peças e ferramentas através de movimentos variáveis e programados, sendo capaz de executar operações de manuseio e produção. Na Figura 6 e Figura 7 são mostrados diferentes modelos de robôs Comau.

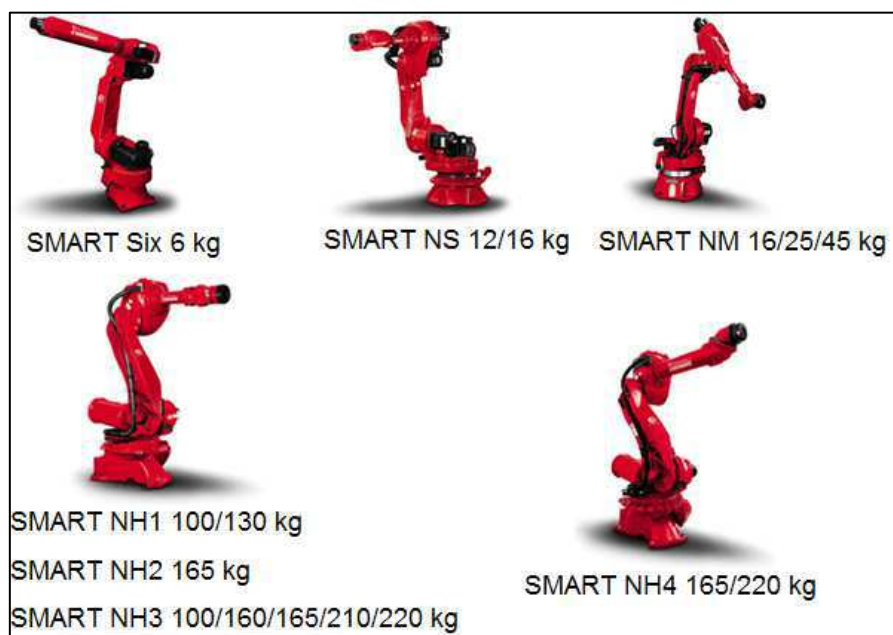


Figura 6. Modelos de robô Comau.

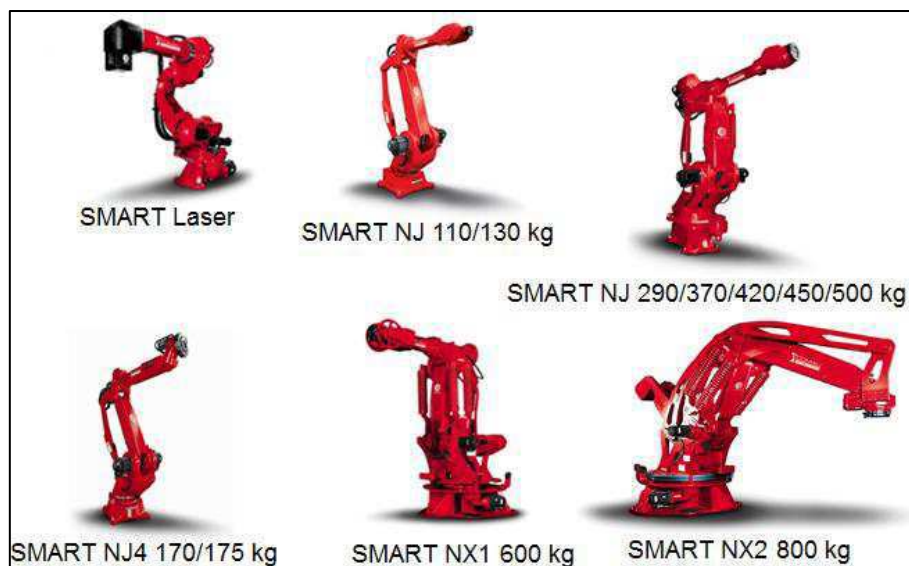


Figura 7. Outros modelos de robô Comau.

O robô possui uma unidade de controle, chamado de *controlador*, onde estão os módulos para administração do sistema, de potência e periféricos. Além disso, para ajudar no controle e movimentação daquele, existe também um terminal de programação, que é designado por *teach pedant*, ou *TP*. Os dois itens descritos neste parágrafo podem ser visualizados na Figura 8.



Figura 8. Terminal de programação (esquerda) e controlador (direita).

2.2 ADMISSÃO, CURSOS E TREINAMENTOS

2.2.1 PROGRAMA DE BOAS-VINDAS

Nos três primeiros dias de estágio, o aluno participou do Programa de Boas-Vindas da empresa, também chamado de PBV. Este programa tem como finalidade apresentar os benefícios, elaboração do crachá de identificação, realização do cadastro bancário, divulgação das responsabilidades como colaborador do Grupo FIAT, normas e ferramentas de segurança, como a AST (Análise de Segurança da Tarefa), a ARPT (Análise de Riscos e Permissão para o Trabalho) e a RAD (Registro de Anomalias e Desvios), além do manual de procedimentos e condutas.

2.2.2 TREINAMENTO DIÁRIO DE SEGURANÇA

Como parte da política de segurança da empresa, todos os dias pela manhã, antes do início da jornada de trabalho, havia uma reunião com enfoque em práticas para evitar acidentes e situações que pudessem colocar em risco a integridade física dos colaboradores. Desta forma, uma pessoa escolhia um tema – como exemplo: improvisação de ferramentas e uso de equipamentos de proteção individual –, realizava sua leitura e, após, acontecia uma breve discussão, com outras pessoas compartilhando experiências ou acontecimentos relacionados ao tema lido no dia.

2.2.3 CURSO BÁSICO DE NR 10

Após o PBV, o aluno participou do curso básico de NR 10, com carga horária de 40 horas, que foi ministrado pelo setor de engenharia de segurança da empresa. A NR 10 – SEGURANÇA EM INSTALAÇÕES E SERVIÇOS EM ELETRICIDADE, que tem por objetivo estabelecer os requisitos e condições mínimos objetivando a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos, de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores que, direta ou indiretamente, interajam em instalações elétricas e serviços com eletricidade

2.2.4 APRESENTAÇÃO DA NR 12 E NR 35

Após o curso de NR 10 e ainda com o intuito de chamar a atenção para normas e procedimentos de segurança, garantindo a integridade dos colaboradores e equipamentos, foi apresentado a NR 12 – TREINAMENTO DE SEGURANÇA NA UTILIZAÇÃO DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS, que objetiva capacitar os trabalhadores para a operação, manutenção, inspeção e demais intervenções em máquinas e equipamentos, visando conscientizá-los quanto aos riscos a que estão expostos e as medidas de proteção existentes e necessárias para a prevenção de acidentes e doenças de ambiente de trabalho, e a NR 35 – TRABALHO EM ALTURA, que estabelece os requisitos mínimos e as medidas de proteção para o trabalho em altura, envolvendo o planejamento, a organização e a execução, de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores envolvidos direta ou indiretamente com essa atividade.

2.2.5 CURSO SOBRE SOLDA

Durante quatro dias, aproveitando a visita técnica do italiano Renato Nagliati, especialista de solda da Comau Itália no Brasil, foi feito um curso de solda, no qual foram apresentados características, conceitos e fatores que influenciam na definição e especificações do tipo de pinça, de solda e parâmetros para obter qualidade no processo. Alguns dos tópicos apresentados foram:

- ✓ *la Saldatura a punti per resistenza - presentazione del processo e principio fisico;*
- ✓ *le Tecnologie utilizzate in Ferrolastratura;*
- ✓ *ripartizione delle resistenze e delle temperature;*
- ✓ *il punto de saldatura;*
- ✓ *l'elettrodo;*
- ✓ *relazione tra punto ed elettrodo;*
- ✓ *l'effetto Shunt ed effetto Edge;*
- ✓ *parametri tecnologici per materiali ferrosi;*
- ✓ *parametri di saldatura;*
- ✓ *giunti formati da lamiere d'uguale spessore – definizione dello spessore equivalente;*

- ✓ giunti formati da due lamiere di spessore disuguale – definizione dello spessore equivalente;
- ✓ guida all'interpretazione dell'area di saldabilità;
- ✓ operazioni de manutenzione – ravvivatura;



Figura 9. Slide inicial do curso.

Na Figura 9 pode-se visualizar o *slide* inicial de uma das apresentações feitas durante o período de realização do curso.

2.2.6 TREINAMENTO BÁSICO DE ROBÔ C4G

O treinamento teve o intuito de apresentar os conceitos básicos envolvidos para programação e movimentação dos robôs Comau C4G e C5G, já que a nova geração de robôs Comau compartilha muito destes conceitos básicos. O treinamento é composto de 15 módulos, envolvendo atividades práticas e teóricas, entre eles:

- ✓ descrição do sistema de robô x unidade de controle;
- ✓ descrição da comunicação entre o controlador e outros dispositivos;
- ✓ descrição do *Teach Pendant*;
- ✓ modos de operação do sistema;
- ✓ *turn-set e Calibração*;
- ✓ cálculo de *TOOL e FRAME*;
- ✓ movimentação do robô em modo manual;

- ✓ introdução ao ambiente de programação;
- ✓ descrição da estrutura de programação básica;
- ✓ controle de movimento;
- ✓ criação de programas de movimento;
- ✓ trabalhando com programas;
- ✓ geração e restauração de *BACKUP*.

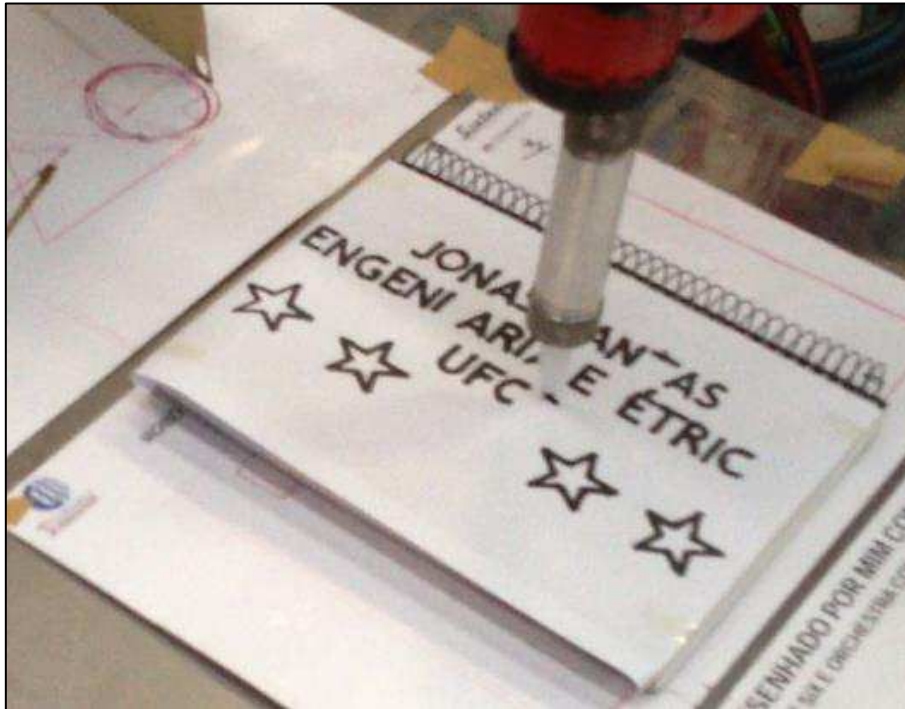


Figura 10. Parte prática do treinamento.

Na Figura 10 é mostrado o resultado da realização de uma das atividades práticas que foram feitas durante o treinamento.

2.3 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS – CÉLULA DE ENGENHARIA

2.3.1 FORMATAÇÃO DE PROCEDIMENTOS TÉCNICOS

Procedimentos técnicos, também intitulados de “instruções de trabalho”, são documentos que descrevem métodos para realizar certas atividades, de forma que a qualidade da tarefa desenvolvida seja garantida e a maneira de realização padronizada.

Além disso, nestes documentos estão contidos, caso seja necessário para execução da atividade, configurações e parâmetros.

Os procedimentos são armazenados em um servidor central, de modo que, caso necessário, o colaborador que for realizar a atividade, possa consultar o documento para correta execução. O documento é composto de três campos obrigatórios (objetivo, aplicação e descrição) e mais quatro opcionais (definições, responsabilidades, registros e documentos complementares), além de um cabeçalho. Durante o período de estágio, o aluno realizou dois procedimentos técnicos, um para realizar alinhamento de célula e outro para otimização de tempo de ciclo. Na Figura 11 é mostrado o objetivo e aplicação da segunda instrução de trabalho. Na Figura 12 tem-se o modelo de documento padrão utilizado para criação de procedimentos técnicos.


	<p style="text-align: center;">OTIMIZAÇÃO DO TEMPO DE CICLO A PARTIR DA MUDANÇA DE PARÂMETROS DAS VARIÁVEIS DO ARQUIVO DE CARACTERIZAÇÃO DAS PINÇAS COMAU</p>	Código SY-PT-ROB-XX
		Área/Departamento B.U. ROBÓTICA
<p>1. OBJETIVOS</p> <p>Este procedimento descreve como configurar as variáveis do arquivo de caracterização das pinças COMAU com o objetivo de otimizar o tempo de ciclo.</p> <p>2. APLICAÇÃO</p> <p>Este procedimento pode ser aplicado a robôs COMAU da família C4G, C5G com pinças COMAU.</p>		

Figura 11. Procedimento para otimização de tempo de ciclo.



	TÍTULO DA INSTRUÇÃO DE TRABALHO	Código SS-FC-QUA-07 Área/Departamento Área geradora da IT		TÍTULO DA INSTRUÇÃO DE TRABALHO	Código SS-FC-QUA-07 Área/Departamento Área geradora da IT												
<p>1. OBJETIVOS (CAMPO OBRIGATORIO)</p> <p>Deve definir, de maneira precisa, a finalidade do documento e os aspectos abrangidos. Ex.: "Este procedimento descreve a sistemática estabelecida para o tratamento das não conformidades."</p> <p>2. APLICAÇÃO (CAMPO OBRIGATORIO)</p> <p>Deve conter o tipo, modelo e fabricante do equipamento ou instalação ao qual a IT se refere, além da área/unidade relacionada a instrução de trabalho.</p> <p>3. DEFINIÇÕES (CAMPO OPCIONAL)</p> <p>Deve descrever as definições de termos, siglas, abreviaturas e símbolos necessários para a compreensão do documento.</p> <p>4. RESPONSABILIDADES (CAMPO OPCIONAL)</p> <p>Devem ser explicitadas as responsabilidades dos envolvidos com a aplicação do documento em questão.</p> <p>5. DESCRIÇÃO (CAMPO OBRIGATORIO)</p> <p>É o corpo principal do documento e deve descrever como e em que sequência deve ser executada as atividades tratadas no documento ou o produto/serviço em caso de especificação. Pode conter fotos.</p> <p>O item DESCRIÇÃO deve conter a seguinte subdivisão:</p> <p>- 5.1 Descrição do Trabalho e Meio Ambiente Descrição das medidas de controle do risco ambiental e pessoal: EPIs, EPCs, barreiras de contenção, etc.</p>			<p>- 5.2 Ferramentas e/ou materiais necessários Descrição das ferramentas e/ou materiais necessários para a execução das atividades da instrução de trabalho</p> <p>- 5.3 Descrição da sequência de atividades de instrução de trabalho Descrição detalhada passo a passo do trabalho a ser executado. Caso seja necessário devem ser incluídas fotos, fluxogramas, esquemas ou figuras para o melhor entendimento das atividades.</p> <p>6. REGISTROS (CAMPO OPCIONAL)</p> <p>É o relato escrito ou armazenado em qualquer meio físico ou eletrônico, que fornece evidência objetiva de atividades realizadas ou resultados obtidos, para demonstrar a extensão do atendimento e eficácia de funcionamento de um elemento do Sistema de Gestão, (da Qualidade, Meio Ambiente, Saúde e Segurança e Responsabilidade Social) ou processo Administrativo.</p> <table border="1" data-bbox="850 555 1193 618"> <thead> <tr> <th>Identificar</th> <th>Armazenar</th> <th>Proteger</th> <th>Recuperar</th> <th>Tempo de Retenção</th> <th>Descartar</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>7. DOCUMENTOS COMPLEMENTARES (CAMPO OPCIONAL)</p>			Identificar	Armazenar	Proteger	Recuperar	Tempo de Retenção	Descartar						
Identificar	Armazenar	Proteger	Recuperar	Tempo de Retenção	Descartar												
<small>Comitê de Gestão - Con Normas Rua Hélio de Almeida, 1507/2011 Página 1 de 2</small>			<small>Comitê de Gestão - Con Normas Rua Hélio de Almeida, 1507/2011 Página 2 de 2</small>														

Figura 12. Modelo para criação de procedimento técnico.

2.3.2 ANÁLISE DO FORMULÁRIO DE GARANTIA DO ROBÔ E DO CONTROLADOR

Durante o período de estágio em que o aluno estava locado na célula de Engenharia da Unidade de Negócios Robótica, foi pedido para que fosse feita uma análise do formulário utilizado para anotação dos dados referentes aos robôs e controladores. Esta revisão tinha como objetivo acrescentar alguns campos no formulário, modificar termos utilizados, modificar a disposição dos campos existentes, de modo a facilitar o preenchimento e a localização de informações. Abaixo, na Figura 13 e Figura 14, segue o formulário antigo:


								LEVANTAMENTO DE DADOS DOS ROBÔS/CONTROLADORES				Bem, / /	
DADOS TÉCNICOS DO ROBÔ													
ROBÔ													
PROJETO		MODELO		CÓDIGO COMAU		SERIAL NUMBER		PESO (KG)		LOCAL DE INSTALAÇÃO			
										ÁREA	LINHA	OPERAÇÃO	
TIPOS DE APLICAÇÕES													
<input type="checkbox"/> SMART HAND <input type="checkbox"/> GRIPPER VERSÃO APLICATIVO:	<input type="checkbox"/> SMART SPOT <input type="checkbox"/> ELÉTRICA <input type="checkbox"/> PNEUMÁTICA VERSÃO APLICATIVO:	<input type="checkbox"/> SMART ARC VERSÃO APLICATIVO:	<input type="checkbox"/> SMART STUD VERSÃO APLICATIVO:	<input type="checkbox"/> SMART IP VERSÃO APLICATIVO:	<input type="checkbox"/> SMART LASER VERSÃO APLICATIVO:	<input type="checkbox"/> SMART GLUE VERSÃO APLICATIVO:	<input type="checkbox"/> R. HAMMING VERSÃO APLICATIVO:	<input type="checkbox"/> CONVEYOR VERSÃO APLICATIVO:					
ACESSÓRIOS													
<input type="checkbox"/> TOOL CHANGER VERSÃO APLICATIVO:	<input type="checkbox"/> SUTTA VERSÃO APLICATIVO:	<input type="checkbox"/> SMART SEARCH VERSÃO APLICATIVO:	<input type="checkbox"/> FTDO VERSÃO APLICATIVO:	<input type="checkbox"/> FTDV VERSÃO APLICATIVO:	<input type="checkbox"/> FTDOB VERSÃO APLICATIVO:	<input type="checkbox"/> MP VERSÃO APLICATIVO:	<input type="checkbox"/> TR VERSÃO APLICATIVO:	<input type="checkbox"/> OUTROS VERSÃO APLICATIVO:				TIPO:	
INFORMAÇÕES DA FERRAMENTA													
		S/N MOTOR		CÓDIGO COMAU		FABRICANTE		MODELO		COMUNICAÇÃO		OUTRAS INFORMAÇÕES	
MOTORES													
EIXO 01	EIXO 02	EIXO 03	EIXO 04	EIXO 05	EIXO 06	EIXO 07	EIXO 08	OBSERVAÇÕES					
CR	CR	CR	CR	CR	CR	CR	CR						
SN	SN	SN	SN	SN	SN	SN	SN						
FAB	FAB	FAB	FAB	FAB	FAB	FAB	FAB						
REDUTORES													
EIXO 01	EIXO 02	EIXO 03	EIXO 04	EIXO 05	EIXO 06	EIXO 07	EIXO 08	OBSERVAÇÕES					
CR	CR	CR	CR	CR	CR	CR	CR						
SN	SN	SN	SN	SN	SN	SN	SN						
FAB	FAB	FAB	FAB	FAB	FAB	FAB	FAB						
OBSERVAÇÕES ADICIONAIS:													

Figura 13. Parte frontal do formulário de garantia antigo.


								LEVANTAMENTO DE DADOS DOS ROBÔS/CONTROLADORES				Bem, / /											
DADOS TÉCNICOS DO CONTROLADOR																							
CONTROLADOR						TP																	
RELEASE		CÓDIGO COMAU		SERIAL NUMBER		VERSÃO / SOFTWARE		MADRA (KG)		CÓDIGO COMAU		SERIAL NUMBER		VERSÃO / SOFTWARE		MODELO							
AMS - CPU, Power Supply e Módulos																							
AMS-APC22 X2000				AMS-PPSE X2020				AMS-ASB2 X2030				AMS-ET22				AMS-FMP14 (disparador)				Segurança		Opcionais	
CR 10140733		CR 10140655		CR 10140683		CR 10140655		CR 10140163		CR 17430006		<input type="checkbox"/> OPC-ASB1 - DIFERENÇA USR		<input type="checkbox"/> OPC-ASB1 - CONTADOR DE HORAS		<input type="checkbox"/> S/N DE SEGURANÇA							
SN		SN		SN		SN		SN		SN		<input type="checkbox"/> OPC-ET22 - CONECTOR ETHERNET											
AMS - CPU, Power Supply e Módulos																							
ACC1			ACC3			Eixos Auxiliares			OBSERVAÇÕES														
AMS-AM1 101100 - Eixo 1 e 2	AMS-AM2 100800 - Eixo 3 e 4	AMS-AM3 100800 - Eixo 5 e 6	AMS-AM1 Eixo 1 e 2	AMS-AM2 Eixo 3 e 4	AMS-AM3 Eixo 5 e 6	AMS-AM4 Eixo 7 e 8	AMS-AM5 Eixo 9 e 10																
CR 10141433	CR 10141283	CR 10141183	CR 10141503	CR 10141503	CR 10141403	CR	CR																
SN	SN	SN	SN	SN	SN	SN	SN																
CABOS						FONTE NO-BREAK 24V			INSPEÇÃO FEITA POR:														
X20100 Motores		X20100 Sólido		X20100 Sólido		X20100 Multibus		X20121 Potência		UPS		NOME:											
CR	CR	CR	CR	CR	CR	CR	CR	CR 10140003	REGISTRO:														
SN	SN	SN	SN	SN	SN	SN	SN	SN	DATA:														
DADOS DE CALIBRAÇÃO																							
CAL_DATA [0] Eixo 1		CAL_DATA [1] Eixo 2		CAL_DATA [2] Eixo 3		CAL_DATA [3] Eixo 4		CAL_DATA [4] Eixo 5		CAL_DATA [5] Eixo 6		CAL_DATA [6] Eixo 7		CAL_DATA [7] Eixo 8		OBSERVAÇÕES							
MÓDULOS DE COMUNICAÇÃO																							
DEVICE NET		PROFIBUS DP		PROFINET		ETHERNET POWERLINK		X20 PS 8400															
CR	CR	CR	CR	CR	CR	CR	CR																
SN	SN	SN	SN	SN	SN	SN	SN																
OBSERVAÇÕES ADICIONAIS:																							

Figura 14. Parte de trás do formulário de garantia antigo.

Na Figura 15 e Figura 16 é possível ver o novo formulário, após as alterações. Algumas das modificações feitas foram:

- ✓ alteração na disposição dos campos;

- ✓ inclusão/retirada de campos;
- ✓ ajuste do tamanho dos campos dependendo da informação a ser anotada, que foi possível com a utilização de um *software* específico para criação de formulários, ao invés da utilização do *Microsoft Excel*;
- ✓ eliminação de vários campos ‘OBSERVAÇÕES’;
- ✓ concatenação de campos.

LEVANTAMENTO DE DADOS DOS ROBÔS/CONTROLADORES									
DADOS TÉCNICOS DO ROBÔ									
ROBÔ									
PROJETO	MODELO	CÓDIGO COMAU	SERIAL NUMBER	MASSA (kg)	LOCAL DE INSTALAÇÃO				
					ÁREA	LINHA	OPERAÇÃO		
TIPOS DE APLICAÇÃO									
<input type="checkbox"/> SMART SPOT	<input type="checkbox"/> SMART HAND	<input type="checkbox"/> TOOL CHANGER	<input type="checkbox"/> SMART ARC	<input type="checkbox"/> SMART STUD	<input type="checkbox"/> SMART IP				
<input type="checkbox"/> ELÉTRICA VERSÃO APLICATIVO:	<input type="checkbox"/> PNEUMÁTICA VERSÃO APLICATIVO:	VERSÃO APLICATIVO:	VERSÃO APLICATIVO:	VERSÃO APLICATIVO:	VERSÃO APLICATIVO:				
<input type="checkbox"/> IRACK VERSÃO APLICATIVO:	<input type="checkbox"/> SMART LASER VERSÃO APLICATIVO:	<input type="checkbox"/> SMART GLUE VERSÃO APLICATIVO:	<input type="checkbox"/> R. HAMMING VERSÃO APLICATIVO:	<input type="checkbox"/> SMART SEARCH VERSÃO APLICATIVO:	<input type="checkbox"/> CONVEYOR VERSÃO APLICATIVO:				
OPCIONAIS									
<input type="checkbox"/> SLITTA	<input type="checkbox"/> PTDO	<input type="checkbox"/> PFDV	<input type="checkbox"/> PFDORB	<input type="checkbox"/> MP	<input type="checkbox"/> TR	<input type="checkbox"/> SWITCH FIM DE CURSO - EIXO 1	<input type="checkbox"/> OUTROS		
VERSÃO APLIC...	VERSÃO APLIC...	VERSÃO APLIC...	VERSÃO APLIC...	VERSÃO APLIC...	VERSÃO APLIC...				
INFORMAÇÕES DA FERRAMENTA									
S/N MOTOR	CÓDIGO COMAU	FABRICANTE	MODELO	COMUNICAÇÃO	OUTRAS INFORMAÇÕES				
MOTORES									
EIXO 01	EIXO 02	EIXO 03	EIXO 04	EIXO 05	EIXO 06	EIXO 07	EIXO 08		
CR	CR	CR	CR	CR	CR	CR	CR	CR	
S/N	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N	
FAB.	FAB.	FAB.	FAB.	FAB.	FAB.	FAB.	FAB.	FAB.	
REDUTORES									
EIXO 01	EIXO 02	EIXO 03	EIXO 04	EIXO 05	EIXO 06	EIXO 07	EIXO 08		
CR	CR	CR	CR	CR	CR	CR	CR	CR	
S/N	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N	
FAB.	FAB.	FAB.	FAB.	FAB.	FAB.	FAB.	FAB.	FAB.	

Figura 15. Parte frontal do novo formulário.

LEVANTAMENTO DE DADOS DOS ROBÔS/CONTROLADORES																	
DADOS TÉCNICOS DO CONTROLADOR																	
CONTROLADOR					TP												
MODELO	CÓDIGO COMAU	SERIAL NUMBER	VERSÃO/SOFTWARE	MASSA (kg)	CÓDIGO COMAU	SERIAL NUMBER	VERSÃO/SOFTWARE	MODELO									
AMS - CPU, POWER SUPPLY E MÓDULOS					OPCIONAIS												
AMS-APC820 X2XXX	AMS-PPS8 P0220	AMS-ASH32 C0320	AMS-ET122	AMS-FMP DISSIPADOR	<input type="checkbox"/> OPD-USBK ENTRADA USB		<input type="checkbox"/> OPD-HMK CONTADOR DE HORAS										
CR 10140793	CR 10140393	CR 10140483	CR 10140983	CR 10140163	<input type="checkbox"/> OPD-ETHK CONECTOR ETHERNET		<input type="checkbox"/> X30 SINIAS DE SEGURANÇA										
S/N	S/N	S/N	S/N	S/N													
<input type="checkbox"/> ACC1	<input type="checkbox"/> ACC3	<input type="checkbox"/> ACC5	EIXOS AUXILIARES		SEGURANÇA		FONTE NO-BREAK 24V										
AMS-IAM1 Eixos 1 e 2	AMS-IAM2 Eixos 3 e 4	AMS-IAM3 Eixos 5 e 6	AMS-IAM4 Eixos 7 e 8	AMS-IAM5 Eixos 9 e 10	SDM		UPS										
CR	CR	CR	CR	CR	CR 17430080		CR 10140983										
S/N	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N		S/N										
CABOS					MÓDULOS DE COMUNICAÇÃO												
X2/X60 Motores	X20/X62 Solda	X1/X10 Sínais	X90/X93 MultiBus	X9/E121 Potência	DEVICE NET	PROFIBUS PP	PROFINET	ETHERNET POWERLINK	X20 PS 9400								
CR	CR	CR	CR	CR	CR	CR	CR	CR	CR								
S/N	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N	S/N								
DADOS DE CALIBRAÇÃO																	
CAL_DATA[1] Eixo 1	CAL_DATA[2] Eixo 2	CAL_DATA[3] Eixo 3	CAL_DATA[4] Eixo 4	CAL_DATA[5] Eixo 5	CAL_DATA[6] Eixo 6	CAL_DATA[7] Eixo 7	CAL_DATA[8] Eixo 8										
OBSERVAÇÕES ADICIONAIS																	
<table border="1" style="margin-left: auto;"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">INSPEÇÃO FEITA POR:</td> </tr> <tr> <td colspan="2">NOME:</td> </tr> <tr> <td colspan="2">REGISTRO:</td> </tr> <tr> <td colspan="2">DATA:</td> </tr> </table>										INSPEÇÃO FEITA POR:		NOME:		REGISTRO:		DATA:	
INSPEÇÃO FEITA POR:																	
NOME:																	
REGISTRO:																	
DATA:																	

Figura 16. Parte de trás do novo formulário.

2.3.3 SUPORTE A CÉLULA COMERCIAL COM ELABORAÇÃO DE PROPOSTAS COMERCIAIS EM INGLÊS

Auxiliar a célula comercial da Robótica também foi uma das atividades desenvolvidas durante o período de estágio em virtude de um conhecimento prévio da língua inglesa. Assim, elaboração de propostas para clientes estrangeiros, melhor utilização de termos técnicos e expressões mais acuradas, verificação da formatação e pontuação mais adequada para este tipo de documento foram tarefas executadas. Abaixo, na Figura 17, é mostrada a capa de uma das propostas feitas.



Figura 17. Proposta feita para a Chrysler.

2.3.4 ASSISTÊNCIA TÉCNICA

Antes da mudança no organograma da empresa, a célula de Engenharia, quando necessário, dava suporte à célula de Assistência Técnica, realizando verificações de falhas e relatórios.

Uma das análises feita foi a verificação de um suposto mau funcionamento dos fluxostatos dos robôs de soldas da funilaria da FIAT, já que alguns destes estavam apresentando mensagem de erro e fluxo de água abaixo do esperado. Com isto, o robô parava de funcionar, pois o aplicativo *SmartSpot* verificava que o fluxo estava inferior ao mínimo necessário para o bom funcionamento e adequada refrigeração do controlador de solda.

Apesar de ter sido efetuado o *reset*, a reconfiguração do fluxostato e a substituição de um dos fluxostatos que apresentavam a mensagem de erro, a falha persistiu. Com isso, a possibilidade de falha ou defeito do equipamento. Em seguida, iniciou-se uma análise do painel elétrico do controlador de solda *GF Welding*. Constatou-se, então, que havia um jumper elétrico para fazer um *by-pass* na verificação de circulação de água. Com este artifício se torna possível que os robôs trabalhem mesmo sem a verificação de água no sistema de refrigeração do controlador de solda.

O fato de realizar o *jumper* elétrico causa dois problemas. O primeiro é a mensagem de erro nos fluxostatos, que indica que existe um curto-circuito na placa; o segundo, dano aos transformadores das pinças. Com relação ao baixo fluxo indicado por alguns fluxostatos, foi verificado que o circuito de água necessitava de uma limpeza, tanto em seu filtro quanto em sua tubulação.

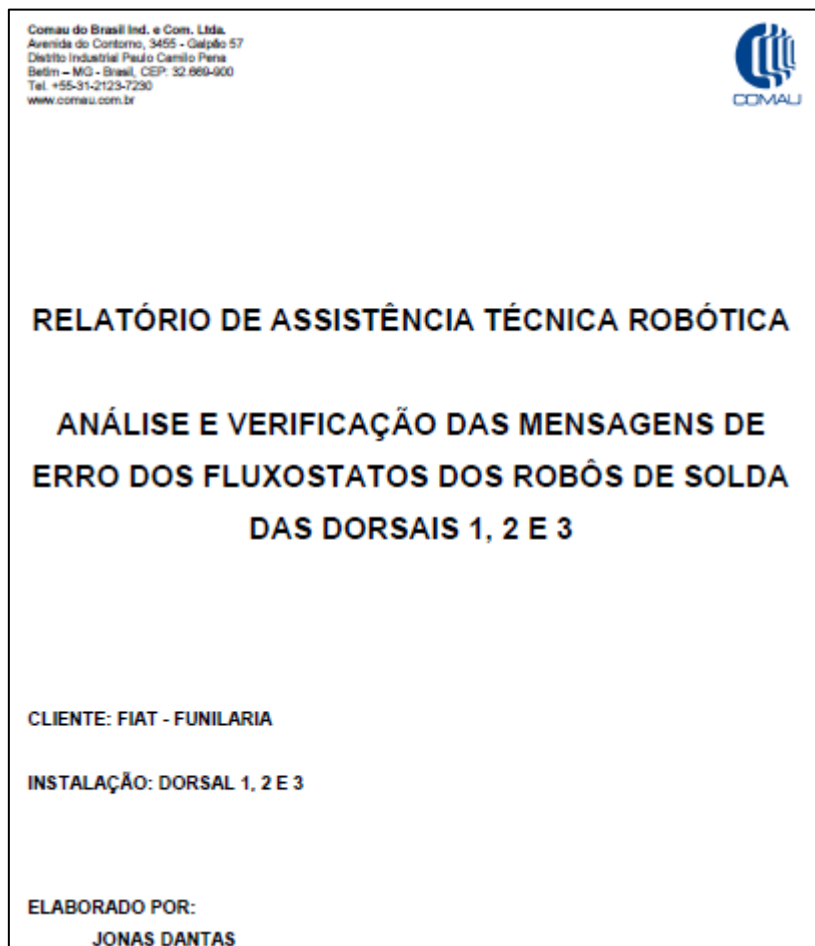


Figura 18. Relatório de assistência técnica.

Acima, na Figura 18, pode-se visualizar a capa de um dos relatórios feitos.

2.4 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS – CÉLULA DE GESTÃO DE PROJETOS

2.4.1 ACOMPANHAMENTO DA MONTAGEM E TESTE DA LINHA DO PROJETO CHRYSLER

Em função de o projeto *Chrysler* ter começado antes do início do estágio do aluno, somente foi possível acompanhar a montagem da linha para, assim, ganhar experiência, verificar a realização de testes, ajustes de trajetórias, entre outros. Acompanhar o desenvolvimento deste projeto também foi importante para que o aluno pudesse se familiarizar com nomenclaturas e procedimentos básicos, como realização de *back up* e verificação da correta instalação dos aplicativos. Abaixo, na Figura 19, é possível visualizar partes da linha que foi montada – como a entrada (fotos superiores) e a estação que garante a geometria do carro (fotos inferiores) – facilitando, portanto, a criação de um conceito e visualização de uma linha de produção de carros.



Figura 19. Partes da linha de produção do projeto Chrysler.

Foi possível acompanhar, por exemplo, a complexidade na definição dos pontos de solda – na Figura 21 tem-se a distribuição dos pontos que devem ser executados em certo ponto da linha –, qual tipo de pinça será utilizado, qual robô fará qual ponto para melhorar o tempo de ciclo, bem como áreas de conflito, ou seja, como garantir que não haverá colisão dos robôs por trabalharem em uma mesma região.



Figura 20. Ilustração de um dos robôs utilizados no projeto *Chrysler*, bem como a pinça utilizada para solda.

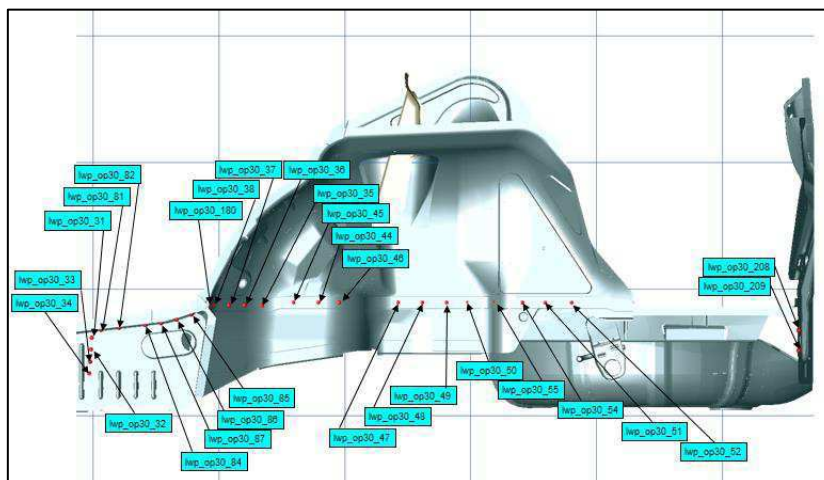


Figura 21. Distribuição de pontos de solda.

Para garantir que os robôs não colidam em regiões de trabalho compartilhadas, existe um aplicativo, cujo nome é *Collision Detection*, que gerencia a troca de sinais entre robô e CLP. Dessa forma, o robô somente entrará na zona compartilhada caso não exista possibilidade de colisão.

2.4.2 PROJETO INTERPRENSAS – ATUALIZAÇÃO DA LINHA 06

O aluno durante o estágio participou efetivamente do Projeto Interprensas – Linha 06. Este projeto teve por finalidade realizar atualizações e melhorias na linha 06 da Unidade Operativa de Prensas da FIAT. Dentre as atualizações do projeto, estava previsto a substituição de seis robôs C3G por nove robôs *Pressbooster C5G Smart5 NJ100/3.2*. Na Figura 22 é possível visualizar a linha antes da atualização, bem como a quantidade de robôs existentes e o posicionamento dos mesmos. Já na Figura 23, tem-se a nova disposição dos robôs na linha após a atualização.

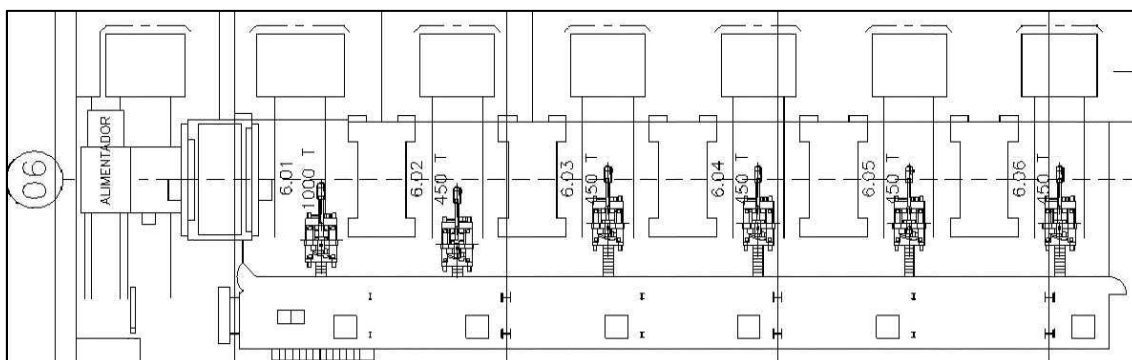


Figura 22. *Layout da linha 06 antes da atualização.*

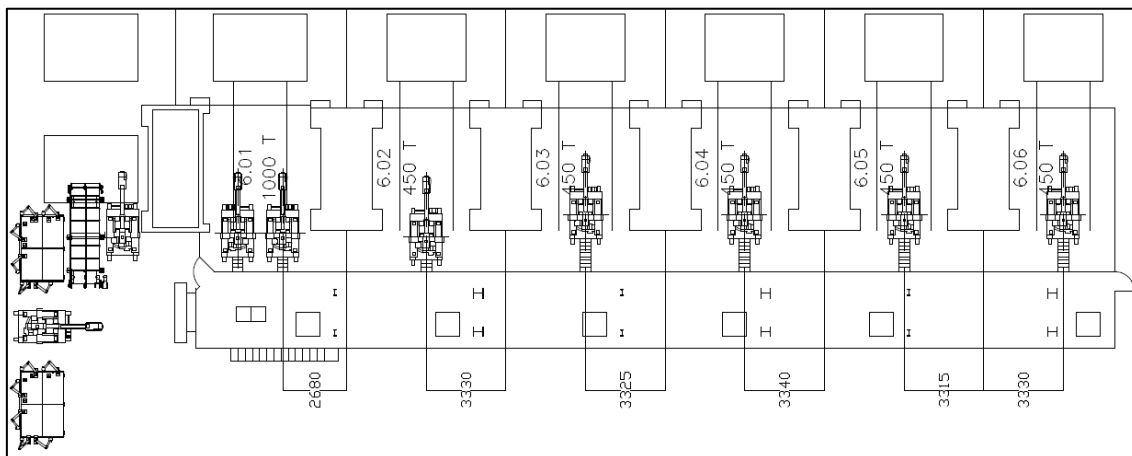


Figura 23. *Layout da linha após a atualização.*

Já na Figura 24 e Figura 25 é possível ver a representação tridimensional da linha após a atualização que será feita.

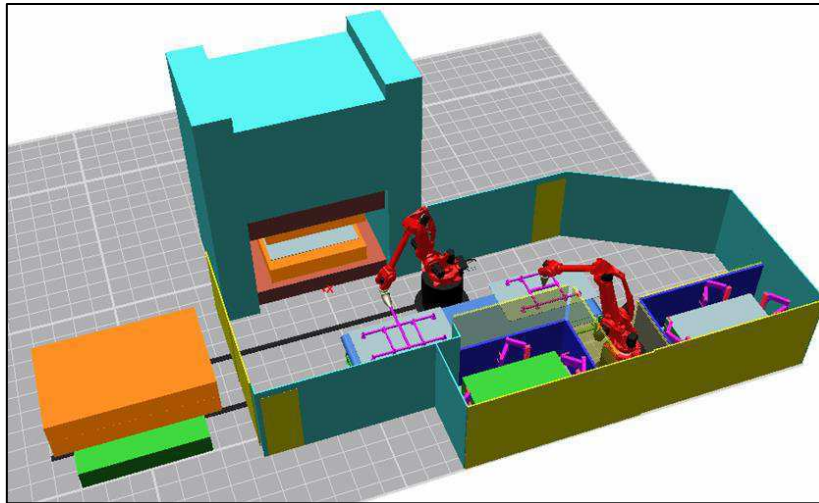


Figura 24. Visão da estação *destacker*.

Na Figura 24 tem-se a estação *destacker*, ou a estação de carga, da linha 06. As chapas, ou *blancks*, são retirados pelo primeiro robô, localizado na parte inferior da imagem, e depositado na mesa de centragem. Daí, o segundo robô retira a peça da mesa e deposita na primeira prensa.

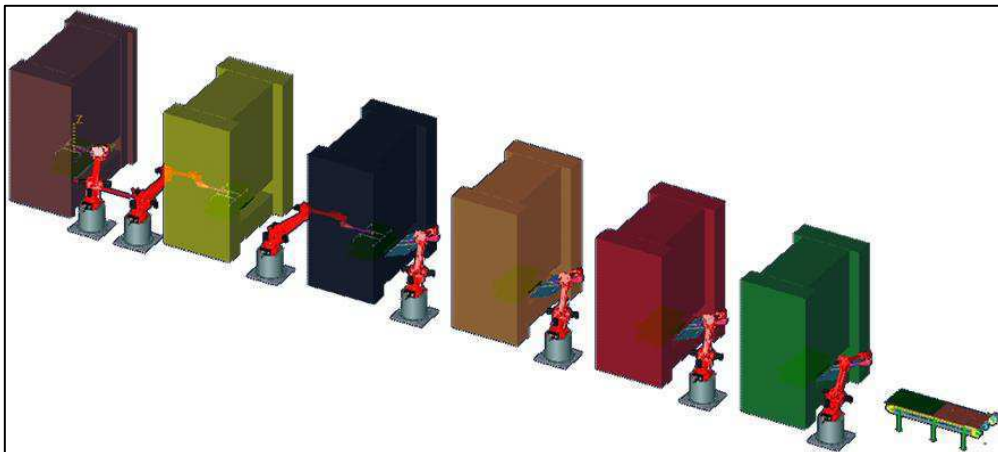


Figura 25. Visão da linha 06 sem a estação *destacker*.

Na Figura 25 tem-se a representação do restante da linha. Em especial, pode-se observar o vão *passamano*, que contém dois robôs, em que um retira a peça da prensa e passa para o outro, diminuindo o tempo de ciclo, já que se só tivesse um robô, este teria que retirar a peça da prensa e rotacioná-la 180° para depósito na prensa seguinte. Esta é uma particularidade deste vão, não sendo ocorrendo nos vãos seguintes.

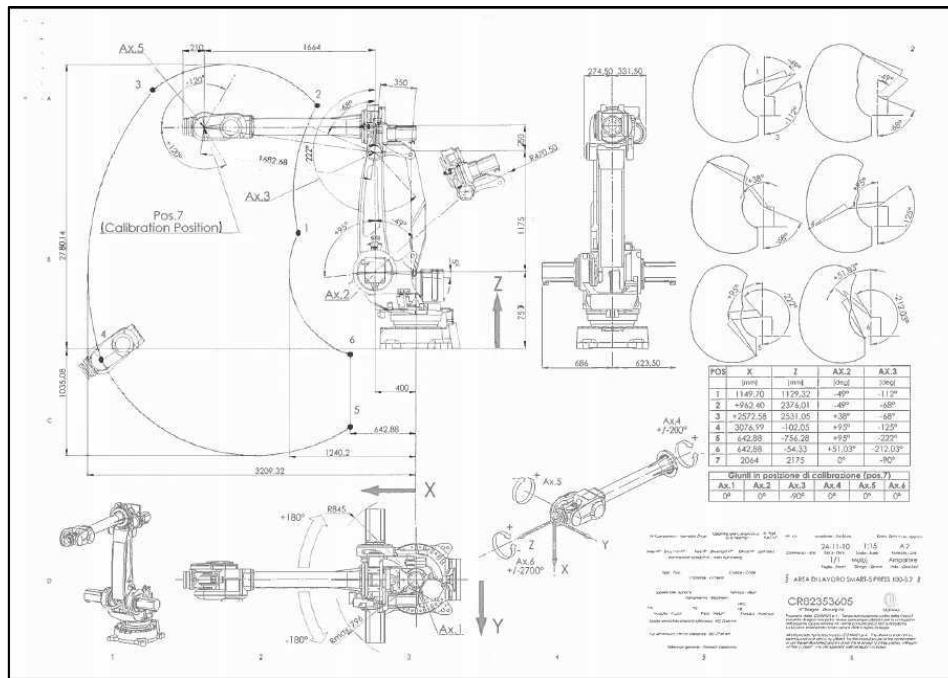


Figura 26. Ilustração da movimentação de cada eixo do robô.

Na Figura 26 é possível visualizar os graus de rotação de robô em cada eixo. Já na Figura 27 é possível verificar outras características do robô, como alcance máximo e carga suportada no pulso do robô. Estas informações foram encontradas em catálogos criados pela Comau. Maiores informações sobre o material consultado encontra-se na Bibliografia.

VERSION		SMART5 PRESS NJ 100 3.2
Structure / n° axes		Parallelogram / 6 axes
Load at wrist		100 kg
Additional load on forearm		50 kg
Torque on axis 4		638 Nm
Torque on axis 5		638 Nm
Torque on axis 6		280 Nm
Stroke / (Speed)	Axis 1	+/- 180° (120 °/s)
	Axis 2	-49° / + 95° (108 °/s)
	Axis 3	-222° / - 68° (120°/s)
	Axis 4	+/- 200° (190 °/s)
	Axis 5	+/- 120° (190 °/s)
	Axis 6	+/- 200° (250 °/s)
Maximum horizontal reach		3209 mm
Robot weight		1305 kg
Tool coupling flange		ISO 9409 - 1 - A 125
Motors		AC brushless
Position measurement system		encoder
Total power installed		12 kVA / 18,5 A
Protection class		IP 44 / IP 65 wrist
Working temperature		0 °C + + 45 °C
Storage temperature		-40 °C + + 60 °C
Colour of robot (standard)		Red RAL 3020
Assembly position		Floor

Figura 27. Características técnicas do robô.

Durante o desenvolvimento do projeto, o aluno realizou diversas atividades relacionadas ao mesmo, as quais estão descritas abaixo.

2.4.3 CRIAÇÃO E REVISÃO DE PROTOCOLOS TÉCNICOS

Protocolos técnicos, ou descritivos técnicos, são documentos utilizados com o intuito de obter fornecedores para prestação de serviços. Neste tipo de documento estará especificado o local onde o serviço será executado, o que fará parte do fornecimento, o que não está e a forma de fornecimento, além de especificações técnicas, prazo de fornecimento, cronogramas, cláusulas de garantia, entre outros. Pode ser utilizado para se obter fornecedores externos ou internos, já que a empresa possui diversos setores com especializações diversas.

Durante o estágio, o aluno realizou diversos protocolos e também revisou alguns, dentre os quais se encontram:

- ✓ execução do protocolo para fornecimento de nove bases para os novos robôs;
- ✓ execução do protocolo para remoção de trilhos da estação *destacker* que se tornaram obsoletos em virtude da atualização;
- ✓ execução e revisão do protocolo para desmontagem mecânica;
- ✓ execução do protocolo para fechamento e ajustes do tablado da linha 06;
- ✓ execução do protocolo para atualização de projeto, construção e instalação da mesa de centragem da linha 06. Uma ilustração da mesma pode ser vista na Figura 28;

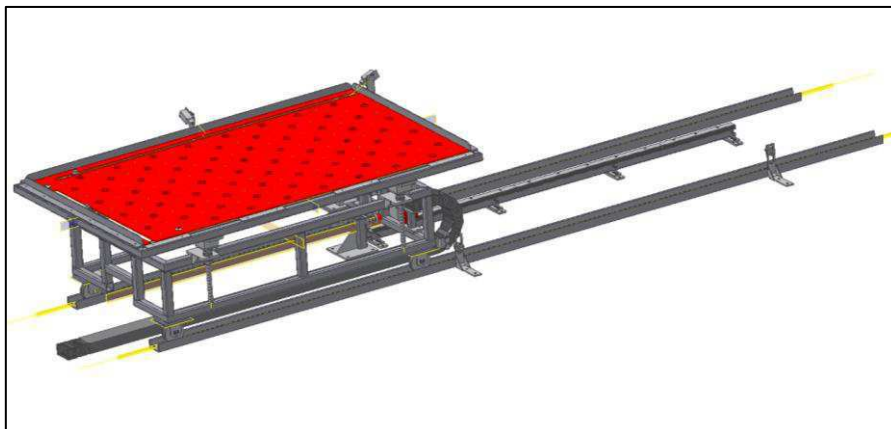


Figura 28. Ilustração da mesa de centragem.

- ✓ revisão do protocolo de miscelâneas;
revisão do protocolo de serviços diversos;
- ✓ revisão do protocolo para desmontagem e instalação elétrica.

2.4.4 VISITAS TÉCNICAS

Após finalização dos descritivos técnicos, os mesmos são enviados a possíveis fornecedores com o objetivo de se obter propostas técnicas e comerciais para realização da atividade em questão. Com isto, vários proponentes solicitam uma visita ou reunião técnica para explicação mais detalhada e análise do local de trabalho e da tarefa em si.

Portanto, por diversas ocasiões, o aluno participou destas reuniões e também conduziu visitas ao local de execução das atividades, explicitando as atividades com maior riqueza de informações e esclarecendo eventuais dúvidas que os proponentes pudessem apresentar.

2.4.5 REUNIÃO DE PROJETO E PLANEJAMENTO DE ATIVIDADES

Semanalmente era realizada uma reunião semanal do projeto na qual eram discutidos pontos estratégicos, sugestões para soluções de pormenores, entre outros. Também eram compartilhadas informações consideradas importantes, como empresas contratadas, históricos sobre fornecedores e soluções adotadas anteriormente em projetos anteriores.

Além disso, o planejamento de atividades estava no escopo da reunião. Desta forma, eram discutidas quais atividades deveriam ser priorizadas para que o andamento do projeto não fosse afetado e acontecesse da melhor maneira possível. As pessoas que executariam estas atividades também entravam em debate, sempre pensando na melhor utilização dos recursos.

2.4.6 ANÁLISE TÉCNICA DE PROPOSTAS SUBMETIDAS

Como o aluno participou da elaboração de descritivos técnicos e de visitas técnicas com fornecedores, também esteve entre suas atribuições analisar as propostas técnicas submetidas. Tal análise era feita utilizando um formulário padrão e definindo-se pontos considerados cruciais para que ocorresse a execução correta e satisfatória,

atendendo aos requisitos e interesses da empresa. Este formulário pode ser visto na Figura 29.

Tabela Avaliação de Fornecedores - RA 25734											
Fornecedores	Premissas obrigatórias	Composição do fornecimento	Instalação	Escalabilidade do tempo	Prazo de entrega	Garantia	Documentação técnica			Pontuação	Observação
EMPRESA 1	⊗	⊗	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	19%	Vermelho - Não atende aos requisitos solicitados para este Projeto.
	3.3	4	0	0	0	0	0	0	10		
EMPRESA 2	⊗	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	81%	Verde Atende a todos os requisitos solicitados para este Projeto.
	3.3	10	10	10	5	5	10	10	10		
EMPRESA 3	⊗	⊗	⊕	⊗	⊕	⊗	⊕	⊕	⊕	30%	Vermelho - Não atende aos requisitos solicitados para este Projeto.
	3.3	2	10	3	0	2.5	0				

Figura 29. Avaliação técnica de fornecedores.

2.4.7 ELABORAÇÃO DE LAYOUTS

Durante o desenvolvimento do projeto, foi necessária a realização de *layouts* de diferentes partes da linha, de modo que estes ajudassem na execução de simulações, definições de compras de material, explicações para fornecedores, entre outros. Portanto, o aluno foi responsável pela criação de alguns *layouts*, assim como também foi responsável pela revisão e verificação de *layouts* existentes. Para desenvolvimento de tal atividade foi utilizado o *software AutoCAD*. Na Figura 30 é possível visualizar um leiaute da estação *destacker*, destacando o raio de alcance de cada robô (em vermelho), bem como o posicionamento de outras partes e equipamentos desta área.

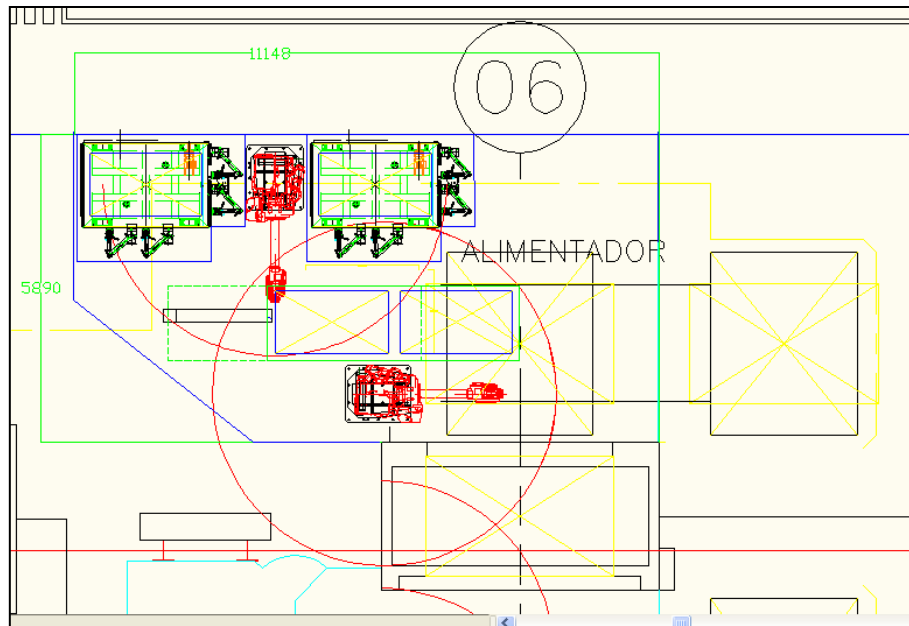


Figura 30. Layout da estação *destacker*.

2.4.8 ELABORAÇÃO DE DESENHOS TÉCNICOS

Ainda lançando mão do *software AutoCAD*, o aluno também desenvolveu desenhos técnicos do suporte para fixação do controlador *Roland*, que verifica a presença de dupla chapa no momento da retirada dos *blanks* da mesa *destacker*, e do suporte, que é encaixado no robô, para fixação do módulo *Murr*, que realiza a troca de sinais com a bomba de vácuo *Coval*. Na Figura 31 é possível ver o desenho referente ao suporte criado para fixação do controlador *Roland*.

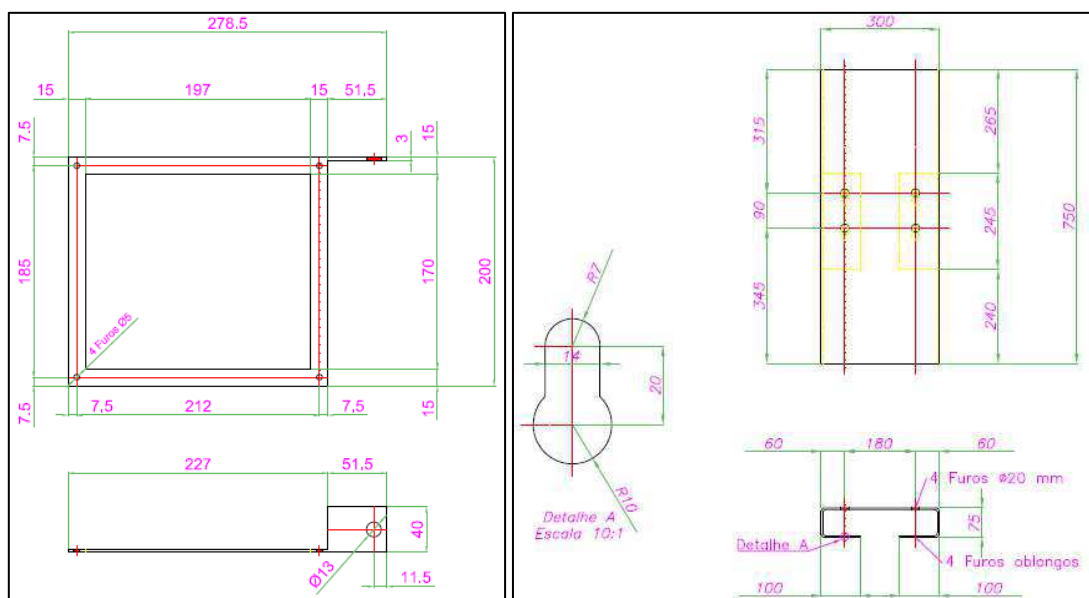


Figura 31. Desenho técnico do suporte para o controlador *Roland*.

2.4.9 ANÁLISE TÉCNICA DE PRODUTOS

Durante o estágio e desenvolvimento do projeto interprensas, em diferentes ocasiões foi necessário avaliar certo produto, verificando suas características técnicas para, assim, decidir se o seu uso e aplicação seria adequado para os fins desejados. Caso mais de um componente satisfizesse as restrições técnicas envolvidas, era feita uma avaliação de custo-benefício, levando em conta, entre outros aspectos, valor comercial, facilidade de manutenção, ergonomia – caso fosse aplicado –, durabilidade e índice de falhas.

Para realização desta atividade, por várias vezes foi necessário consultar manuais, catálogos e sites de fabricantes e produtos, os quais estão citados na Bibliografia.

2.4.10 GESTÃO DE COMPRAS E RECEBIMENTOS DE MATERIAIS

O aluno ficou responsável pela gestão de compra e recebimentos de materiais que seriam utilizados na atualização do projeto interprensas. Assim, este verificava os itens e quantidades compradas, bem como prazo de entrega. Além disso, no ato da entrega, era verificado se o item entregue e a sua quantidade estavam corretas. Após o recebimento, os mesmos eram armazenados em um local específico e com acesso restrito.

Para informar as demais pessoas integrantes do projeto que certo item havia chegado, no ato do recebimento, a nota fiscal era copiada e escaneada. A cópia era arquivada na pasta do projeto e, em seguida, a versão digital da mesma era enviada para o grupo. Para controle da saída de materiais, o aluno criou um formulário que deveria ser preenchido e arquivado na pasta do projeto. Este formulário pode ser visto na Figura 32.


		CONTROLE DE MOVIMENTAÇÃO DE MATERIAL ROBOTIZAÇÃO LINHA 06 - INTERPRENSAS			Número:	
MATERIAL						
Código COMAU	Descrição			Qtde.	Unidade	
RETIRADA						
Data	Responsável Retirada	Assinatura	Matricula	Autorizador	Destino	
OBSERVAÇÕES						

Figura 32. Formulário para controle de material.

2.4.11 SUPERVISÃO DA MONTAGEM DE ARMÁRIOS ELÉTRICOS

Para o funcionamento adequado da linha de prensas seis após a atualização, foi necessário realizar a substituição de painéis da linha, bem como realocação de sinais de entrada e saída. Assim, foram montados os seguintes painéis elétricos:

- ✓ painel de alimentação geral;
- ✓ painel para fazer a interface entre a prensa e o CLP – também chamado de PIB;
- ✓ púlpito – na Figura 33 é possível ver o púlpito montado;

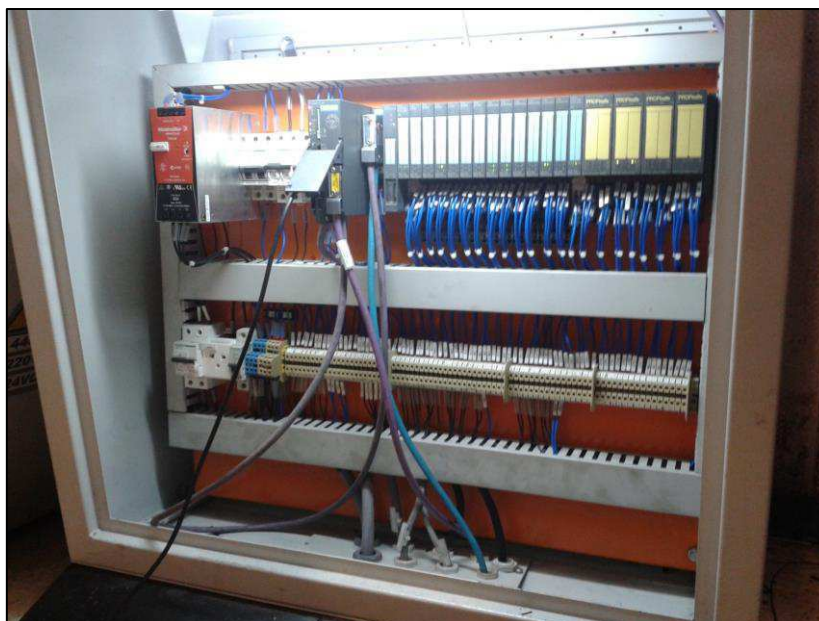


Figura 33. Pulpito montado.

- ✓ caixa de passagem da estação destacker;
- ✓ caixa de passagem dos robôs.

Assim, o aluno acompanhou a montagem de todos os painéis, verificando se a montagem estava sendo feita de acordo com o projeto. Além disso, o aluno também estava presente para eventuais problemas encontrados no projeto e dúvidas.

2.4.12 ACOMPANHAMENTO DA ATUALIZAÇÃO DA LINHA

Como alguns serviços e tarefas foram executados por fornecedores contratados externamente, durante o desenvolvimento do projeto o aluno realizou o acompanhamento da execução destas atividades, tanto para verificar se estas estavam sendo realizadas de acordo com o especificado, como para entender o que estava sendo feito e a forma como estava sendo feito. Isto é importante para o desenvolvimento geral do projeto e também para o desenvolvimento profissional e pessoal do aluno.

3 CONCLUSÃO

O estágio integrado realizado na Comau do Brasil Indústria e Comércio Ltda. alcançou o objetivo de familiarizar o aluno com o dia-a-dia de uma empresa e com as atividades que são desenvolvidas por um engenheiro. No estágio também foi possível confrontar conceitos aprendidos durante a graduação com a realidade prática.

O desenvolvimento pessoal e profissional é inquestionável e imensurável, já que foi possível ao aluno se relacionar com profissionais de diversas áreas e variadas formações, além de poder trabalhar com pessoas com vasta experiência.

Os assuntos vistos nas disciplinas iniciais do curso, como os conceitos de coordenadas, planos e estruturas de programação, bem como tópicos vistos em disciplinas do profissional e optativas, como os conceitos vistos em Informática Industrial e Instrumentação Eletrônica, se mostraram extremamente importantes e essenciais.

Os vários relatórios e trabalhos feitos e apresentados durante a graduação ajudaram o aluno a se familiarizar com este tipo de atividade, dando confiança e um conhecimento prévio das partes que um documento deste tipo precisa apresentar, bem como a forma de ser escrito. O apreço demonstrado por vários professores, como Prof. Dr. Benedito Antonio Luciano e Prof. Dr. Damásio Fernandes Júnior, às normas de formatação e boa escrita, além do correto uso de verbetes, expressões técnicas e termos foram, sem dúvida, de grande valia para realizar tarefas semelhantes, como a execução de relatórios e protocolos técnicos.

Portanto, a formação acadêmica obtida na Universidade Federal de Campina Grande durante a graduação no curso de Engenharia Elétrica se mostrou de extrema importância, especialmente pelo forte embasamento teórico e pela característica generalista, possibilitando maior facilidade na resolução de problemas e maior flexibilidade quando se é necessário atuar em diferentes áreas da empresa.

BIBLIOGRAFIA

ABNT. **NBR 5410 – Instalações elétricas de baixa tensão**. Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT. 1997.

Comau. **Manual robô C5G NJ170-3.2**. Comau Robotics. 2012.

Comau do Brasil Indústria e Comércio Ltda. Disponível em: <www.comau.com>. Acesso em: 22 mar. 2013.

Comau Robotics. **Catálogo de robôs C5G**. Comau Robotics. 2012.

Comau Robotics. **Comau Robotics Instruction Handbook: C5G Controller Unit – Control Unit Use**. Comau Robotics. 2011.

Comau Robotics. **Comau Robotics Instruction Handbook: C5G Internal Interconnections Overview**. Comau Robotics. 2011

Comau Robotics. **Comau Robotics Instruction Handbook: Control Unit C5G – Technical Specification**. Comau Robotics. 2011.

Comau Robotics. **Comau Robotics Instruction Handbook: PDL2 – Programming Language Manual**. Comau Robotics. 2011.

Coval Automação Ltda. em: <<http://www.coval-automacao.com/>>. Acesso em: 05 jul. 2012.

Eaton em: <<http://www.eaton.com.br/>>. Acesso em: 11 set. 2012.

Festo em: <http://www.festo.com/cms/pt-br_br/index.htm>. Acesso em: 20 dec. 2012.

FIAT. **Capitolato generale di forniture per FIAT Group**. FIAT Group. 2009.

Merax Máquinas e Equipamentos em: <<http://www.merax.com.br/>>. Acesso em: 15 jun. 2012.

Merax Máquinas e Equipamentos. Alicates de crimpagem HHY-70A. Disponível em: <<http://www.merax.com.br/capa.asp?idpagina=inst=exibeproduto&procodigo=2143>>. Acesso em: 15 jun. 2012.

Murr Elektronik. Disponível em: <<http://www.murrelektronik.com.br/pt/>>. Acesso em: 12 jul. 2012.

Murr Elektronik. **Manual MVK-MP 7/8” 55 309 DIO8**. Murr Elektronik. 2010.

OBO Bettermann. Disponível em: <<http://www.obobrasil.com.br/>>. Acesso em: 04 set. 2012.

PMI. **Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos (Guia PMBOK)**. Project Management Institute. PMI. 2008.

Rittal. Disponível em: <<http://www.rittal.com.br/>>. Acesso em: 22 ago. 2012.

Rittal Sist. Eletrom. Ltda. em: <<http://www.rittal.com.br/>>. Acesso em: 13 ago. 2012.

Siemens. Disponível em: <<http://www.siemens.com/entry/br/pt/>>. Acesso em: 15 jun. 2012.

Siemens. **Manual CPU 317-2 DP SIMATIC S7-300.** Disponível em:
<<http://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll?func=cslib.csinfo&objId=18388738&nodeid0=37432850&load=content&lang=en&siteid=cseus&aktprim=0&objaction=csview&extranet=standard&vieg=wreg=WW>>. Acesso em: 15 jun. 2012.

Schneider Electric em: <<http://www.schneider-electric.com/site/home/index.cfm/br/>>. Acesso em: 22 mai. 2012.

Souza, Felipe G. S.. **Gerenciamento de projetos: aplicação e avaliação de técnicas de PMI.** Universidade Federal de Minas Gerais. UFMG. 2010.

Taunus Ltda. Disponível em: <<http://www.taunus.com.br/>>. Acesso em: 22 ago. 2012.

Troax em: <<http://www.troax.com/pt-br/>>. Acesso em: 05 mar. 2013.

Weidmüller Conoxel em: <<http://www.conoxel.com.br/>>. Acesso em: 10 jul. 2012.