

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE TECNOLOGIA EM AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL
CURSO DE TECNOLOGIA EM AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS INDUSTRIAIS

LUCAS EMANOEL MARCANTE

**SISTEMA INTEGRADO DE APOIO AO CONTROLE DE QUALIDADE EM
PROCESSOS DE MANUFATURA DE PLACAS ELETRÔNICAS**

TRABALHO DE DIPLOMAÇÃO

PATO BRANCO

2013

LUCAS EMANOEL MARCANTE

**SISTEMA INTEGRADO DE APOIO AO CONTROLE DE QUALIDADE
EM PROCESSOS DE MANUFATURA DE PLACAS ELETRÔNICAS**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Diplomação, do Curso Superior de Tecnologia em Automação de Processos Industriais da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Câmpus Pato Branco, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Automação Industrial.

Orientador: Prof. Dr. Fernando José Avancini Schenatto

PATO BRANCO

2013

TERMO DE APROVAÇÃO

O trabalho de diplomação intitulado **SISTEMA INTEGRADO DE APOIO AO CONTROLE DE QUALIDADE EM PROCESSOS DE MANUFATURA DE PLACAS ELETRÔNICAS** foi considerado **APROVADO** de acordo com a ata da banca examinadora nº **149** de 2013.

Fizeram parte da banca os professores:

FERNANDO JOSÉ AVANCINI SCHENATTO (ORIENTADOR)

SANTO TIVEROLI FILHO

GUSTAVO WEBER DENARDIN

MARCOS JÚNIOR MARINI

DEDICATÓRIA

À Deus. À minha família, que nos momentos de minha ausência para dedicação aos estudos, entenderam que o real motivo era por estar buscando sempre o melhor e acreditando que o futuro é feito a partir das sementes plantadas no presente.

AGRADECIMENTOS

Muitas pessoas ao efetuarem uma caminhada cansam-se facilmente, ou até interrompem a mesma no decorrer do percurso. Porém poucos conseguem ultrapassar a linha de chegada e ver quão prazerosa foi a caminhada ou ainda conseguir visualizar as maravilhas obtidas ao longo do percurso.

E neste momento, ao estar prestes a cruzar a linha de chegada de mais esse percurso de minha vida, gostaria de registrar meus sinceros agradecimentos a todos que estiveram ao meu lado nesta caminhada, me apoiando a seguir em frente.

Agradeço primeiramente a Deus, que tem me agraciado constantemente com suas bênçãos e com sua proteção. A todos os professores que ao longo de todo este curso de graduação, me transmitiram boas mensagens, ensinamentos, compartilhando seus conhecimentos e experiências.

À minha família pelo constante apoio, dedicação, instruções, bons ensinamentos e exemplos a serem seguidos. Por estarem presentes sempre ao meu lado, em todos os momentos da minha vida, sejam estes bons ou maus, em resumo pela minha família ser à base, o meu apoio e minha fonte inspiradora.

Aos meus colegas e amigos pela companhia, exemplos e ensinamentos compartilhados ao longo destes anos. E é claro, que a concretização deste trabalho não seria possível se não estivesse contando com o apoio do meu orientador, professor Dr. Fernando José Avancini Schenatto, que mesmo sabendo das adversidades que enfrentaria ao assumir o compromisso de conduzir a orientação deste projeto, não se negou ao aceitar tal desafio.

EPÍGRAFE

*O pessimista reclama do vento,
o otimista espera que ele mude,
mas só os sábios ajustam as velas.
(John Maxwell)*

RESUMO

MARCANTE, Lucas Emanuel. **Sistema integrado de apoio ao controle de qualidade em processos de manufatura de placas eletrônicas**. 2013. 79f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Tecnologia em Automação Industrial) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2013.

Este trabalho teve por objetivo o estudo e desenvolvimento de um sistema, cuja implementação em campo deverá conduzir à obtenção de um maior controle de qualidade e melhor gerenciamento das etapas de processos produtivos em empresas de manufatura de placas eletrônicas. A modelagem aqui adotada diferencia-se dos atuais sistemas comerciais para esta finalidade, por não utilizar microcomputadores e leitores de código de barras convencionais nas linhas de produção para efetuar os apontamentos. Entende-se que cada etapa da linha de produção deve estar equipada com uma estação de apontamento, que consiste basicamente num dispositivo eletrônico, equipado com um leitor de código de barras, preparado para interpretar os dados coletados da etiqueta de apontamento acerca do produto em fabricação. Este dispositivo eletrônico é conectado a um servidor de banco de dados e aplicação, através de uma rede ethernet; neste servidor, as informações transmitidas pela estação de apontamento são tratadas e armazenadas. Para tanto, desenvolveu-se um software de gerenciamento a ser utilizado pelos gestores e lideranças da empresa, via interface WEB, para acompanhamento e gerenciamento das informações acerca da produção e do controle de qualidade. No escopo da pesquisa considera-se o uso de conceitos gerais de *Lean Manufacturing* (manufatura enxuta), que visa à eliminação de elementos que não agregam valor e introdução de elementos que auxiliem os processos produtivos; e empregam-se conceitos de TPM - *Total Productive Maintenance* (manutenção produtiva total), que visa à eliminação de perdas e quebras de máquinas e equipamentos.

Palavras-chave: Gestão da produção. Gestão da qualidade. Sistema de apoio à qualidade. Automatização de processo produtivo.

ABSTRACT

MARCANTE, Lucas Emanuel. *Integrated support system for quality control in manufacture process of electronic boards*. 2013. 79f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Tecnologia em Automação de Processos Industriais) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2013.

This work aimed to the study and development of a system, whose implementation in the field should lead to obtaining a better quality control and better management of the stages of production processes in manufacturing enterprises of electronic boards. The model adopted here differs from the current commercial systems for this purpose, not to use computers and bar code readers in conventional production lines to make the appointments. It is understood that each step of the production line must be equipped with a pointing station, which basically consists of an electronic device equipped with a barcode reader prepared to interpret the data collected pointing label on the product being manufactured . This electronic device is connected to a server database and application, via an ethernet network, this server, the information transmitted by the station are pointing dealest and stored. To this end, we developed a management software to be used by managers and leaders of the company, via WEB interface for monitoring and management of information about the production and quality control. The scope of the research considers the use of general concepts of Lean Manufacturing, which aims at eliminating elements that do not add value and introduce elements that help manufacturing processes, and concepts are employed TPM (total productive maintenance), which aims at the elimination of losses and breakages of machinery and equipment.

Keywords: Production management. Quality management. System quality support. Automation of the production process.

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1: Funções principais e de apoio da administração de manufatura.	21
Figura 2: Visão geral das atividades do PCP.	22
Figura 3: Dez passos para implantação do SPMI.	26
Figura 4: Relação entre a gestão da qualidade e os elementos que a compõem.	28
Figura 5: Exemplo de carta de controle modelo <i>X</i>	31
Figura 6: Fluxograma de forma geral de um processo produtivo.	32
Figura 7: Modelo de representação de um fluxo de informação.	37
Figura 8: Representação de uma estrutura de intranet.	39
Figura 9: Representação da integração entre redes, intranet, extranet e internet.	39
Figura 10: Montagem com alguns tipos de código de barras.	41
Figura 11: Municípios que compõem a região sudoeste do Estado do Paraná.	43
Figura 12: Fluxograma das principais etapas da pesquisa.	45
Figura 13: Kit de desenvolvimento LPC1768 com LCD TFT QVGA 3.2".	50
Figura 14: Imagem da interface principal da IDE uVision 4.	52
Figura 15: Fluxograma resumido do funcionamento geral do firmware.	53
Figura 16: Imagem das tabelas que compõem o banco de dados.	55
Figura 17: Imagem da interface de gerenciamento WEB.	56
Figura 18: Diagrama da rede intranet adotada no ambiente de teste.	57
Figura 19: Imagem da tela de cadastro de roteiros.	58
Figura 20: Imagem da tela de cadastro de estação de apontamento.	59
Figura 21: Imagem de uma etiqueta na parte inferior de uma placa eletrônica.	60
Figura 22: Gráficos – placas produzida X placas defeituosas.	61
Figura 23: Foto do protótipo da estação de apontamento.	62
Figura 24: Foto exibindo o display TFT 3.2" com a tela de login.	62
Figura 25: Tela de sucesso na inclusão de registro do apontamento.	63
Figura 26: Descrição do código de defeito ER0002.	64
Figura 27: Imagem exibido registros de rastreabilidade de produtos.	65

LISTAS DE QUADROS

Quadro 1: Descrição das áreas de decisão em um sistema produtivo.....	24
Quadro 2: Características dos diferentes ambientes de produção.....	32
Quadro 3: Níveis dos sistemas de informação.	35
Quadro 4: Sistemas de informação, período de surgimento e aplicações.	36
Quadro 5: Características comparativa entre padrão EAN-13 e QRCode.	41
Quadro 6: Fragmento do código fonte do software embarcado.	54

LISTAS DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
ARM - Advanced RISC Machine
CEMS - Contract Eletronic Manufacturing Services
CEP - Controle Estatístico do Processo
CM - Contract Manufacturer
EAN - European Article Numbering
EMS - Eletronic Manufacturing Service
FMEA - Failure Modes and Effects Analysis
FTP - File Transfer Protocol
GQT - Gestão da Qualidade Total
HMLV - High-Mix Low-Volume
ICSP - In-circuit Serial Programming
IDE - Integrated Development Environment
INI - Initialization File
IP - Internet Protocol
ISO - Internation Organization for Standardization
JTAG - Joint Test Access Group
LAN - Local Area Network
LCD - Liquid Crystal Display
LMHV - Low-Mix High-Volume
MII - Serial Management Interface
MRP - Manufacturing Resources Planning
PCB - Print Circuit Board
PCP - Planejamento e Controle da Produção
PHP - Hypertext Preprocessor or Personal Home-Page
PTH - Plated Through Hole
RAM - Random-Access Memory
RMII - Reduced Media Independent Interface
RTC - Real Time Clock
SAP - Sistema de Administração da Produção
SD/MMC - Secure Digital/Multi Media Card
SGBD - Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados

SGQ - Sistema de Gestão de Qualidade
SMD - Surface Mount Device
SMT - Surface Mount Technology
SMTP - Simple Mail Transfer Protocol
SPMI - Sistema Produtivo de Manufatura Integrada
SQL - Structured Query Language
TCP - Transmission Control Protocol
TFT - Thin Film Transistor
THT - Through Hole Technology
TPM - Total Productive Maintenance
UART - Universal Asynchronous Receiver/Transmitter
USB - Universal Serial Bus
VGA - Video Graphics Adapter
XML - Extensible Markup Language

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
1.1 OBJETIVOS	16
1.1.1 Objetivo geral	16
1.1.2 Objetivos específicos.....	16
1.2 JUSTIFICATIVA	16
1.3 METODOLOGIA.....	17
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO	17
2. FUNDAMENTAÇÃO TÉORICA	19
2.1 SISTEMAS DE PRODUÇÃO.....	19
2.1.1 A gestão da produção	23
2.1.2 SPMI: Sistema produtivo de manufatura integrada	24
2.2 GESTÃO DA QUALIDADE	27
2.2.1 Padrões de qualidade.....	29
2.2.2 Controle de qualidade	29
2.3 A INDÚSTRIA DE MANUFATURA DE PLACAS ELETRÔNICAS.....	31
2.4 TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO NO AMBIENTE CORPORATIVO.....	34
2.4.1 Sistemas de informação	34
2.4.2 Fluxo estratégico da informação	36
2.4.3 A intranet e extranet no ambiente corporativo.....	37
2.4.4 Sistemas de identificação: códigos 1D e 2D	40
3. METODOLOGIA.....	42
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA E DO PROJETO.....	42
3.2 UNIDADE DE ANÁLISE	42
3.3 ETAPAS ADOTADAS NA ELABORAÇÃO DA PESQUISA.....	44
3.4 FERRAMENTAS DE DESENVOLVIMENTO.....	47
4. SISTEMA INTEGRADO DE APOIO AO CONTROLE DE QUALIDADE EM PROCESSOS DE MANUFATURA DE PLACAS ELETRÔNICAS	49
4.1 KIT DE DESENVOLVIMENTO NXP LPC1768.....	49
4.1.1 Microprocessador ARM Cortex-M3 LPC1768 100MHz	50
4.1.2 Comunicação Ethernet 10/100MBps DP83848CVV.....	51
4.1.3 Interface SD/MMC Card & USB Host Device	51
4.1.4 Display QVGA TFT 3.2”com <i>touchscreen</i>	51

4.2	PROGRAMAÇÃO EMBARCADA: O FIRMWARE	52
4.3	SOFTWARE GERENCIAL: O SISTEMA WEB	55
5.	PROTÓTIPO E OPERAÇÃO DO SISTEMA INTEGRADO	57
5.1.1	Acessando o sistema via WEB.....	58
5.1.2	Operando o sistema WEB – módulo engenharia	58
5.1.3	Operando o sistema WEB – módulo controle da produção.....	59
5.1.4	Operando o sistema WEB – módulo controle de qualidade	60
5.1.5	Estação de coleta de dados em chão de fábrica.....	61
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	66
7.	REFERÊNCIAS	68
	APÊNDICE A – ALTERAÇÃO EFETUADA NO KIT DE DESENVOLVIMENTO	72
	ANEXO A – DIAGRAMA ELÉTRICO DO KIT DE DESENVOLVIMENTO – P1	73
	ANEXO B – DIAGRAMA ELÉTRICO DO KIT DE DESENVOLVIMENTO – P2	74
	ANEXO C – DIAGRAMA ELÉTRICO DO KIT DE DESENVOLVIMENTO – P3	75
	ANEXO D – DIAGRAMA ELÉTRICO DO KIT DE DESENVOLVIMENTO – P4	76
	ANEXO E – DIAGRAMA ELÉTRICO DO KIT DE DESENVOLVIMENTO – P5	77
	ANEXO F – DIAGRAMA ELÉTRICO DO KIT DE DESENVOLVIMENTO – P6	78

1. INTRODUÇÃO

O controle da produção, dos processos e da qualidade em chão de fábrica, são funções essenciais para toda e qualquer empresa atuante no segmento de manufatura. A produtividade está diretamente associada ao controle do ciclo produtivo, ou seja, ao controle da produção e da qualidade. É consenso na literatura que, para haver um controle eficaz da produção, é necessário o monitoramento de movimentações na cadeia produtiva, o que envolve movimentação de materiais, execução de rotinas e etapas do ciclo produtivo.

Segundo Tubino (2000), a função de acompanhamento e controle da produção efetua o fechamento do ciclo de atividades iniciadas pelo setor de planejamento e controle de produção; esse acompanhamento dará suporte para que as atividades planejadas e programadas sejam cumpridas, sendo ainda possível verificar os desvios ocorridos de modo a viabilizar a tomada de decisões.

O mesmo autor ainda indica que é possível efetuar a coleta de qualquer tipo de dado relacionado à produção, bem como da informação sobre tudo o que está ocorrendo no processo produtivo; porém, se a coleta de dados e informações não for empregada de forma efetiva, em prol da produção e da empresa, a função de acompanhamento e controle da produção deverá ser eliminada, pois nesse caso, considera-se uma ferramenta sem utilidade ou que está sendo mal empregada.

Estima-se que os sistemas comerciais de gerenciamento e controle de chão de fábrica, em sua maioria, utilizam microcomputadores para execução de aplicativos que desempenham as funções de gerenciamento e coleta de dados.

A modelagem proposta e implementada neste projeto diferencia-se dos atuais sistemas comerciais de gerenciamento de chão de fábrica justamente por não utilizar microcomputadores e leitores de códigos de barras convencionais nas linhas de produção, para efetuar os apontamentos e coleta de dados. Desta forma, aplica-se conceitos de *Lean Manufacturing*, com foco no processo e redução de custos.

Este trabalho também refere-se aos conceitos de atividades de *Total Productive Maintenance* (TPM) que, de acordo com Swanson (2001) e Smalley (2005), possui foco na eliminação das “seis grandes perdas em máquinas”, que são: quebra; tempo de preparação de linhas de produção e máquinas; perda de ciclo produtivo (velocidade reduzida de produção); paradas de linhas; defeitos no processo produtivo; e sucateamento (descarte) e instabilidade nas operações.

A partir da eliminação do uso de microcomputadores para apontamentos relativos ao controle de qualidade, eliminam-se perdas de ciclo produtivo em virtude da utilização desse equipamento para execução de outros *softwares* ou atividades que não estejam relacionadas à produção; do mau uso do equipamento; da instabilidade na execução das operações e dos sistemas operacionais; além dos custos de licenças de *softwares* e aplicativos.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Desenvolver um sistema de informação para controle de qualidade nas etapas dos processos de fabricação de placas eletrônicas em firmas de manufatura.

1.1.2 Objetivos específicos

- Representar a modelagem do processo de fabricação utilizado em uma indústria de manufatura do setor eletroeletrônico.
- Agregar princípios de manufatura enxuta na modelagem do processo.
- Definir formas de registro e geração de alertas via sistema eletrônico, como suporte ao controle de qualidade e produção.
- Definir métodos e meios de coleta de dados em chão de fábrica, bem como modos de transmissão de tais dados ao servidor de aplicações.
- Descrever os padrões de leitura e decodificação de códigos de barras.
- Desenvolver um sistema para gerenciamento e controle dos dados coletados em chão de fábrica, integrando-o a um banco de dados.
- Implementar um *software* embarcado nos dispositivos de coleta para receber e interpretar as leituras dos códigos de barras e transmiti-las ao servidor de aplicação através de uma rede ethernet.

1.2 JUSTIFICATIVA

A problemática que originou este projeto surgiu após observações em uma indústria de manufatura de placas eletrônicas. Foi constatado que o sistema de coleta de dados no chão de fábrica e o *software* de controle, apontamentos e

gerenciamento dessas informações deixava a desejar no que diz respeito às informações e dados para realimentação do planejamento de produção.

Também se constatou a ausência de um sistema de apoio ao controle de qualidade, que orientassem os gestores e líderes quanto à tomada de decisões nos processos de produção e qualidade. Observou-se ainda que havia uma grande possibilidade de erro no processo de operação do sistema de apontamento existente na firma tomada como caso de observação, haja visto que a operação ocorria através de um software em um microcomputador e que os operadores, muitas vezes, utilizavam-no para outros fins, que não eram produtivos.

1.3 METODOLOGIA

Para a realização deste trabalho, primeiramente, foi efetuada uma revisão bibliográfica, a partir de artigos, livros e outros documentos, a título de descrever alguns conceitos relacionados à gestão de produção, planejamento e controle de produção, gestão e sistemas de qualidade, tecnologias associadas ao processo produtivo e controle de qualidade.

Partindo do referencial teórico, procedeu-se pesquisa de natureza aplicada e finalidade exploratória, implementada particularmente na forma de desenvolvimento experimental (GIL, 1991; SILVA; MENEZES, 2005). O detalhamento dos métodos, procedimentos e ferramentas associadas ao desenvolvimento técnico será apresentado, oportunamente, no capítulo 3.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está organizado em 6 capítulos. O primeiro é destinado a apresentar a pesquisa: seu contexto, objetivos, justificativas, concepção metodológica e estruturação da monografia. O capítulo 2 sistematiza os fundamentos teóricos relevantes para o desenvolvimento realizado, abordando os temas: sistema de produção, gestão da qualidade, tecnologia de informação e indústria de manufatura de placas eletrônicas.

No capítulo 3 consta a descrição dos procedimentos metodológicos e a sistemática de coleta de dados e acompanhamento de produção adotada em uma firma que atua com sistema produtivo sob encomenda, no setor de manufatura de placas eletrônicas, tomada como unidade de análise nesta pesquisa.

O capítulo 4 detalha o desenvolvimento do sistema proposto para a coleta de dados e sua utilização gerencial no sistema produtivo. Para tanto explicita, sua estrutura nos elementos empregados, tais como o kit de desenvolvimento, programação do firmware, programação do *software* de interface via web. No capítulo 5 tem-se uma abordagem a cerca do protótipo desenvolvido e de sua operação, bem como do *software* de gerenciamento.

Por fim, no capítulo 6, serão evidenciadas as conclusões decorrentes do desenvolvimento de tal projeto, partindo da análise sobre os resultados obtidos, e, finalmente, considerações finais.

2. FUNDAMENTAÇÃO TÉORICA

Dentro do contexto de projeto, é importante destacar os temas mais relevantes presentes na composição do mesmo. Logo, o tema sendo o desenvolvimento de um sistema de integrado de apoio ao controle de qualidade em processos de manufatura de placas eletrônicas, cabe destacar os assuntos que estão de forma direta ou indireta associada ao respectivo sistema. No processo da manufatura, elenca-se o sistema produtivo, gestão da produção, métodos de sistemas aplicáveis. Além de destacar a gestão de qualidade, normas e controle da qualidade, o processo da manufatura enxuta e elementos tecnológicos fundamentais para a comunicação e interação do processo de fabricação com os clientes internos (demais áreas da firma) e com os clientes externos.

2.1 SISTEMAS DE PRODUÇÃO

Para Tubino (2000, p.16), “a conceituação de sistemas produtivos abrange tanto a produção de bens, como a de serviços”.

[...] a função da produção destina-se a estabelecer a saída máxima que se pode obter com um conjunto específico de recursos ou insumos e com um determinado estado de tecnologia. (OISHI, 1995, p.24).

Em resumo, define-se função de produção como sendo um conjunto de atividades que levam a transformação de matéria-prima em produto ou bem de serviço, utilizando-se para tal processo. Essa função acompanha o homem desde sua origem e, devido a sua evolução, suas atividades e necessidades se tornaram cada vez mais exigentes e complexas, estimulando o desenvolvimento de novas ferramentas e métodos para que assim se produzisse cada vez mais, com qualidade, agilidade, eficiência.

Segundo Martins & Laugeni (1998), à medida que a variedade de tipos e modelos de produtos a serem produzidos por uma empresa vai aumentando, naturalmente as exigências crescem. Assim sendo, o sistema produtivo neste crescimento irá requerer maior flexibilidade para que o sistema final atinja a qualidade, confiabilidade, custos e velocidade exigida pelos clientes finais. Para alcançar esses objetivos, as obstruções inesperadas no fornecimento de matéria-prima e problemas de entrega e mão-de-obra deverão ser resolvidas rapidamente.

Para Slack (1997, p.21), “a criação de produtos e serviços é a principal razão da existência de uma organização” e acrescenta que a produção eficaz é aquela que usa eficientemente seus processos e produz seus bens e serviços de maneira que satisfaz às necessidades e expectativas de seus consumidores. Além disso, a produção deverá ser criativa, dinâmica, inovadora para sugerir e introduzir novas formas de produzir bens e serviços, uma vez que é ela que proporciona às organizações os meios de sobrevivência, e que trará vantagens e diferenciais para que elas se sobressaiam frente à concorrência.

Tubino (1997) frisa que, em um sistema produtivo, quando as metas e estratégias forem definidas, faz-se necessária a formulação de planos para atingi-las, administrar os recursos (humanos e físicos) com base neste plano, direcionar as ações sobre esses recursos e acompanhá-las, evitando e/ou permitindo correções nos prováveis desvios de processos ou planejamentos.

Ainda, para o referido autor, planejamento e controle de um sistema produtivo são as atividades de se decidir sobre o emprego dos recursos de produção, dando suporte para garantir a execução do que foi previsto/programado.

Em um processo produtivo as responsabilidades estão diretamente relacionadas à definição da produção pela organização. Para Slack (1997), existem classes gerais de atividades, que se aplicam em vários modelos de produção, são essas:

- O entendimento dos objetivos estratégicos da produção;
- Desenvolvimento da estratégia de produção na organização.

O entendimento dos objetivos nada mais é do que compreender o que se está tentando atingir a partir do papel exercido pela produção na organização e sua contribuição para com a mesma. A função produção é uma ocupação imediata na empresa, e função disto é essencial que os líderes e gestores de produção tenham definidos os conjuntos de princípios que devem orientar as tomadas de decisões aos objetivos da organização. O desenvolvimento da estratégia da produção envolve habilidades para colocar as regras funcionais e de negócios em prática, além de monitorar o desempenho da produção de maneira a atender as necessidades dos consumidores e ao comportamento da concorrência.

Para Tubino (1997), a produção engloba vários setores de uma empresa, exigindo assim uma interação dos envolvidos, sendo a produção a responsável pela maior parte da razão da organização.

[...] a função de produção consiste em todas as atividades que diretamente estão relacionadas com a produção de bens e serviços. A função da produção não compreende apenas operações de fabricação e montagem de bens, mas também as atividades de armazenagem, movimentação, entretenimento, aluguel etc., quando estão voltadas para a área de serviço. (TUBINO, 1997, p.18).

De acordo com Tubino (1997), um sistema de produção é a reunião de atividades, operações e funções que se relacionam, estando envolvidas na produção de bens e serviços. Esse relacionamento das funções e áreas de produção com as demais deve estar sintonizado sob o mesmo ponto, visando a facilitar o fluxo de informações e ações que envolvam os processos.

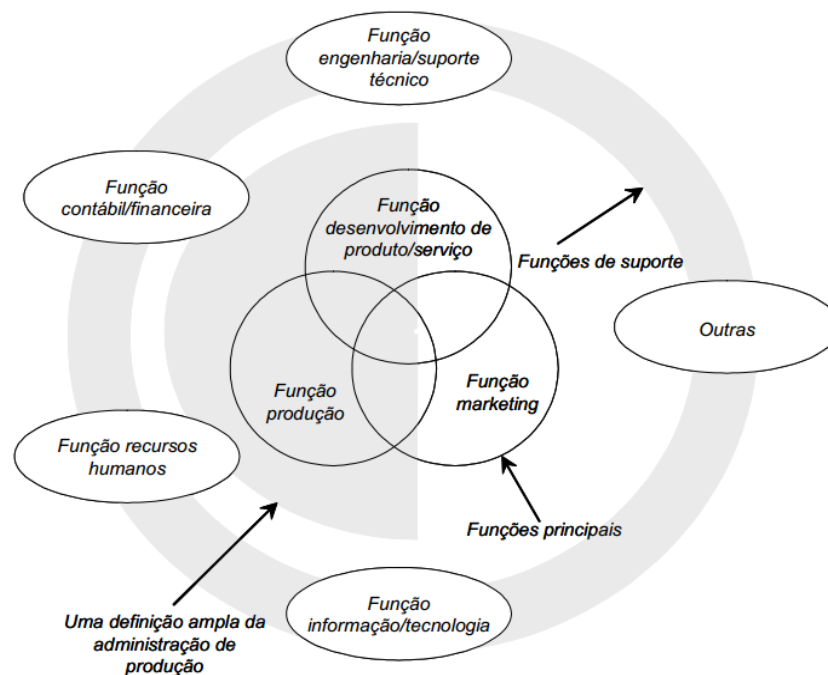


Figura 1: Funções principais e de apoio da administração de manufatura.

Fonte: Adaptação de Slack, Chambers e Johnston (2002).

Na Figura 1, nota-se que ao centro do relacionamento das funções de apoio da administração de manufatura encontram-se as principais funções; que são as funções de marketing, de desenvolvimento de produtos ou serviços e a função produção. Pode-se ainda observar na Figura 1 a relação da produção com as demais áreas da organização, demonstrando a importância e relevância de cada uma no processo produtivo; conforme anteriormente descrito essa integração e envolvimento das áreas favorece as tomadas de decisões necessárias no planejamento e execução dos processos produtivos.

A gestão da produção deve ter seus recursos bem definidos e conhecidos, bem como as possibilidades de alteração no potencial de sua

capacidade produtiva e do fluxo da demanda esperada. A análise da capacidade produtiva é conduzida pela área de Planejamento e Controle da Produção (PCP)¹, e é elaborada de forma interativa; atribuindo aos gerentes e gestores de áreas, responsabilidades diretas e indiretas ligadas à produção dentro da organização.

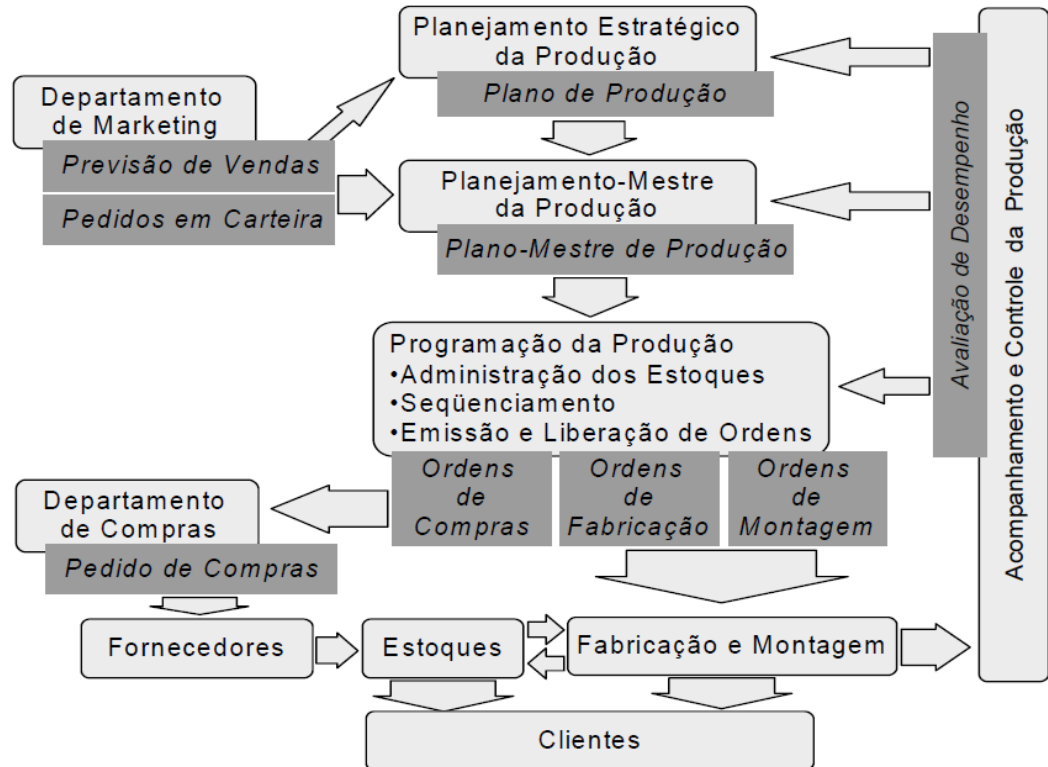


Figura 2: Visão geral das atividades do PCP.

Fonte: Tubino (1997, p.22).

As atividades de PCP apoiam a produção na coordenação e aplicação dos recursos de produção, visando sempre atender, da melhor maneira possível, os planos estabelecidos. “Uma vez que o plano de produção esteja estabelecido, devem-se verificar os recursos que existem na empresa e estejam disponíveis para a produção”. (ARNOLD, 1999, p.56)

Todas as áreas de qualquer organização têm seus próprios papéis a serem desempenhados a fim de se obter o sucesso. A gestão da produção tem o fundamental papel de gerenciar e conduzir a função de produção, visando produzir serviços e/ou bens demandados/contratados, superando às expectativas dos seus

¹ A partir deste momento será abreviado o termo Planejamento e Controle da Produção utilizando a sigla PCP.

consumidores, entregando-os produtos com mais alto nível de melhor qualidade e superando todos os quesitos do produto concorrente.

2.1.1 A gestão da produção

Para Davis, Aquilano & Chase (2001), as empresas precisam desenvolver os seus sistemas de gestão de produção no sentido de oferecer produtos e serviços adequados aos seus clientes. Porém, um fator complicado, é a forma de satisfazer completamente às necessidades de qualidade, produtividade, flexibilidade e custos exigidos pelos clientes, em virtude da complexidade que se demanda do sistema produtivo. A partir do século XX, Henry Ford revolucionou os métodos e processos produtivos existentes até então, ao criar a primeira linha de montagem em série, conceituando assim a produção em massa, conceito esse caracterizado pela produção em escala e grandes volumes, o qual trazia consigo princípios inovadores relacionados ao processo de melhoria da produtividade.

A partir dessa evolução desencadeada por Ford, a produção em escala, dita como seriada, tornou-se responsável pelo aumento da produção e da qualidade pela obtenção de produtos e bens mais padronizados, e em aplicação de técnicas de controle de qualidade. Segundo Martins & Laugeni (2002, p.369) a denominação de produtividade corresponde à relação entre o valor do produto e ou serviço produzido frente aos custos dos insumos para sua produção.

Para Tubino (1997), a atividade suportada pelos Sistemas de Administração da Produção (SAP)² tem interferência direta nas estratégias competitivas de uma organização frente ao mercado em que atua, pois envolvem os diversos níveis da cadeia produtiva, tal como desempenho, custos, qualidade, velocidade, confiabilidade, flexibilidade.

As políticas definidas para cada área do sistema de produção orientam a operação e a evolução do sistema, portanto, a formulação e implantação de uma estratégia de produção devem dar consistência e coerência ao conjunto das decisões. (TUBINO, 1997, p.42).

No Quadro 1, consta uma representação das principais áreas existentes em um sistema produtivo e a respectiva descrição das decisões que devem ser tomadas e/ou executadas.

² A partir deste momento será abreviado o termo Sistema de Administração da Produção utilizando a sigla SAP.

Áreas de decisão	Descrição
Instalações	Qual a localização geográfica, tamanho, volume e mix de produção, que grau de especialização, arranjo físico e forma de manutenção.
Capacidade de produção	Que nível, como obtê-la e como incrementá-la.
Tecnologia	Quais equipamentos e sistemas, com que grau de automação e flexibilidade, como disseminar e atualizá-la.
Integração vertical	O que a empresa irá produzir internamente, o que irá comprar de terceiros, e qual política irá empregar com os fornecedores.
Organização	Qual a estrutura organizacional, nível de centralização, formas de comunicação e controles das atividades.
Recursos humanos	Como recrutar, selecionar, contratar, desenvolver, avaliar, motivar e remunerar a mão-de-obra.
Qualidade	Atribuição de responsabilidades, que controles utilizar, que normas e ferramentas de decisão empregar, quais os padrões e formas de comparação.
Planejamento e controle da produção	Que sistema de PCP empregar, que política de compras e estoque, que nível de informatização das informações utilizar, que ritmo de produção manter e quais as formas de controles.
Novos produtos	Com que frequência lançar, como desenvolver, qual a relação entre os produtos e os processos.

Quadro 1: Descrição das áreas de decisão em um sistema produtivo.

Fonte: Tubino (1997, p.42).

2.1.2 SPMI: Sistema produtivo de manufatura integrada

Nos sistemas produtivos das mais variadas fábricas que trabalham com manufatura, a maior preocupação é com sua estratégia devido a sua importância no mercado, motivo esse que leva as respectivas indústrias a adotar mecanismos e sistemas, tendendo cada vez mais a diferenciar-se dos concorrentes. Dentro desse contexto, autores como Slack (1993), destacam algumas dimensões competitivas:

- Redução de custos;
- Qualidade;

- Desempenho da entrega;
- Flexibilidade de processos;
- Atendimento ao cliente.

Também Porter (1997) alerta que independente do porte da empresa, desde que possua uma estratégia de manufatura, será possível identificar os principais objetivos presentes no seu processo e sua modelagem de produção, que cada vez mais tem tido contribuição no alinhamento e planejamento estratégico pela filosofia e/ou sistema Toyota de produção ou produção enxuta (*Lean manufacturing*). Os três principais objetivos de uma estratégia de manufatura, são:

- A fabricação com custo reduzido (menor custo);
- Sistema de qualidade, com flexibilidade de serviços;
- Enfoque total na adaptação da estratégia de manufatura, visando o atendimento de novos segmentos, focando a diferenciação.

Com a revolução gerada por Henry Ford, com o primeiro conceito de produção em massa, e posteriormente com a filosofia de produção Enxuta e/ou sistema Toyota de produção, adotada por Taiichi Ohno, vice-presidente da *Toyota Motor Company* (daí o surgimento do nome), da década de 50, cada vez mais adeptos dessa filosofia surgem em diversos países e segmentos de mercado.

Para Ohno (1997), o objetivo é único, eliminar desperdícios; produzindo apenas o necessário, nos momentos e nas quantidades exigidas. Obviamente que, outras definições a cerca do assunto poderão ser apresentadas por outros autores.

Na visão de Black (1998), um sistema SPMI (Sistema Produtivo de Manufatura Integrado), agrega os principais objetivos da filosofia de produção enxuta (*Lean production* ou *Lean Manufacturing*), dando base para automação de processo e correções de problemas em nível de qualidade e capacidade produtiva, na Figura 3 são elencados os 10 (dez) principais passos para a composição de um sistema produtivo de manufatura integrada.

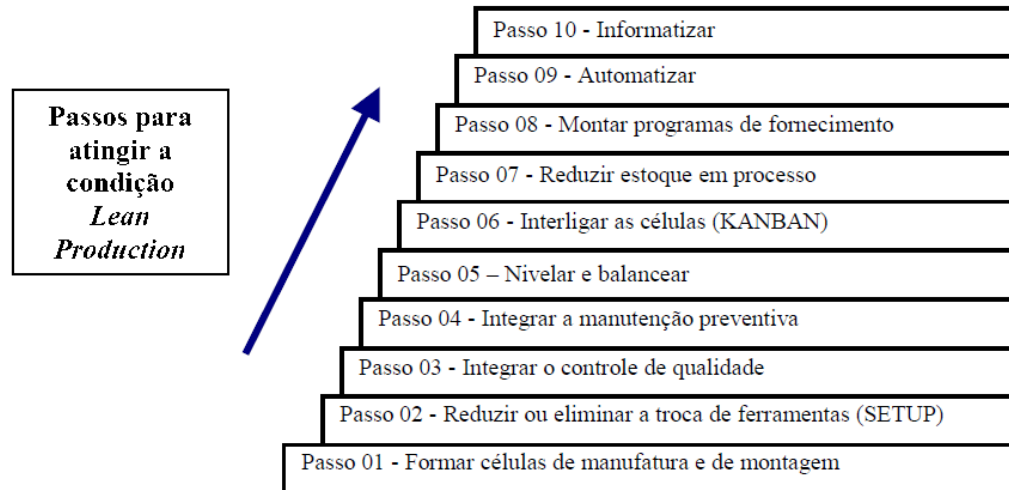


Figura 3: Dez passos para implantação do SPMI.

Fonte: BISSOLI, Paulo Ruggero Luiz, 2006, p.21.

A título de efetuar uma contextualização a respeito do sistema SPMI e visando o desenvolvimento deste trabalho, a seguir, com base no autor Bissoli (2006) apresenta-se breve descrição a respeito dos passos de integração do sistema produto de manufatura integrada:

- Integrar o controle de qualidade – seu princípio básico consiste na integração da produção das peças em células de manufatura, com a verificação de defeitos das peças produzidas. Evitando que peças com defeitos ou não conforme as especificações continuem o fluxo e/ou processo produtivo, onde somente serão repassadas adiante quando for constada ausência de defeitos nas peças. Caso exista algum defeito na peça, a mesma deverá ser reparada e novamente verificada antes de ser repassada ao próximo posto.
- Automatizar e Informatizar – em resumo, melhoria de fluxo produtivo e de processos. Pode-se afirmar seguramente que é a chave de segredo do sistema produtivo de manufatura integrada, consiste na transformação de células de trabalhos da manufatura em células independentes, visando garantir qualidade e capacidade produtiva. Para fechar o sistema, a informatização do processo, onde deverá ocorrer o gerenciamento das funções de controle da manufatura, dos seus métodos e meios de falhas de modo que sejam facilmente sinalizados, onde o acompanhamento

das ordens será distribuído de forma mais ágil e haverá uma relação entre os sistemas de chão de fábrica com os demais sistemas de tecnologia da informação presentes na fábrica.

Logo que um sistema de produção esteja operando sob o modo de manufatura integrada, pode-se gerenciar e acompanhar o fluxo da produção, o controle da qualidade, a sinalização das dificuldades emergentes nos processos, deste modo à tomada de decisão sobre os problemas, ocorrerão mais rapidamente.

2.2 GESTÃO DA QUALIDADE

Seja por necessidade ou pelo crescimento de mercado, cada vez mais empresas buscam diferenciais competitivos, agregando valores aos seus produtos; sendo a qualidade uma das ferramentas mais importantes no apoio as estratégias e negócios empresariais. Houve mudanças bastante consideráveis na conceptualização á respeito de qualidade no longo dos tempos. De um simples conceito de qualidade de inspeção, que buscava apenas produtos “não funcionais” ou defeituosos, a qualidade hoje é uma função vital na cadeia produtiva de qualquer organização, seja ela produtora de bens ou serviços.

Porém, é importante ressaltar que há distinções na conceitualização do termo qualidade entre autores e setores. Para Ishikawa (1993, p.43), “qualidade é desenvolver, projetar, produzir e comercializar um produto de qualidade que é mais econômico, mais útil e sempre satisfatório para o consumidor”. Na afirmativa de Crosby (1986), qualidade é a conformidade do produto às suas especificações. Para Juran (1992), a qualidade consiste em verificar se as características do produto estão indo ao encontro das necessidades dos clientes e se assim estão proporcionando a satisfação dos mesmos em relação ao produto. O mesmo autor ainda ressalta, “a qualidade é a ausência de falhas”.

Na observação de Garvin (1984), qualidade é um conceito complexo e é difícil captar exatamente uma definição; nessa busca o respectivo autor propõe adotar pelo menos oito elementos que focam diferentes aspectos, tais como desempenho, características, confiabilidade, conformidade, durabilidade, atendimento, estética e qualidade percebida. A todas as proposições a cerca de qualidade citadas, acrescenta-se uma definição formada por Cerquinho (1994):

[...] qualidade é o somatório de todas as características e propriedades dos bens e serviços oferecidos que satisfaçam as necessidades razoáveis dos clientes, juntamente com o conjunto de situações envolvidas na obtenção e uso destes produtos que favoreçam uma existência saudável e autenticamente humana a todos os afetados.

Do Sistema de Gestão de Qualidade (SGQ) e Gestão da Qualidade Total (GQT) depende a sobrevivência das organizações, pois visam garantir aos seus clientes a total satisfação, atendendo as suas necessidades e excedendo as expectativas. A qualidade total é obtida ouvindo e entendendo o que realmente o cliente deseja e necessita para assim poder entregar um produto com excelência.

Segundo Paladini (1997), a estratégia da qualidade não é apenas criar uma visão ampla sobre as necessidades da empresa, do ambiente a ser empregado e sobre as pessoas envolvidas, mas principalmente atribuir os papéis a cada qual, de relevância no processo gerencial da organização.

Dentro do contexto de gestão da qualidade na sua definição estabelecida pela ISO 9000:2000 a inserção da qualidade no ambiente produtivo ou de operações organizacionais ocorre por meio de outros elementos que compõem a gestão da qualidade, os quais se subdividem em planejamento, controle, garantia e melhoria; na Figura 4 pode-se observar o objetivo geral das áreas que compõem a qualidade.

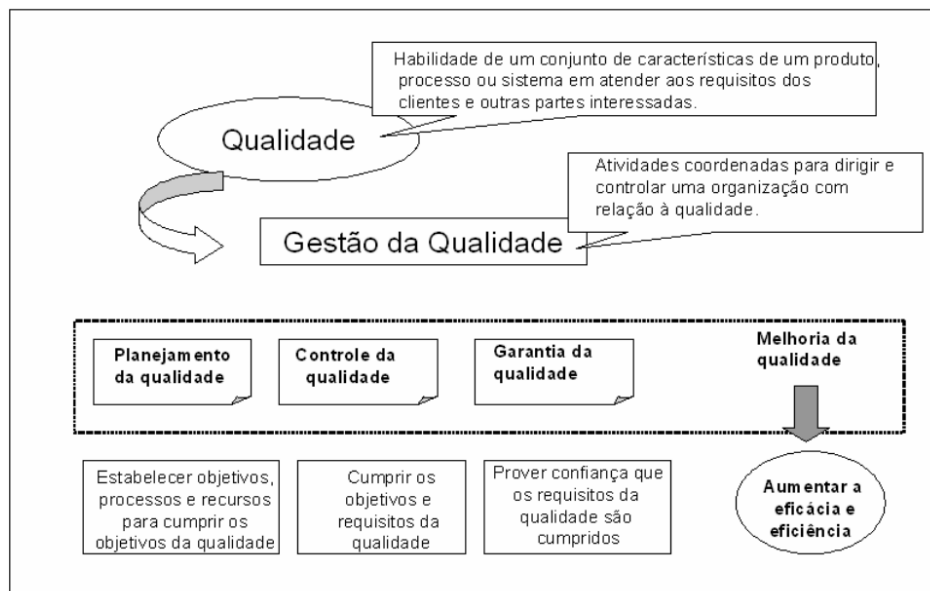


Figura 4: Relação entre a gestão da qualidade e os elementos que a compõem.

Fonte: Retirado de http://www.gepeq.dep.ufscar.br/arquivos/cneg_nomes.pdf.

Importante ressaltar que a GQT devem ser empregada em um ambiente de bastante coparticipação, as decisões a serem tomadas deve estar o mais

próximo possível da ação, da operação, do chão de fábrica. O SGQ deve participar ativamente na fixação das metas e objetivos do trabalho, nas metas e objetivos de melhoria da produtividade, na busca crescente de inovações e melhorias de processo, na criação de um ambiente propício a superar desafios e buscar soluções.

2.2.1 Padrões de qualidade

Com a necessidade de garantir um padrão de qualidade, é necessário “regras e metodologias de trabalho” para que as atividades sejam planejadas e implantadas de forma sistemática no ambiente corporativo. Neste contexto se faz necessário a presença das normas e padrões estabelecidos pela ISO³. Esta organização não governamental foi fundada em 1947 em Genebra, atualmente está presente em mais de 120 países e sua principal função é promover a normatização de produtos e serviços. No Brasil, sua representação ocorre através da ABNT⁴.

Dentre as normativas da ISO destacam-se as séries ISO9000:9001 e ISO14000:14001. A norma ISO9001 efetua uma abordagem a respeito de qualidade de projetos e produtos desde sua fase de desenvolvimento inicial, passando pela área industrial, produção, acompanhando as normas de manufatura até a etapa de vendas e entregas ao consumidor final. A norma ISO14001 é uma normativa mundial de padrões para gerenciamentos ambientes, relacionadas aos processos de uma organização, que efetua a gestão dos impactos sobre o meio ambiente.

2.2.2 Controle de qualidade

Em um ambiente onde o foco principal é a industrialização e/ou produção de bens e/ou serviços, certamente deverá haver uma gestão de qualidade, e por consequência as empresas implantam e certificam o padrão ISO 9000:9001 visando atendimento as exigências e retornos prospectados aos seus clientes.

Dentro das principais normativas de gestão de qualidade, há varias atividades as quais são acompanhadas por áreas que a compõem. As áreas mais próximas ao ambiente de fabricação são a garantia e o controle da qualidade. Neste tópico, elenca-se as principais atividades do controle de qualidade, que são:

- Foco na busca dos defeitos gerados no processo de fabricação.

³ *Internation Organization for Standardization*, em português, Organização Internacional de Normatização.

⁴ Associação Brasileira de Normas Técnicas.

- Eliminação das causas e defeitos em linha de produção.
- Assegurar que as atividades do processo de produtivo estão sendo cumpridas de maneira eficiente e eficaz.
- Monitorar se os produtos que estão produzidos estão de acordo com o esperado e/ou requisitado pelo cliente/consumidor.

Segundo Black (1998), o custo do controle de qualidade é o que se desprende para localizar e retrabalhar produtos não conformes. Para que um processo de produção possua um índice de qualidade satisfatório, o produto a ser produzido deve ser acompanhado desde o seu desenvolvimento, desde o momento em que o mesmo for conceitualizado.

É no momento em que o produto for desenvolvido que poderão facilmente ser identificados os aspectos e itens críticos em nível de qualidade, desta forma o controle da qualidade estará mais bem assessorado sob quais itens deverão ser controlados de forma mais efetiva durante o processo de produção.

Algumas ferramentas poderão fornecer suporte e informações essenciais para a gestão dos processos produtivos e de qualidade em indústrias, podemos citar a metodologia FMEA – *Failure Modes and Effects Analysis*, e o Controle Estatístico do Processo, muito conhecimento nas indústrias como Carta CEP, que pode ser definido como um meio e/ou método de monitorar o processo de produção, de se comparar os resultados obtidos com resultado padrão. Para efetuar esse monitoramento, na sua grande maioria são utilizados dados e ferramentas estatísticas, como histogramas, diagramas, curva de distribuição normal, diagrama de causa-efeito (diagrama de Ishikawa), gráfico de Pareto, entre outros.

Sabe-se que nos processos produtivos podem-se encontrar variações na produção, desta forma os produtos poderão ter variações, seja na sua forma de montagem, no posicionamento de seus componentes, na sua fixação (parafusos). Assim a carta de Controle (carta CEP) poderá muito bem ser empregada, para registrar a variabilidade da produção, dos produtos, dos materiais, dos operadores. Na Figura 5 tem-se uma carta CEP no modelo \bar{X} que representa uma variação na montagem de um componente de determinado produto.

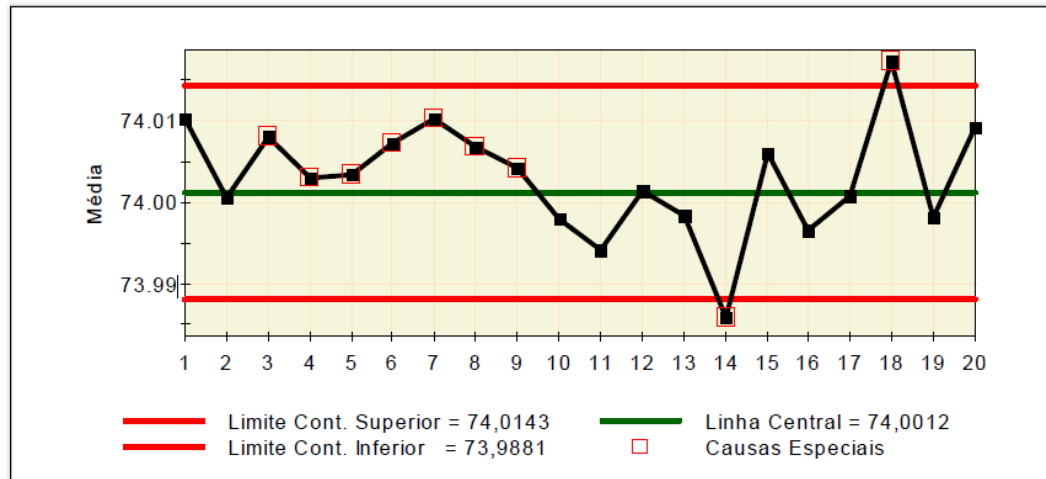


Figura 5: Exemplo de carta de controle modelo \bar{X} .

Fonte: Michel; Fogliatto (2002, p.20).

É fundamental ressaltar que, todo processo bem estruturado terá sempre especificações e tolerância a cerca do produto em fabricação previamente definidos.

2.3 A INDÚSTRIA DE MANUFATURA DE PLACAS ELETRÔNICAS

Cada vez mais empresas e indústrias efetuam terceirização da sua produção, deste modo surgiram às empresas de manufatura contratada, *Contract Manufacturer* (CM), ou *Electronic Manufacturing Service* (EMS) ou ainda *Contract Electronic Manufacturing Services* (CEMS) com origem na década de 70. Dentro do contexto de produção em sistemas de manufatura, há adoção dos mais distintos tipos de processos de fabricação, tais como: *Just-in-Time*, células de produção, automação da manufatura, entre outros processos.

Nessa mesma filosofia de fabricação, uma indústria de manufatura de placas eletrônicas pode trabalhar em dois ambientes de fabricação, o meio tido como produção em grande quantidade e baixa variação de produtos, *Low-Mix High-Volume* (LMHV), que normalmente ocorre quando há contratação por empresas detentoras de marcas, OEM (*Original Equipment Manufacturer*).

Ou então quando há contratação de várias empresas para fabricação dos mais variados tipos de produtos assim têm uma grande variedade de produção e baixo volume, *High-Mix Low-Volume* (HMLV). Isso pode ser explicado por características que influenciam as empresas do setor eletroeletrônico, como demanda volátil e tempo ou ciclo de vida dos produtos, no Quadro 2 destaca-se as

principais características da estratégia dos 2 (dois) ambientes de produção existentes em uma indústria de manufatura.

Características	HMLV	LMHV
Tipo de produto	Customizado	Padronizado
Volume de produção	Baixo	Alto
Variedade dos produtos	Alta	Baixa
Demanda	Imprevisível	Previsível
Capacidade	Não pode ser planejada	Planejada
Lead time de produção	Importante para o consumidor	Sem muita importância para o consumidor
Competências-chaves	Todo o processo	Logística
Incerteza de produção	Alta	Baixa

Quadro 2: Características dos diferentes ambientes de produção.

Fonte: Rodrigues (2006, p.41).

De forma geral, na Figura 6 apresenta-se um fluxograma de um processo produtivo existente em uma indústria de manufatura de placas eletrônicas que trabalha sobre o ambiente de baixo volume e grande variedade de produtos (HMLV).

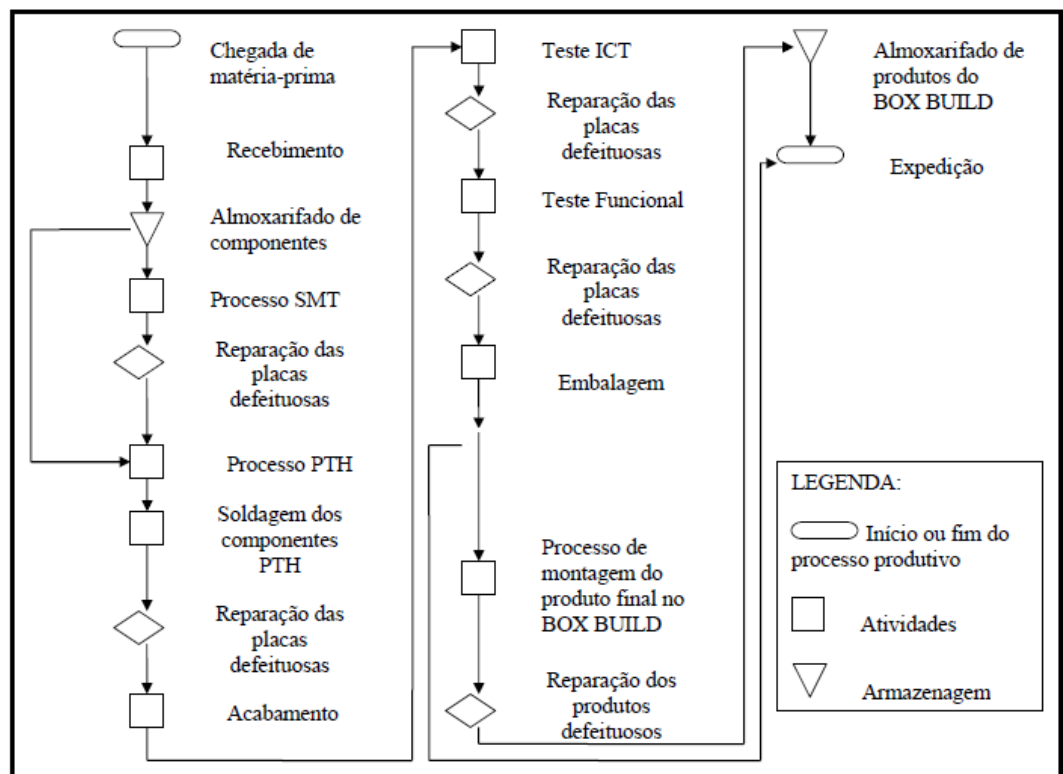


Figura 6: Fluxograma de forma geral de um processo produtivo.

Fonte: Adaptação de Rodrigues (2006, p.43).

Inicialmente, os materiais e componentes são recebidos no setor de almoxarifado e posteriormente passam por um controle de qualidade, para verificação das conformidades, qualidade e condições de uso. Posteriormente, de acordo com a programação da produção, há a separação dos componentes e encaminhamento dos mesmos aos setores de preparação e em seguida para o(s) setor(es) de inserção. Há dois setores de inserção, o setor THT (*Through Hole Technology*) e o SMT (*Surface Mount Technology*); essa separação e encaminhamento dependem do roteiro produtivo e das especificações de cada produto, que podem conter somente componentes SMD (*Surface Mount Device*), somente componentes PTH (*Plated Through Hole*) ou ainda pode possuir ambos os tipos de componentes.

Após a inserção dos componentes na placa de circuito impresso, PCB (Print Circuit Board), a mesma será encaminhada ao processo de soldagem dos componentes. No processo SMT a soldagem é efetuada em um forno de refusão, no processo de montagem THT a soldagem ocorre em uma máquina de solda a onda.

Logo após essa etapa ocorre a inspeção de qualidade, para verificar se a montagem dos componentes está de acordo com os procedimentos estabelecidos, confere se não há necessidade de reparos na solda e nos componentes; se houver necessidade de algum reparo à placa é encaminhada para o setor de reparo ou ressolda. Tudo estando de acordo à placa será encaminhada para os setores de testes, a fim de garantir o correto funcionamento da mesma. Os testes serão realizados de acordo com o estabelecido no roteiro produtivo, com base nas especificações e exigências de cada produto; repassadas pelo cliente.

A partir das etapas de teste, o produto pode ser direcionado para o processo de montagem mecânica, *Box build*, se assim for necessário; ou então diretamente para o processo de embalagem e expedição. Importante ressaltar que, ao final da maioria das operações há um posto para verificação da qualidade; e a este, há o vínculo com algum posto para reparação de produtos não conformes.

O controle de qualidade em uma indústria de manufatura tem ligação com todas as etapas dos processos de produção sendo responsáveis por “fiscalizar” o cumprimento de todas as normativas e instruções pertinentes as etapas e postos de trabalhos. Se os técnicos e gestores, atuantes no setor de controle de qualidade não possuírem ferramentas que auxiliem efetivamente suas ações e decisões, haverá um impacto e reflexo direto nos índices de qualidade e rejeições; pois haverá falhas na produção que poderão não serem detectadas.

2.4 TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO NO AMBIENTE CORPORATIVO

2.4.1 Sistemas de informação

Segundo Rosini (2003), a definição de sistema é “um conjunto de elementos interdependentes em interação, visando atingir um objetivo comum”. Para Freitas (1997, p.77), “sistemas de informações são mecanismos cuja função é coletar, guardar e distribuir informações para suportar as funções gerenciais e operacionais das organizações”, conforme Laudon & Laudon (1999) descrevem, além de auxiliar na tomada de decisões e gerenciamento, os sistemas de informações podem também ajudar os administradores a analisar problemas e visualizar assuntos complexos.

Além de que para uma empresa, possuir dados registrados e ter poder de extrair conhecimentos destes, pode representar um valioso potencial nas transações e negociações futuras para a organização. Basicamente um sistema de informação é composto de quatro componentes:

- **Entrada:** Envolve a captação ou coleta de dados da empresa, de outros sistemas ou do ambiente externo. Neste momento ocorre a caracterização de problemas e regras do negócio.
- **Processamento:** É o processo da transformação e tratamento das informações coletadas anteriormente, em uma forma sistêmica.
- **Saída:** Envolve a transferência da informação processada aos usuários ou a outros sistemas correlacionados.
- **Controle:** Um mecanismo que controla operações funciona como um tomador de decisões entre a entrada e a saída do sistema.

Outro aspecto muito importante a se considerar, é que os sistemas de informação são divididos em quatro categorias de acordo com o nível de atuação, observa-se no Quadro 1 a descrição dos níveis de atuação existentes:

Nível de atuação	Descrição
Operacional	São os sistemas que monitoram as atividades elementares da organização e tem como propósito responder a questão de rotina e fluxo de transações e informações.

De conhecimento	São os sistemas de informação de suporte aos colaboradores especializados e de dados em uma empresa.
Administrativo	São os sistemas que suportam os monitoramentos, controle e tomadas de ações e decisões a nível gerencial.
Estratégico	São aqueles sistemas de informação que suportam as atividades de planejamentos dos administradores.

Quadro 3: Níveis dos sistemas de informação.

Fonte: Adaptado de Silva Jr (p.26).

A tecnologia da informação e seus sistemas, não estão somente condicionados a *softwares* ou recursos relacionados com a informática. Porém em nível de pesquisa, tem-se uma abordagem mais concreta na área de sistemas computadorizados, no Quadro 2 apresenta-se a evolução dos tipos de sistemas existentes, o período em que começaram a ser desenvolvidos e sua aplicação.

Tipos	Ano	Aplicação
Sistema Processamento de Transações (SIT) <i>Transaction Processing System (TPS)</i>	1950	Foco nas transações.
Sistema de Informação Gerencial (SIG) <i>Management Information System (MIS)</i>	1960	Informações associadas aos subsistemas funcionais.
Sistema de Automação de Escritório (SAE) <i>Office Automation System (OAS)</i>	1970	Gerenciamento de dados e informações de escritório(s).
Sistema de Apoio à Decisão (SAD) <i>Decision Support System (DSS)</i>	1970	Suporte às decisões através de simulação com utilização de modelos e métodos.
<i>Data warehouse / Data mining (DW/DM)</i>	1970	Exploração dos dados gerados pela empresa.
Sistema Especialista (SE) <i>Expert System (ES)</i>	1980	Acúmulo de conhecimento visando substituição do julgamento humano.
Sistema de Informação para Executivos (SIE) <i>Executive Information System (EIS)</i>	1980	Visão organizacional, como um todo, através de fatores críticos de sucesso.

Sistema de Gestão Empresarial (SGE) <i>Enterprise Resource Planning (ERP)</i>	1990	Integração das informações em uma organização.
<i>Manufacturing Resources Planning (MRP)</i>	1990	Planejamento de materiais e recursos de manufatura.
<i>Customer Relationship Management (CRM)</i>	1990	Relacionamento com clientes de forma individual.

Quadro 4: Sistemas de informação, período de surgimento e aplicações.

Fonte: Adaptado de Perottoni; Oliveira; Luciano; Freitas (2001, p.3).

Obviamente que, dentro de um contexto lógico cada sistema é mais direcionado a um determinado ambiente corporativo. Como a abordagem deste projeto é um sistema com foco em indústrias de manufatura, e que dentre as principais aplicações de sistemas computadorizados há a de planejamento de recursos de manufatura, MRP. Não se pode afirmar que única e exclusivamente existe tal tipo de sistema na organização, esse fato de nada impede de haver outros sistemas com foco em outras aplicações, ou que seja utilizado um sistema misto que contemplem vários módulos de interesse da firma, presentes em outras aplicações.

2.4.2 Fluxo estratégico da informação

Em contextos gerais, define-se fluxo o ato ou efeito de fluir, dar vazão, movimentação contínua. Em uma empresa com organização de processos o fluxo de informação visa à transferência de informações de um emissor para um (ou mais) receptor (es). Ressaltando que, normalmente esse fluxo ocorre por necessidade do emissor em compartilhar e receber informações.

Os clientes de um fluxo de informações podem ser pessoas (usuários e operadores de sistemas) ou podem ser sistemas comunicando-se entre si. Clientes internos são pessoas que trabalham em uma mesma empresa, porém em setores e departamentos distintos e compartilham algum tipo de informação.

Pode-se definir como cliente externo de um fluxo de informações, aquelas pessoas ou sistemas que recebem e usam as informações de uma empresa distinta das que á remete. Entre os clientes interno e externo está o infomediário, elemento responsável por coletar, armazenar e disponibilizar informações.

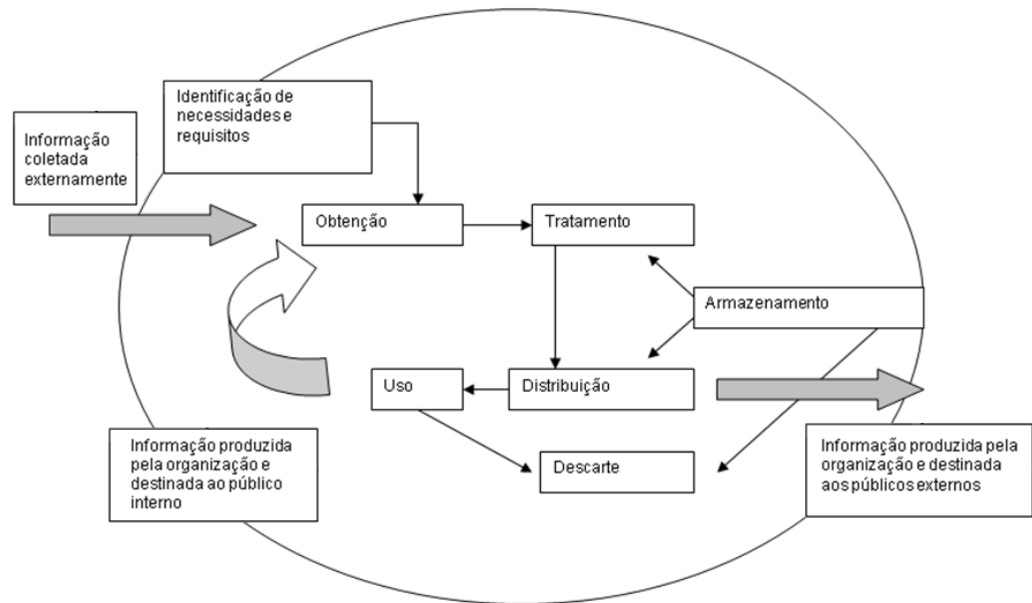


Figura 7: Modelo de representação de um fluxo de informação.

Fonte: Adaptação de Beal (2008, p.29).

As informações existentes em um sistema de informação estão em uma forma utilizável para coordenação do fluxo de uma organização, que podem apoiar colaboradores, líderes, gestores e gerentes nas tomadas de decisões, nas análises de problemas e na visualização de soluções para assuntos complexos.

A distribuição de informações de uma empresa a outra, normalmente ocorre por interesse ou necessidade, haja visto que em uma cadeia de produção as empresas necessitam efetuar um acompanhamento de seus pedidos, da produção dos seus produtos, e isto não é diferente em uma empresa de manufatura de placas eletrônicas, aonde o fluxo de informação atua na transmissão de dados como índices de qualidade, desempenho, produtividade, entre outros.

2.4.3 A intranet e extranet no ambiente corporativo

O termo “intranet” começou a ser usado no ano de 1995, foi assim denominado por grupo de desenvolvedores e fornecedores de materiais e produtos de rede que começaram a experimentar e testar os produtos de tecnologia internet no interior das empresas nas quais atuavam, juntando elementos de sistemas de informações, uma rede web interna e dispositivos de rede.

Resumidamente, pode-se dizer que a intranet é uma rede “internet” privada, como redes militares e governamentais; cujos usuários ficam restritos a

troca de informações com os outros usuários desta rede privada. Assim sendo, as empresas podem utilizar as mesmas tecnologias que cercam a internet pública para “construir a sua internet particular”, e que certamente haverá restrições no compartilhamento e troca de informações entre as estações que a compõem.

Uma intranet é uma rede organizacional interna modelada sobre a Web, que utiliza a infraestrutura de rede já existente da empresa, os padrões de comunicação da Internet e o software desenvolvido para a World Wide Web. Com a aplicação da tecnologia da Internet às suas próprias aplicações comerciais, as empresas podem se comunicar e divulgar informações através de sua organização, mantendo afastados os usuários não autorizados. (LAUDON; LAUDON, 1999, p.176).

A intranet pode utilizar a mesma estrutura de rede e padrões de comunicação já existentes na empresa, por exemplo, na parte física como cabeamento, roteadores e chaveadores. Isso contribuirá muito para que as utilizações de aplicativos corporativos tornem o fluxo de informações mais seguro. A questão de segurança é fundamental em qualquer local e/ou ambiente de trabalho, quando envolvem redes corporativas a questão principal é a troca de informações restritas e confidenciais; assim ela deve ser protegida por sistemas de segurança.

[...] uma intranet é uma rede privada e está protegida das visitas públicas por firewalls – sistemas de segurança com software especializado para impedir que estranhos invadam redes privadas. Um firewall consiste em hardware e software colocados entre a rede interna da organização e uma rede externa, incluindo a internet. (LAUDON; LAUDON, 1999, p.176).

Como qualquer rede de computador, na intranet os padrões de protocolos a serem empregados são os mesmos da internet como TCP/IP, FTP, SMTP. Em uma rede LAN (*Local Area Network*) em português, rede de trabalho local, também denominada por Intranet, os elementos básicos que a compõem são as estações de rede e/ou de trabalho, servidores de aplicações ou armazenamentos, e elementos de ligação e distribuição, os chaveadores e/ou roteadores para formação da topologia da rede e conexão entre o(s) servidor(es) e a(s) estação(ões) de trabalho. Na Figura 8, visualiza-se uma estrutura de rede local (Intranet) composta por 3 (três) servidores e estações de trabalhos de setores distintos.

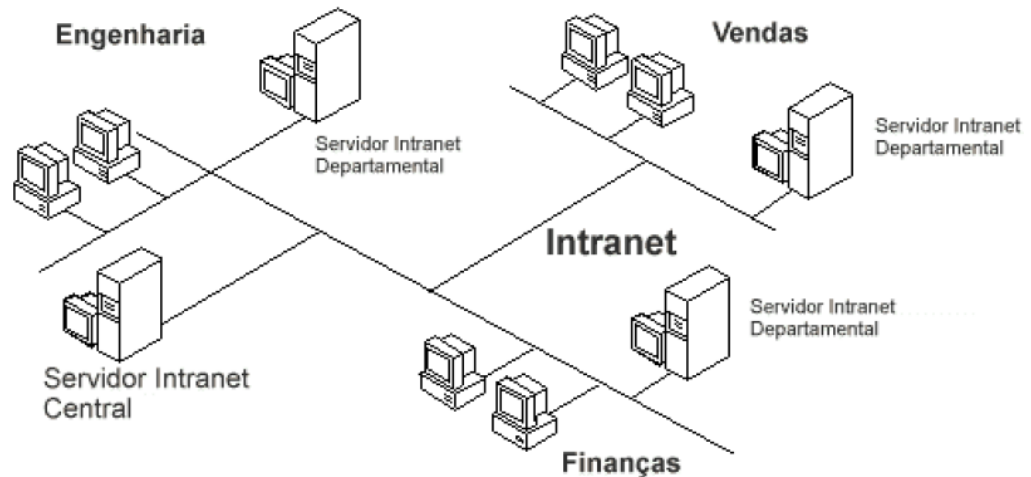


Figura 8: Representação de uma estrutura de intranet.

Fonte: Vescio (2009, p.33).

A extranet, por sua vez, pode ser definida como uma extensão da intranet, a parte pública ou compartilhada de uma rede privada. Pode parecer confuso, mas é uma parte e/ou área de uma rede intranet com possibilidade de acesso via internet, na qual os dados de acesso compartilhados em uma rede intranet, poderiam ser facilmente acessados de qualquer local do mundo.

A estrutura é exatamente a mesma da intranet, os mesmos protocolos de comunicações e acesso, com os mesmos (ou mais) critérios de segurança, porém é necessário que a rede (ou pelo menos uma de suas ramificações) esteja conectada à internet. O porte da empresa e/ou a quantidade de elementos que fazem parte da rede são irrelevantes, basta apenas que haja o desejo de compartilhar informações com outras empresas, ou até mesmo com algum servidor de rede específico.

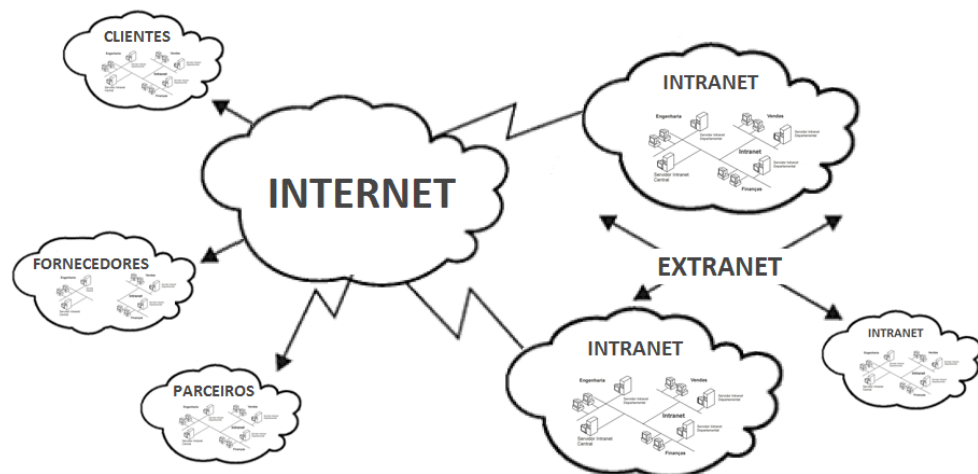


Figura 9: Representação da integração entre redes, intranet, extranet e internet.

Fonte: Autoria própria.

Os principais recursos e objetivos de implantação de uma rede extranet são: a ideia de melhorar a comunicação e troca de informações entre parceiros, fornecedores e clientes além de criar uma base de conhecimentos, fornecimento de soluções on-line para seus clientes, participação com outras empresas distintas.

2.4.4 Sistemas de identificação: códigos 1D e 2D

Ao mencionar código de barras, praticamente qualquer pessoa consegue imaginar o que seja, pois hoje praticamente quase todos os produtos que são comercializados possuem tal identificação, seja em seu rótulo ou na embalagem. Segundo o site GS1 Brasil (2012), a definição de código de barras é uma representação gráfica, em barras claras e escuras, de combinações binárias utilizadas pelos microcomputadores. Código de barras viabiliza a captura automática por meio de leitura óptica em transações e operações.

Sua utilização vai além de processos comerciais, automação por meio de arquivos de consulta de preços, recebimento e gestão de estoque, colocação de pedidos, análise de vendas e outras várias aplicações. Inclusive, há uma crescente utilização de código de barras em empresas e ambientes industriais.

Desde o surgimento e utilização do primeiro código de barras, na década de 1960 até o presente momento, houve uma evolução nos tipos e codificações utilizadas. Com a necessidade de armazenar mais informações no código de barras, houve o surgimento do código de barras “empilhado” ou popularmente conhecido como código de barras 2D, (RUGGED; MOBILE, 2009, p.6).

Dessa forma, existem atualmente 2 tipos de código de barras: os códigos de barras 1D ou códigos de barras lineares e os códigos de barras 2D, que possuem várias derivações, tais como *QRCode*, *Data Matrix*, *PDF417*, entre outras. Há uma grande diferença entre a quantidade de dados que podem ser codificados entre os padrões de código de barras existentes. Vale ressaltar também que, para cada padrão há a necessidade do uso de leitores decodificadores (leitores ópticos) correspondente à codificação do código de barras em processo de leitura. Na Figura 10, há ilustração de um código de barras linear padrão UPC-A e 3 (três) modelos de códigos de barras 2D (bidimensional).



Figura 10: Montagem com alguns tipos de código de barras.

Fonte: Autoria própria.

No Quadro 4 pode-se verificar uma abordagem comparativa entre código de barras linear no padrão EAN (*European Article Numbering*) e o código de barras 2D no padrão QRCode (*Quick Response Code*), padrão esse desenvolvido pela empresa japonesa *Denso-Wave* em 1994 e que teve franca expansão no ano de 2002, onde já era possível efetuar a leitura de tal padrão de código de barras com a câmera VGA (*Video Graphics Adapter*) presente em muitos aparelhos celular.

Características	EAN-13	QRCODE
Tipo de código de barra	Unidimensional	Bidimensional
Armazenamento	13 dígitos numéricos 0 dígitos alfanuméricos 0 bytes	7089 dígitos numéricos 4296 dígitos alfanuméricos 2953 bytes
Correção de erro	Nenhuma	Até 30%
Área de impressão		Até 1 décimo da área usual do código EAN-13

Quadro 5: Características comparativa entre padrão EAN-13 e QRCode.

Fonte: Adaptação de <http://www.qrcode.com/en/aboutqr.html>.

Alguns tipos e modelos de códigos de barras são mais usados em algumas áreas e segmentos de mercado, como por exemplo, em rótulos de produtos industrializados o padrão UPC-A predomina. Porém, muitas encomendas atualmente já são despachadas com um código de barra no padrão PDF-417 ou QR-CODE onde são armazenadas as informações para transporte como remetente, destinatário, endereço, enfim. Em indústrias e empresas em geral, códigos de barras são empregados para as mais distintas funções, como controle de documentos, máquinas, ativo mobiliário, processos de embalagens e expedição, em sistemas de controle de produção, sistemas de rastreabilidade, entre outras aplicações.

3. METODOLOGIA

A visão de um controle estratégico em sistemas de gestão de qualidade e de produção em indústrias de manufatura de placas eletrônicas é o ponto central deste tópico metodológico. Referenciais empregados na condução e desenvolvimento do projeto serão abordados a seguir.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA E DO PROJETO

O presente projeto constitui-se em pesquisa de natureza aplicada, ancorada em desenvolvimento experimental, uma vez que deverá conduzir a fins práticos. O problema de pesquisa reside na observação, a partir do caso em análise, da ausência de controle mais efetivo na gestão da produção e da precariedade do sistema de rastreabilidade em chão de fábrica na indústria de manufatura de placas eletrônicas. Desta forma, considerando o escopo do problema foram efetuadas consultas bibliográficas, com fins de obtenção de levantamentos nas áreas de gestão de qualidade, gestão de produção e controle de chão de fábrica.

A obtenção de dados acerca de dificuldades encontradas nos processos de fabricação e da identificação de possíveis melhorias deu-se, prioritariamente, através de observação não-participante. Cabe destacar ainda que, além dos parâmetros metodológicos adotados, o autor teve participação ativa em processos de fabricação de placas eletrônicas, pois possuía vínculo empregatício com uma indústria de manufatura.

Sendo assim, conhecimentos empíricos acerca de processos produtivos, sistema de fabricação, controle de qualidade, sistema de rastreabilidade e chão de fábrica, auxiliaram e puderam ser incorporados a esta proposta.

3.2 UNIDADE DE ANÁLISE

Como unidade de análise que integram o projeto, no que diz respeito à manufatura de placas eletrônicas e sistemas de chão de fábrica, adotou-se uma firma situada no sudoeste do Estado do Paraná.

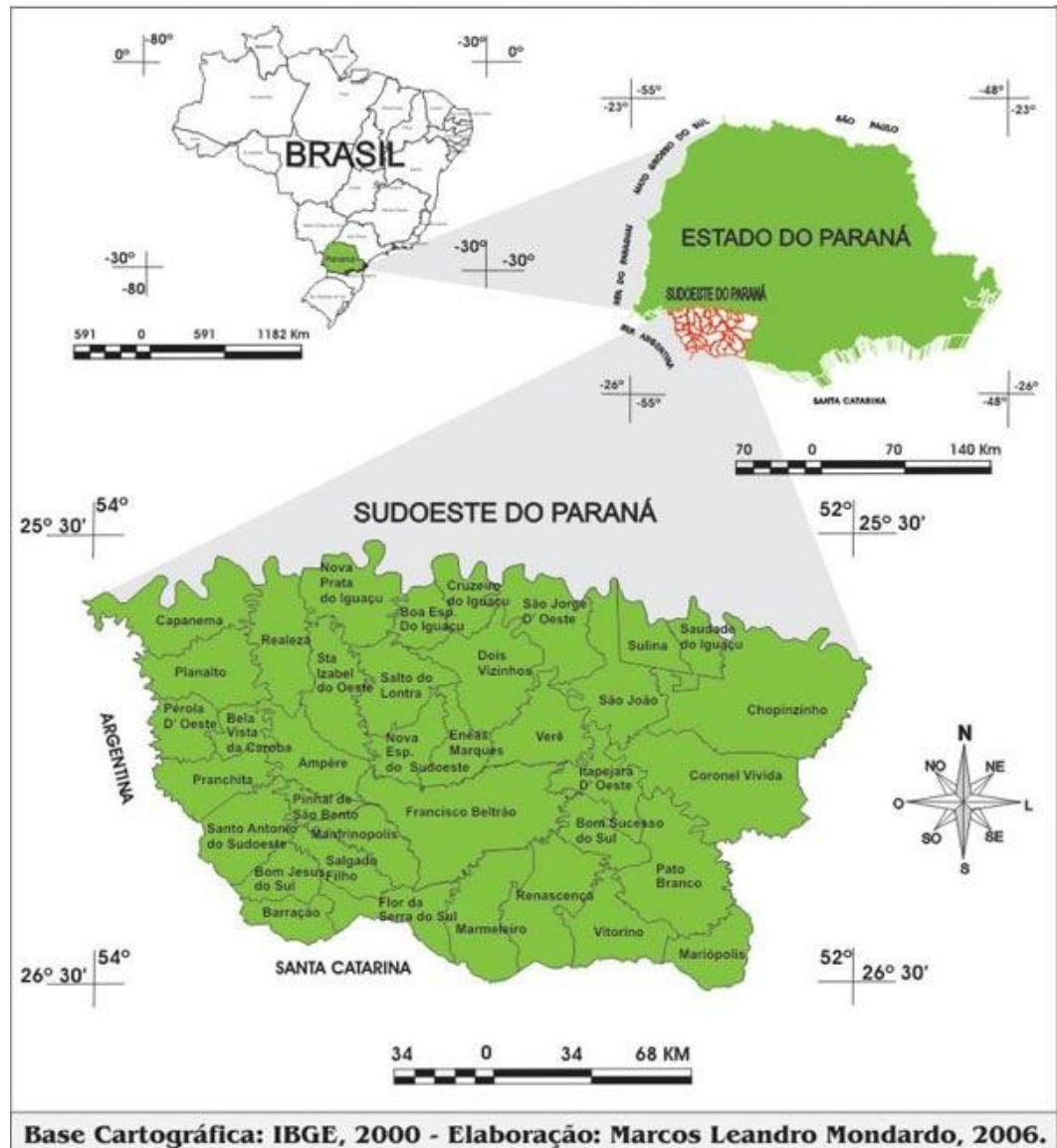


Figura 11: Municípios que compõem a região sudoeste do Estado do Paraná.

Fonte: <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-239.htm>.

Dados foram obtidos através de planilhas fornecidas por colaboradores das áreas de Gestão da Qualidade, Engenharia de Produto e Processos. No ano de 2011, a firma produziu aproximadamente 17.968.927 placas eletrônicas, sendo que dessas: 77.675 unidades (0,43%) foram retrabalhadas por defeitos gerados no processo de fabricação; 83.032 (0,46%) foram consertadas por apresentarem defeitos em seu funcionamento (detectado nas etapas de testes funcionais); e ainda 4.873 unidades (0,027%) foram descartadas.

Os respectivos dados representam um número muito pequeno se comparado ao montante produzido. Sabe-se que em muitos casos pequenos reparos não são registrados, assim não compuseram os números apresentados. Tal

empresa trabalha com ambiente de produção do tipo High-Mix Low-Volume (HMLV), ou seja, a demanda da produção é dividida em muitos produtos e vários clientes, com um volume de produção reduzido.

Tomando-se como base a remuneração mensal de um técnico em eletrônica o valor de R\$1.600,00 e que os encargos representem aproximadamente 95% deste valor, a firma teria um custo mensal de R\$3.120,00. Se estipulado o custo aproximado de uma placa eletrônica em R\$90,00 e que para reparo de fabricação sejam consumidos 10 minutos e os consertos de placas eletrônicas com defeitos em seu funcionamento consumam aproximadamente 20 minutos; tem-se um montante anual estimado em aproximadamente R\$1.014.679,00.

Ou seja, se aplicado um sistema de controle eficiente na produção que seja capaz de gerenciar os defeitos decorrentes de má qualidade, de montagem ou de matéria-prima, em tempo de fabricação, a firma pode obter uma ótima economia financeira, além de melhorar a utilização de mão-de-obra e recursos produtivos; isto porque o tempo da tomada de decisão a cerca dos defeitos existentes na produção irá diminuir, reduzindo também o número de produtos a serem retrabalhados

3.3 ETAPAS ADOTADAS NA ELABORAÇÃO DA PESQUISA

A definição do tema da pesquisa se deu após observações dos processos de coleta de dados e operações utilizando *softwares* computacionais, em chão de fábrica de uma indústria de manufatura. Após essas observações, foram detectadas possíveis falhas no processo operacional e nas rotinas de coletas no *software*.

Com o objetivo de compreender melhor a gestão de produção e qualidade, foram realizadas revisões de literatura a cerca da caracterização principal do tema da pesquisa, tentando delimitar a atuação para correção das falhas existentes no cenário observado e/ou pesquisado. Como forma de representar as etapas principais da pesquisa e execução do projeto, elaborou-se o cronograma representado na Figura 12.

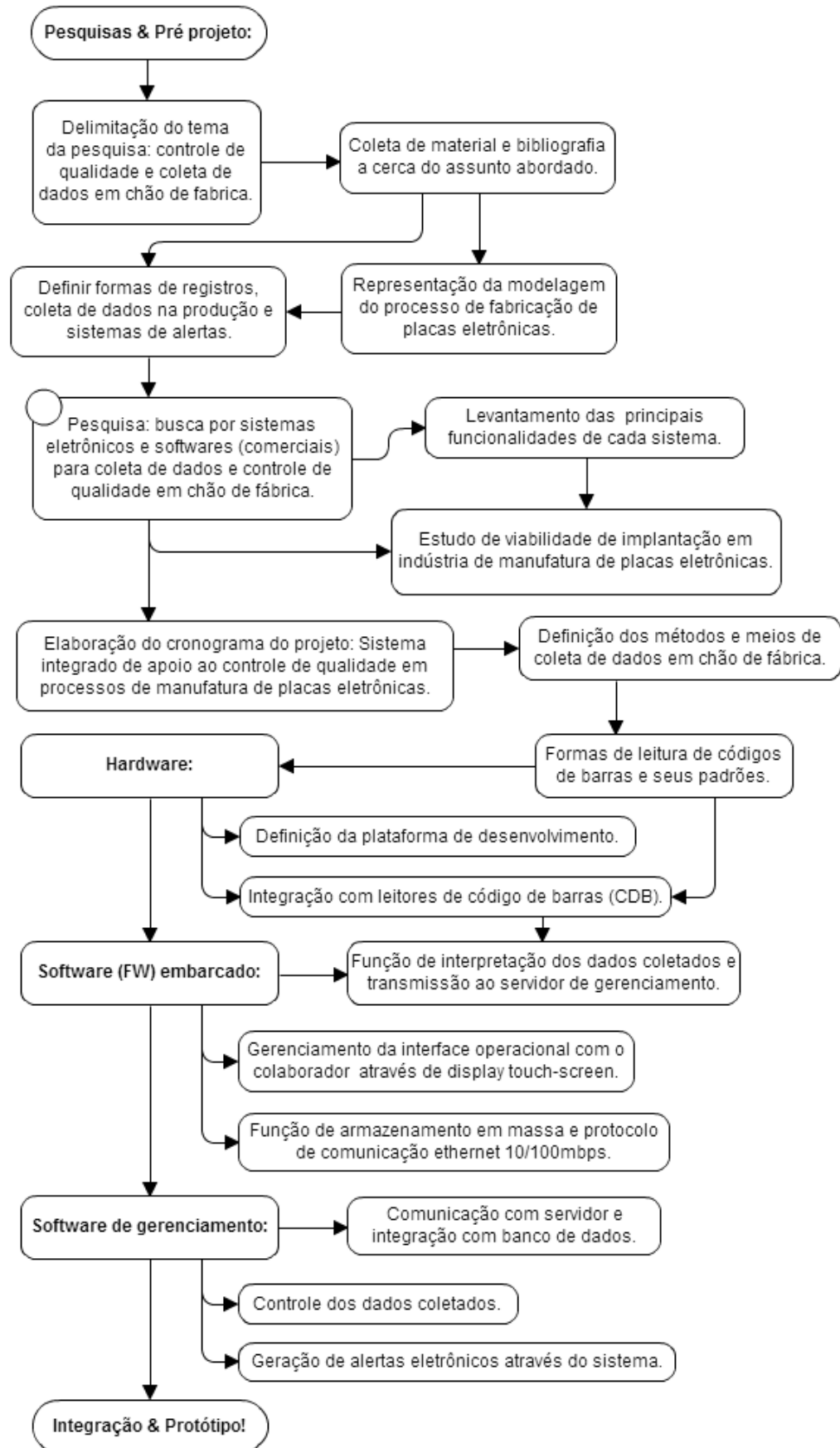


Figura 12: Fluxograma das principais etapas da pesquisa.

Fonte: Autoria própria.

Ao passo que a pesquisa e a leitura bibliográfica foram avançando, foi possível compreender as falhas mais evidentes no processo de produção e na gestão e controle de qualidade na indústria de manufatura. Deste modo o próximo passo foi localizar softwares e recursos comerciais para aperfeiçoamento do processo e correção das falhas detectadas nos processos operacionais e produtivos.

Em virtude da demanda específica não foram localizados softwares comerciais 100% compatíveis com a necessidade exigida para solução de todos os modos de falhas detectados no processo produtivo e no controle de qualidade, deste modo adotou-se a estratégia de elaborar um sistema de gestão visando o apoio ao controle de qualidade em chão de fábrica. Procedeu-se então, com a elaboração de um cronograma de desenvolvimento do respectivo projeto, o qual terá por finalidade o apoio ao controle da qualidade, visando também a agilizar as tomadas de decisões das lideranças e gerentes setoriais da empresa, isto será possível agregando à coleta de dados no chão de fábrica aos sistemas de alertas eletrônicos.

De forma sucinta estrutura-se o sistema em níveis de pesquisas e desenvolvimentos, sendo eles: hardwares, software embarcado e software de gerenciamento. Em primeiro momento preocupou-se em definir como se daria os métodos e meios de coleta dos dados, visando o desenvolvimento de uma estrutura de baixo custo, de fácil operação e robusto para ser empregado no chão de fábrica.

No segundo nível, o desenvolvimento do software embarcado, houve o cuidado de desenvolver uma interface operacional intuitiva, a fim de agilizar a operação por parte dos colaboradores da produção no momento da coleta de dados. Também neste momento, houve a definição de como se daria a transferência de informações entre o terminal de coleta e a estrutura de armazenamento de dados.

No software de gerenciamento, destaca-se a estrutura de armazenamento e controle dos dados coletados, os quais serão registrados em banco de dados. O acesso ocorrerá através de navegadores web, uma vez que o sistema está rodando em aplicação *web-based*. Além de suportar o cadastro e gerenciamento dos produtos em fabricação em tempo real, o sistema terá como funções principais o *feedback* das informações coletadas no que diz respeito ao controle de qualidade e o monitoramento dos dados para geração de alertas eletrônicos.

3.4 FERRAMENTAS DE DESENVOLVIMENTO

Para que o desenvolvimento do sistema de apoio ao controle de qualidade na indústria de manufatura de placas eletrônicas acontecesse de fato, se fez necessário o uso de algumas ferramentas tecnológicas empregadas no desenvolvimento do respectivo projeto. Tais recursos foram utilizados para a elaboração dos diagramas elétricos, programação do software embarcado e do software de gerenciamento, simulação de funcionamento e integrações.

- Cad Soft Eagle – Software utilizado para desenho de diagramas eletrônicos e de roteamento de placas eletrônicas, sua versão de demonstração possui algumas restrições, mas não comprometem os requisitos necessários do projeto.
- PHP – Linguagem de programação com uso dedicado a aplicações web, seus recursos atuam em conjunto com o processamento do servidor sendo capaz de gerenciar conteúdos de forma dinâmica, possibilita fácil integração com arquivos de configurações em estrutura INI e/ou XML (*Extensible Markup Language*).
- Macromedia Dreamwaver – Interface de programação das páginas (telas) do software de gerenciamento, seu uso em conjunto com a linguagem de programação PHP e ferramentas de customização de estilos, se torna uma ferramenta de desenvolvimento rápido.
- Keil uVision 4 – Interface de programação para microprocessadores, usado no desenvolvimento do software embarcado a ser gravado no microprocessador, foi utilizado a versão de distribuição livre com limitação de 32KB no código fonte.
- Apache 2.0 – Aplicativo para execução de serviço *web server*, responsável por gerenciar as solicitações de acessos e execução das páginas (telas) do sistema, haja visto que o sistema funciona em plataforma web. A interface do sistema com o usuário é acessada e/ou gerenciada através de navegadores (*web browser*).
- MySQL 5.6.0 – É um serviço SGBD (Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados), responsável por armazenar e centralizar dados. O gerenciamento dos dados ocorre através de requisições, usando linguagem de “comunicação” SQL (*Structured Query Language*).

Cabe destacar que os softwares utilizados são de distribuição livre (*open-source*), com distribuição livre, mas com restrições em seu funcionamento (*shareware*) ou ainda em distribuição de demonstração (*demo*).

4. SISTEMA INTEGRADO DE APOIO AO CONTROLE DE QUALIDADE EM PROCESSOS DE MANUFATURA DE PLACAS ELETRÔNICAS

Adotando o contexto principal da manufatura enxuta, que é a gestão focada na redução dos desperdícios e melhoria contínua, propôs-se o desenvolvimento do respectivo sistema. Pode-se afirmar que a manufatura enxuta é composta por ferramentas que auxiliam na eliminação de operações, do processo industrial, que não agregam valores aos produtos ou serviços, e implantar ferramentas que valorizem as atividades realizadas.

O conceito da manufatura enxuta foi incorporado no sistema proposto como premissa no desenvolvimento de ferramentas que garantem um produto de maior qualidade final, agilizando a detecção de falhas nos produtos durante o processo de fabricação, apoiando o sistema de gestão de qualidade nas tomadas de decisões, agregando ferramentas de coletas de dados em chão de fábrica para obtenção de um maior controle e rastreabilidade sobre o roteiro produtivo.

Para o desenvolvimento da estação de coleta de dados em chão de fábrica, elemento integrante do sistema considerado neste capítulo, buscou-se garantir a estabilidade nas operações, uma interface de fácil operação e de forma intuitiva visando eliminar ao máximo os ciclos de operação.

4.1 KIT DE DESENVOLVIMENTO NXP LPC1768

Como plataforma de desenvolvimento experimental para o projeto proposto optou-se pelo kit de desenvolvimento LandTiger LPC17XX, em virtude do hardware e recursos fornecidos serem compatíveis com a demanda do sistema, além do baixo custo. Este kit utiliza um microprocessador de 100Mhz ARM Cortex-M3 da *NXP Semiconductors*, modelo LPC1768. Possui ainda saída para display QVGA TFT 3.2" com película *touchscreen*, duas interfaces UART, porta ethernet 10/100Mbps, duas interface USB 2.0 *full speed*, interface SD/MMC card, circuito RTC, interface RS485 e CAN BUS, interface com memória estendida Flash e EEPROM, contando ainda com interfaces para depuração JTAG e ICSP. A seguir, na Figura 13 visualiza-se uma imagem do kit LT LPC1768.



Figura 13: Kit de desenvolvimento LPC1768 com LCD TFT QVGA 3.2”.

Fonte: <http://mbed.org/users/wim/notebook/landtiger-baseboard/>.

Na sequência abordam-se alguns dos principais elementos que compõem esta plataforma de desenvolvimento. No Apêndice A, há um diagrama elétrico exibindo pequenas alterações efetuadas no kit, objetivando uma saída de pulso para comandar o acionamento do leitor de código de barras. Pode-se ainda visualizar nos anexos os diagramas eletrônicos do kit de desenvolvimento.

4.1.1 Microprocessador ARM Cortex-M3 LPC1768 100MHz

O microprocessador da NXP LPC1768 possui 512KB de memória flash e 64KB de memória RAM, operando com *clock* de 100Mhz. O microprocessador utiliza arquitetura Harvard e possui 3 barramentos sendo dois barramentos principais (1 barramento de instrução e outro de transferência de dados), contando ainda com 1 barramento dedicado aos periféricos. Em virtude da quantidade de I/O's existentes em sua estrutura, permite a conexão de vários periféricos, como mencionados anteriormente. Sua estrutura conta ainda com 8 canais ADC de 12-bits e canais DAC de 10-bits e ainda 6 (seis) canais PWM.

No desenvolvimento do projeto, que envolve integração com vários periféricos do kit e também com elementos externos, um item considerável na escolha da plataforma de desenvolvimento foi o *clock* do microprocessador, para

que a execução das interfaces operacionais não fosse carregada lentamente e visando eliminar atrasos das comunicações, no envio e recebimento de informações.

4.1.2 Comunicação Ethernet 10/100Mbps DP83848CVV

O circuito integrado DP83848CVV, fabricado pela National Semiconductor, é um dispositivo de integração da camada física com rede ethernet, possui modo de energia inteligente, ou seja, possui modo de baixo consumo e controle de potência para maximizar o desempenho. Obedece aos protocolos e normativas IEEE 802.3u, e suas rotinas estão baseada em um *clock* de 25Mhz.

A comunicação com os dispositivos controladores (microcontrolador ou processadores) ocorre pela interface MII Serial ou RMII, sua ligação com a rede ethernet irá ocorrer através do conector RJ45 que é conectado aos pinos de saída do semicondutor, e com a interface de gerenciamento dos led's de *link* e atividade do conector RJ45.

4.1.3 Interface SD/MMC Card & USB Host Device

Uma interface útil para o desenvolvimento ora descrito, presente no kit LT LPC17XX é a comunicação com cartão de memória, em formato SD/MMC. O interfaceamento com o cartão de memória ocorre diretamente através da porta de comunicação SPI do microprocessador. Outro aspecto existente na placa de desenvolvimento a destacar-se é a porta de comunicação USB 2.0 *Full Speed*, a qual é gerenciada pelo controlador DMA existente na estrutura do microprocessador: tal porta de comunicação pode funcionar em modo *host device*, possibilitando desta forma a integração do respectivo dispositivo com periféricos como pen-drivers.

4.1.4 Display QVGA TFT 3.2" com touchscreen

Pode-se utilizar como interface visual no kit de desenvolvimento o display QVGA TFT de 3.2 polegadas, com resolução de 320x240 pixels, conectados a uma interface de controle que possui um circuito integrado conversor de níveis de tensão SN74ALVC164245 e um circuito integrado de 3 estados 74LV573PW para conversão dos 8bits de controle do microprocessador em 16bits para a interface do display. O display conta ainda com uma película resistiva, que em conjunto com o controlador ADS7843 torna-o uma interface *touchscreen*. A integração da película

touchscreen juntamente com o display gráfico possibilita desenvolver uma interface de operação mais amigável e interativa.

4.2 PROGRAMAÇÃO EMBARCADA: O FIRMWARE

A programação embarcada necessária no desenvolvimento do projeto, foi efetuada na IDE uVision4, do fabricante Keil. A mesma IDE foi utilizada para depuração dos eventos ocorridos nos momentos dos testes funcionais, a seguir na Figura 14 tem-se uma imagem da interface de programação e depuração uVision 4.

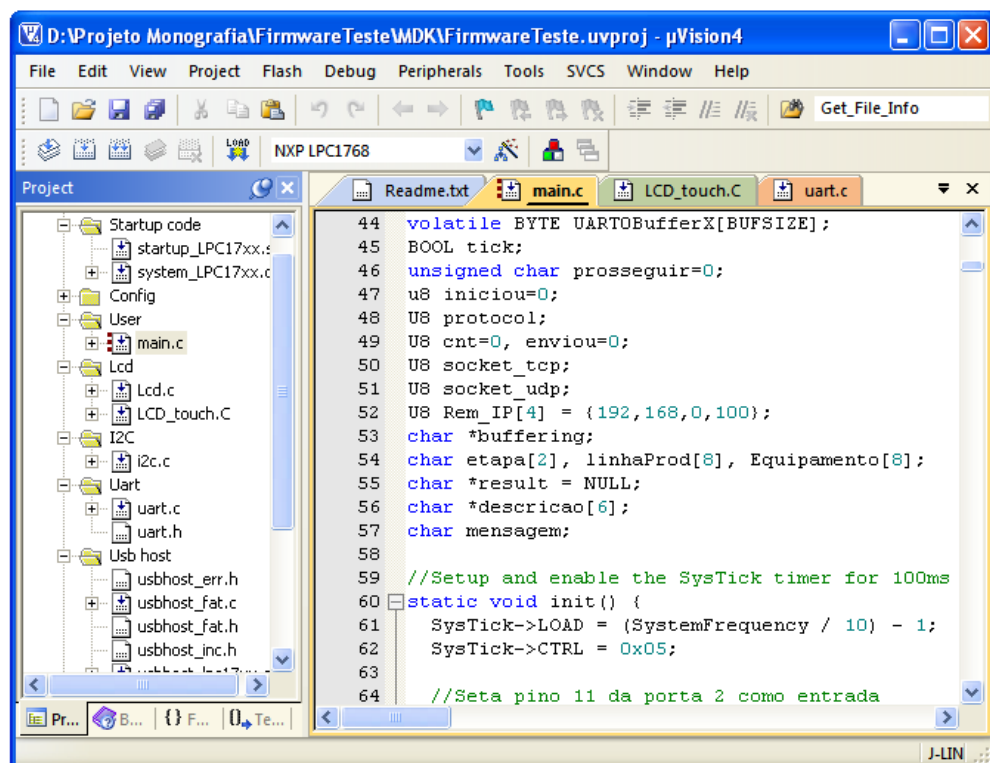


Figura 14: Imagem da interface principal da IDE uVision 4.

Fonte: O próprio autor.

A função principal do firmware possui aproximadamente 900 linhas de código e usa 6 bibliotecas auxiliares, sendo 3 delas obtidas através de pesquisas e contatos efetuados através da internet, ambas de distribuição livre. Para um entendimento geral, a Figura 15 exibe um fluxograma do funcionamento do firmware.

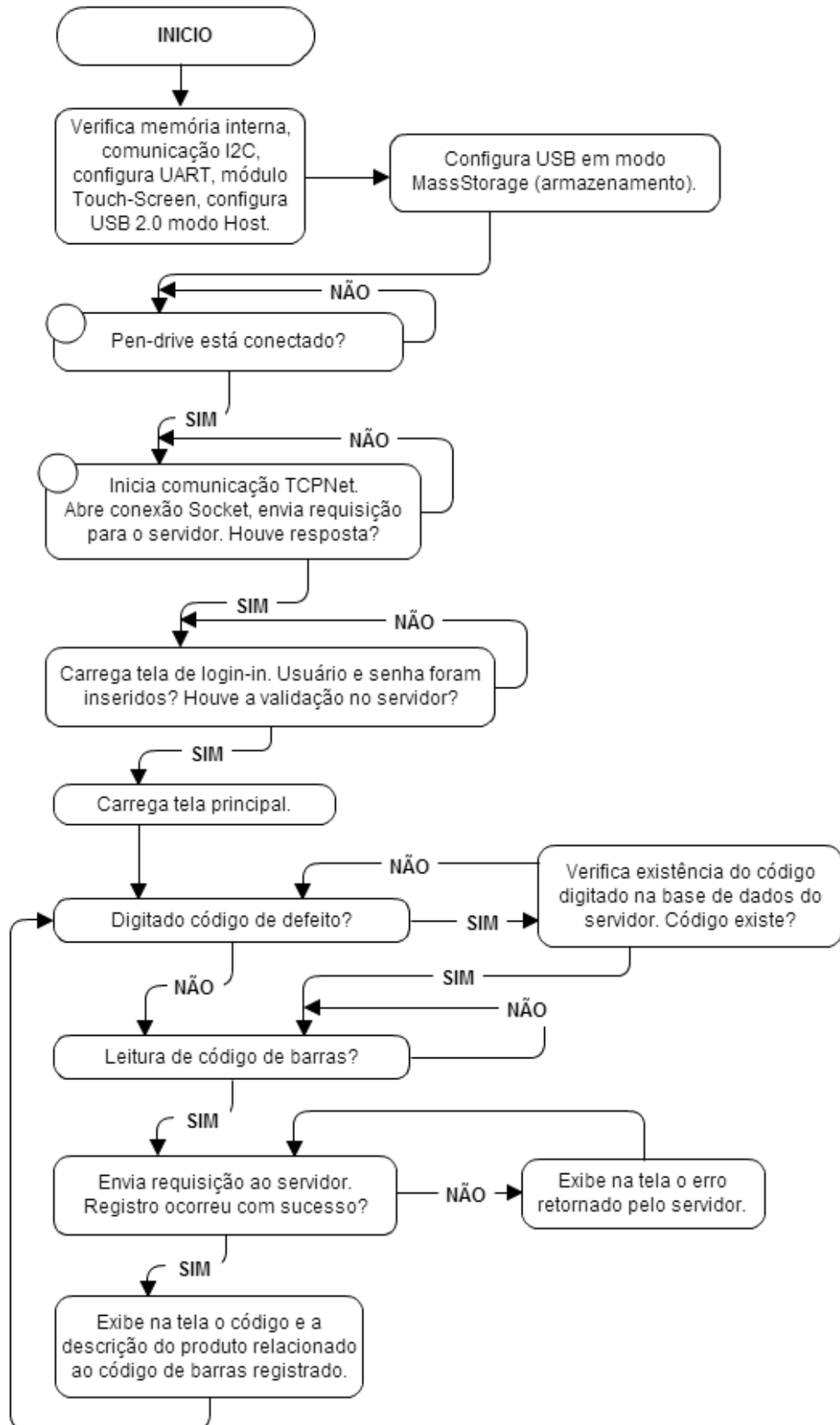


Figura 15: Fluxograma resumido do funcionamento geral do firmware.

Fonte: O próprio autor.

Inicialmente, o software embarcado configura as interfaces de comunicação com o módulo do display TFT 3.2”, posteriormente configura os dados de comunicação e acesso na interface UART que estará conectada ao leitor de código de barras, na sequência configura o modo de operação da porta USB para modo Host Device, verifica se há um pen-drive conectado. Caso contrário fica aguardando até que um dispositivo de armazenamento seja conectado. O uso do pen-drive será para efetuar armazenamento das informações que serão capturadas pelo leitor de código de barras e das respostas enviadas pelo servidor de aplicação.

Na segunda etapa do software embarcado, será efetuada a comunicação com o servidor de aplicação, para validar se a estação de apontamento está devidamente cadastrada no banco de dados, recebendo a resposta irá validá-la e gravar as informações pertinentes na memória interna e no pen-drive. Com a comunicação com o servidor estabelecida, será carregada a tela de acesso ao sistema, para que seja introduzida e validada as credenciais de acesso.

No Quadro 6, há a representação de um trecho do código fonte do software embarcado, o qual foi codificado utilizando linguagem de programação C. O fragmento apresentando é responsável por efetuar a conexão e envio de informações da estação de apontamento com o servidor de aplicação:

```
switch (tcp_get_state(socket_tcp)) {
    case TCP_STATE_FREE:
        tcp_connect (socket_tcp, 192.168.0.100, 80, 0);
        break;
    case TCP_STATE_CONNECT:
        if (tcp_check_send (socket_tcp) == __TRUE) {
            maxlen = tcp_max_dsize (socket_tcp);
            sendbuf = tcp_get_buf(maxlen);
            if(acao == 0) {
                sprintf(sendbuf, "GET /maepconnect/carregar-Infos.php HTTP/1.0\r\n Host:
192.168.0.101\r\n Keep-Alive: 300\r\n Connection: keep-alive\r\n\r\n");
            } else if(acao == 2) {
                sprintf(sendbuf, "GET /maepconnect/consultar-dados.php?acao=logar
&codigo=%s&senha=%s HTTP/1.0\r\n Host: 192.168.0.101\r\n Keep-Alive: 300\r\n
Connection: keep-alive\r\n\r\n", (BYTE *)usuario, (BYTE *)senha);
            } else if(acao == 3) {
                sprintf(sendbuf, "GET /maepconnect/enviar-dados.php?codigo=%s&
defeito=%s&etapa=%s HTTP/1.0\r\n Host: 192.168.0.101\r\n Keep-Alive: 300\r\n
Connection: keep-alive\r\n\r\n", (BYTE *)etiqueta, (BYTE *)codigo, etapa);
            }
            tcp_send (socket_tcp, sendbuf, maxlen);
        }
        break;
}
```

Quadro 6: Fragmento do código fonte do software embarcado.

Fonte: O próprio autor.

4.3 SOFTWARE GERENCIAL: O SISTEMA WEB

Item fundamental na composição do projeto, o software de gerenciamento foi desenvolvido em plataforma web usando linguagem de programação PHP. Como ambiente de desenvolvimento da codificação do software de gerenciamento foi utilizado o aplicativo Macromedia Dreamwaver MX. Na estrutura do software de gerenciamento foi utilizada o MySQL 5.2 como SGBD⁵. Importante ressaltar ainda que, o sistema de geração de alertas utiliza JavaScript em sua programação.

A seguir, na Figura 16 apresenta-se uma imagem da interface de gerenciamento do banco de dados, ainda observa-se as tabelas que o compõem.

Tabela	Ações	Registros	Tipo	Collation	Tamanho	Sobrecarga
<input type="checkbox"/> tb_defeitos		2	InnoDB	latin1_swedish_ci	16.0 KB	-
<input type="checkbox"/> tb_estacoes		2	InnoDB	latin1_swedish_ci	16.0 KB	-
<input type="checkbox"/> tb_etapas		10	InnoDB	latin1_swedish_ci	16.0 KB	-
<input type="checkbox"/> tb_etapas_user		0	InnoDB	latin1_swedish_ci	16.0 KB	-
<input type="checkbox"/> tb_ordens_dep		3	InnoDB	latin1_swedish_ci	16.0 KB	-
<input type="checkbox"/> tb_produtos		3	InnoDB	latin1_swedish_ci	16.0 KB	-
<input type="checkbox"/> tb_registros		12	InnoDB	latin1_swedish_ci	16.0 KB	-
<input type="checkbox"/> tb_rotatorios		1	InnoDB	latin1_swedish_ci	16.0 KB	-
<input type="checkbox"/> tb_rotatorios_reg		2	InnoDB	latin1_swedish_ci	16.0 KB	-
<input type="checkbox"/> tb_usuarios		3	InnoDB	latin1_swedish_ci	16.0 KB	-
10 tabela(s) Soma		38	MyISAM	utf8_general_ci	160.0 KB	0 Bytes

Figura 16: Imagem das tabelas que compõem o banco de dados.

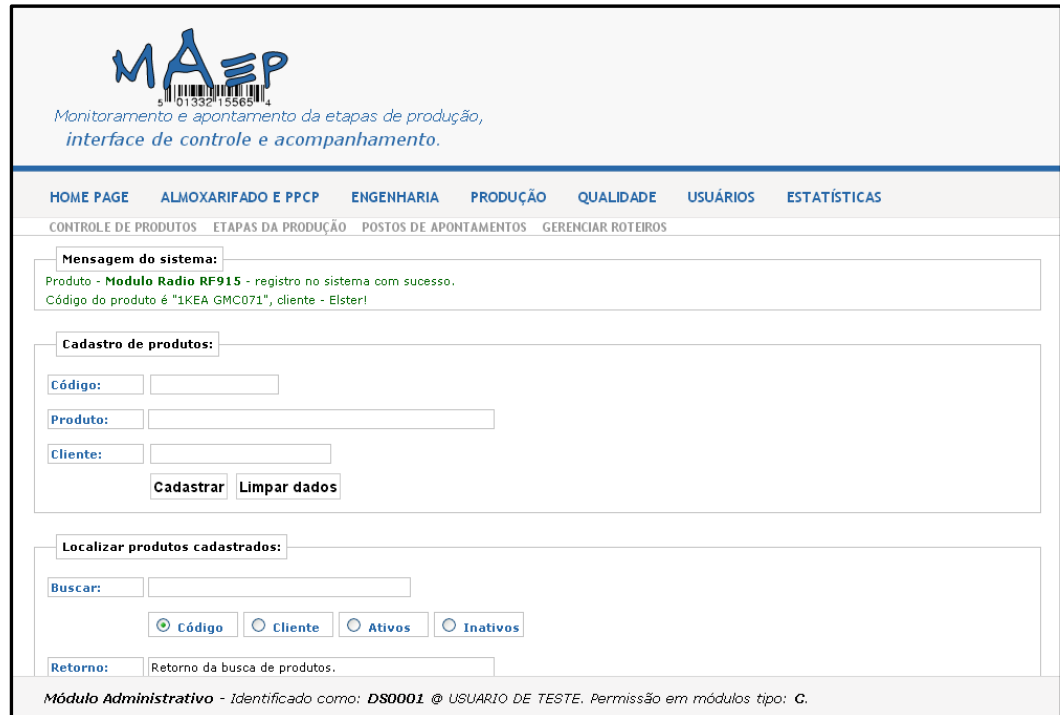
Fonte: O próprio autor.

Na estrutura do banco de dados do software gerencial, foi adotada a utilização de 9 tabelas para relação de usuários do sistema, gerenciamento de produtos, ordens de produção, estações de produção, etapas da produção, código de defeitos, roteiros produtivos e registro de rastreabilidade e apontamento.

Importante destacar que em virtude da limitação de alocação de registros no banco de dados, existiram duas tabelas de armazenamento de registros de

⁵ Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados.

rastreabilidade e apontamento, estarão relacionadas entre si. Isso se faz necessário pela demanda de espaço físico no servidor e pela preservação dos dados coletados. Apresenta-se na Figura 17 a imagem da interface de gerenciamento WEB.



MAEP
 Monitoramento e apontamento da etapas de produção,
 interface de controle e acompanhamento.

HOME PAGE ALMOXARIFADO E PPCP ENGENHARIA PRODUÇÃO QUALIDADE USUÁRIOS ESTATÍSTICAS

CONTROLE DE PRODUTOS ETAPAS DA PRODUÇÃO POSTOS DE APONTAMENTOS GERENCIAR ROTEIROS

Mensagem do sistema:
 Produto - **Modulo Radio RF915** - registro no sistema com sucesso.
 Código do produto é "IKEA GMC071", cliente - Elster!

Cadastro de produtos:

Código:

Produto:

Cliente:

Cadastrar Limpar dados

Localizar produtos cadastrados:

Buscar:

Código Cliente Ativos Inativos

Retorno: Retorno da busca de produtos.

Módulo Administrativo - Identificado como: DS0001 @ USUARIO DE TESTE. Permissão em módulos tipo: G.

Figura 17: Imagem da interface de gerenciamento WEB.

Fonte: O próprio autor.

O software gerencial, é composto por 5 módulos e tem funções essenciais como controle de produtos, etapas de produção, estações (equipamentos) de apontamento, gerenciamento de ordens de produção, cadastramento de roteiro (fluxo de produção), gestão dos defeitos de qualidade possíveis no processo de produção, geração de alertas eletrônicos, geração de relatórios e acompanhamento de produção e qualidade através de indicadores e gráficos.

5. PROTÓTIPO E OPERAÇÃO DO SISTEMA INTEGRADO

Para elaboração do protótipo do sistema integrado e confirmação do funcionamento do projeto, foi elaborado um ambiente de teste. Composto por, um microcomputador simulando as atividades do servidor de aplicação, um notebook simulando as atividades de acesso dos líderes, gestores e supervisores de produção; além de um roteador wireless e a estação de apontamento (kit de desenvolvimento integrado ao leitor de código de barras).

Na imagem da Figura 18, há um diagrama exemplificando a estrutura de rede adotada durante os testes e simulações do funcionamento do sistema.



Figura 18: Diagrama da rede intranet adotada no ambiente de teste.

Fonte: O próprio autor.

No servidor de aplicação, é executado um aplicativo de serviços web, conhecido como Apache 2.2 Web Server, integrado ao serviço de banco de dados MySQL 5.2. No diretório padrão do Apache, foi configurado o carregamento os arquivos da pasta “*maepclient*” que possui as páginas PHP do software gerencial, quando o acesso ocorrer através de microcomputadores, neste protótipo quando for acessado pelo computador que simulará o acesso dos líderes, gestores, supervisores de produção e técnicos de qualidade. Quando uma estação de apontamento efetuar uma conexão com o servidor, o Apache Web Server irá redirecionar sua chamada a pasta “*maepconnect*” que possui os scripts que irão efetuar as consultas, inclusões e exclusões de dados diretamente no SGBD.

5.1.1 Acessando o sistema via WEB

Com toda a estrutura de rede já previamente definida e em funcionamento, pode-se efetuar o acesso ao servidor de aplicações pelo *browser* do microcomputador, acessando o endereço <http://192.168.0.100/maepclient>. A tela principal do sistema será apresentada, necessitando que o operador que deseja efetuar as ações introduza seus dados de acesso (usuário e senha). Também é necessário selecionar o modo de acesso que se deseja: engenharia e controle (pcp), gestores e líderes, e/ou administradores. Em seguida, se as credenciais introduzidas forem validadas serão exibidos os módulos de acesso correspondentes ao nível de operação que se aplica ao usuário.

5.1.2 Operando o sistema WEB – módulo engenharia

O usuário que efetuar o acesso ao sistema neste módulo poderá efetuar o cadastro, edição e exclusão de produtos, das etapas da produção, das estações de apontamento (coleta de dados) e gerenciamento dos roteiros produtivos. Para que possamos ter um processo produtivo, obviamente que deveremos ter cadastrados no sistema o(s) produto(s), as etapas da produção e o roteiro a ser seguido no processo produtivo, veja na Figura 19 a tela de cadastro de roteiros.

MAEP
5 01332 12565 4
Monitoramento e apontamento da etapas de produção,
interface de controle e acompanhamento.

HOME PAGE ALMOXARIFADO E PPCP ENGENHARIA PRODUÇÃO QUALIDADE USUÁRIOS ESTATÍSTICAS

CONTROLE DE PRODUTOS ETAPAS DA PRODUÇÃO POSTOS DE APONTAMENTOS GERENCIAR ROTEIROS

Mensagem do sistema:
Efetue o gerenciamento dos roteiros, efetuando novos cadastros e/ou edições de roteiros existentes.
Para localizar um roteiro a ser editado utilize o formulário de busca, havendo retorno, selecione o registro desejado.

Cadastro de roteiros:

Referência: ROT0002

Código produto: 1KEA GMP08-001

Produto: PI Eletr de Cond de Sinal RF

Nome do roteiro: Produção Enxuta + Kaizen

Roteiro:
 @ Inserção THT
 @ Pós composição
 @ Teste gravação
 @ Teste funcional
 @ Embalagem

Etapas da produção: Embalagem

Módulo Administrativo - Identificado como: DS0001 @ USUARIO DE TESTE. Permissão em módulos tipo: C.

Figura 19: Imagem da tela de cadastro de roteiros.

Fonte: O próprio autor.

Para que o sistema integrado possa operar em chão de fábrica, é necessário ainda cadastrar as estações de apontamento também denominadas como estações de coleta de dados. E que deverão estar posicionada em todas as etapas do processo produtivo, sendo cada estação cadastrada à etapa produtiva deverá ser efetivamente daquele posto de trabalho. Exemplo, estação de trabalho EDA0001 (Est FCT L1) deverá estar posicionada no posto de trabalho teste funcional conforme o cadastro efetuado, o que pode ser observado na Figura 20 .

The screenshot displays the MAEP (Monitoramento e apontamento da etapas de produção, interface de controle e acompanhamento) web application. The interface includes a navigation menu with options like HOME PAGE, ALMOXARIFADO E PPCP, ENGENHARIA, PRODUÇÃO, QUALIDADE, USUÁRIOS, and ESTATÍSTICAS. Below the menu, there are sub-menus for CONTROLE DE PRODUTOS, ETAPAS DA PRODUÇÃO, POSTOS DE APONTAMENTOS, and GERENCIAR ROTEIROS. A system message box indicates a successful registration for station 'Est FCT L1' with code 'EDA0001' and IP '192.168.0.101'. The main form, titled 'Cadastro estação de apontamento:', contains fields for 'Código' (EDA0001), 'Identificação' (Est FCT L1), 'Etapa vinculada' (Teste funcional), 'Etapa p/ reparo' (Retrabalho), and 'I. P.' (192.168.0.101). There are 'Cadastrar' and 'Limpar dados' buttons. At the bottom, there is a 'Localizar estações de apontamento:' section with a 'Buscar:' field. The footer shows 'Módulo Administrativo - Identificado como: DS0001 @ USUARIO DE TESTE. Permissão em módulos tipo: G.'

Figura 20: Imagem da tela de cadastro de estação de apontamento.

Fonte: O próprio autor.

5.1.3 Operando o sistema WEB – módulo controle da produção

Para que o processo de produção se inicie, ainda será necessário que o colaborador responsável pelo departamento de PCP acesse o sistema e efetue a liberação ou cadastro da ordem de produção, selecionando o produto a ser fabricado e inserindo a quantidade total (ou parcial) da ordem de compra.

Também será necessário liberar a sequência de etiquetas de código de barras que serão afixadas nos produtos para que sejam usadas durante a rastreabilidade e coleta de dados na produção, na Figura 21 tem-se a imagem de

uma placa eletrônica com uma etiqueta de código de barras que será usada durante o processo de apontamento (coleta de dados em chão de fábrica).

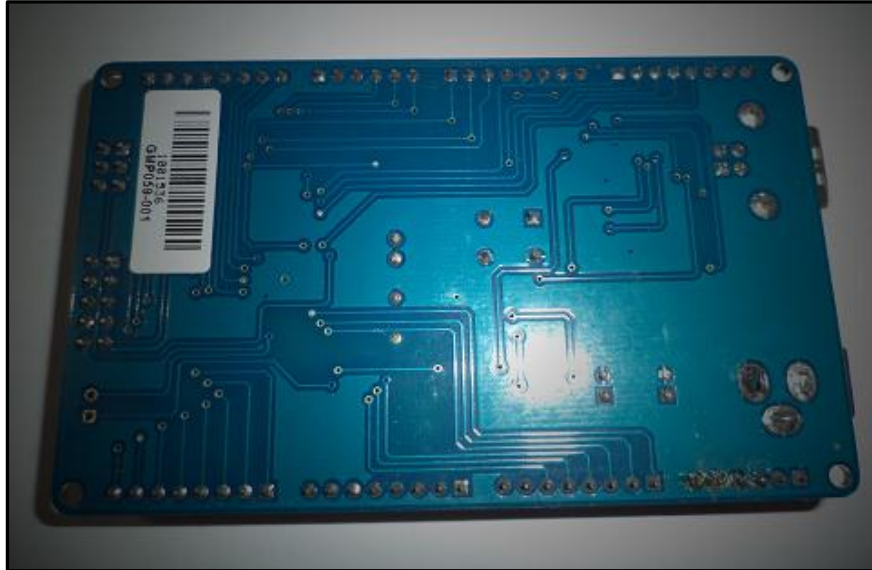


Figura 21: Imagem de uma etiqueta na parte inferior de uma placa eletrônica.

Fonte: O próprio autor.

5.1.4 Operando o sistema WEB – módulo controle de qualidade

Os técnicos do controle de qualidade poderão acessar 2 (dois) módulos distintos, o de gerenciamento e o de acompanhamento. O módulo de gerenciamento permite o controle dos códigos de defeitos e atribuições (reparo ou descarte), poderão acessar ao módulo de bloqueio de produção; que pode ser usado para impedir o prosseguimento de um processo de fabricação em andamento, quando for detectado um erro ou falha que necessite de uma ação imediata.

O módulo de acompanhamento denominado alerta hora-a-hora permite o monitoramento da produção em tempo real, separado por hora de fabricação e exibe instantaneamente a quantidade de erros e falhas registradas no sistema, permitindo ao técnico do CQ⁶ a tomada de ação mais rapidamente. Há ainda o módulo de acompanhamento através da geração de gráficos, que possibilita a visualização dos índices produtivos, de defeitos, dos principais modos de falhas em forma de gráfico diário, semanal ou mensal, na Figura 22 observa-se a tela de geração de gráficos.

⁶ Controle de Qualidade.

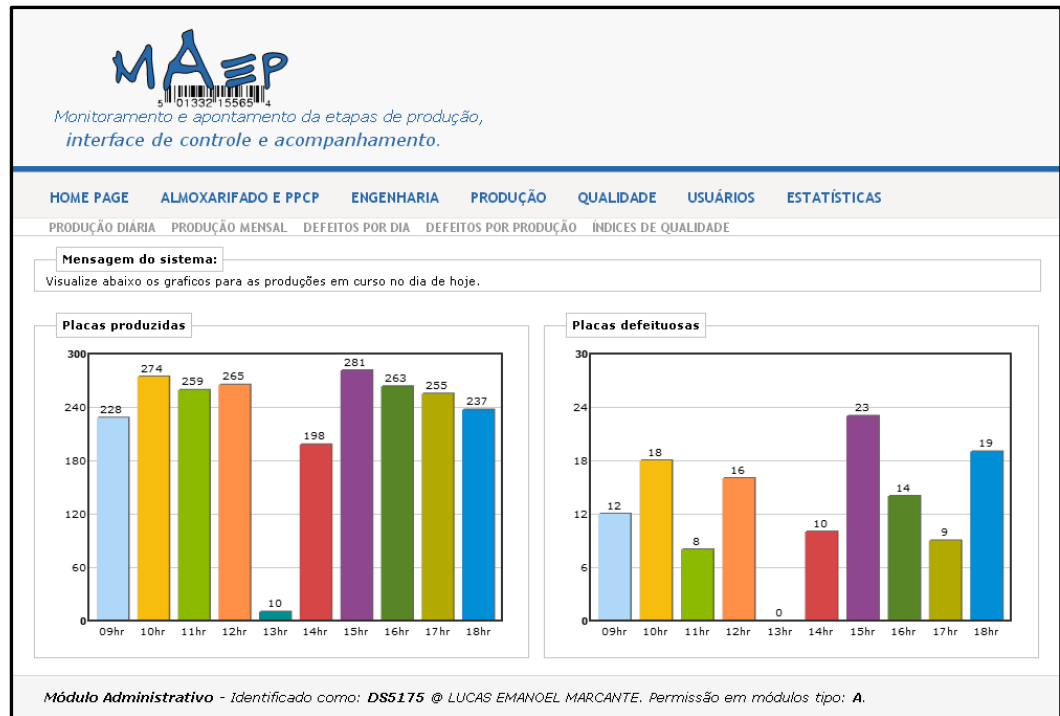


Figura 22: Gráficos – placas produzida X placas defeituosas.

Fonte: O próprio autor.

5.1.5 Estação de coleta de dados em chão de fábrica

Ferramenta de chão de fábrica para coleta de dados, a estação de apontamento efetuará o registro da produção no servidor de aplicação. Isso será possível através da leitura do código de barras da placa ou do produto em processo de fabricação, com o uso de um leitor de código de barras que equipa a estação de apontamento, os dados posteriormente serão submetidos ao servidor através da conexão ethernet estabelecida entre a estação e o serviço SGBD do servidor.

Os primeiros passos para operar a estação de coleta de dados são: ligar o equipamento e aguardar a mensagem de introdução do pen-drive, como se verifica na Figura 23. Após introduzir o dispositivo na entrada USB, o sistema irá procederá com as rotinas de geração de arquivos e do ponto de recuperação.



Figura 23: Foto do protótipo da estação de apontamento.

Fonte: O próprio autor.

Em seguida a estação de apontamento irá validar o IP (Internet Protocol) que lhe foi atribuído, enviando uma requisição ao servidor. O servidor irá receber essa requisição e validá-la, para verificar as configurações da estação de apontamento e conferir se a mesma está cadastrada na base de dados do servidor. Se nenhum erro ocorrer, a tela de login será exibida, conforme Figura 24, requisitando que o colaborador insira os dados de acesso (usuário e senha).

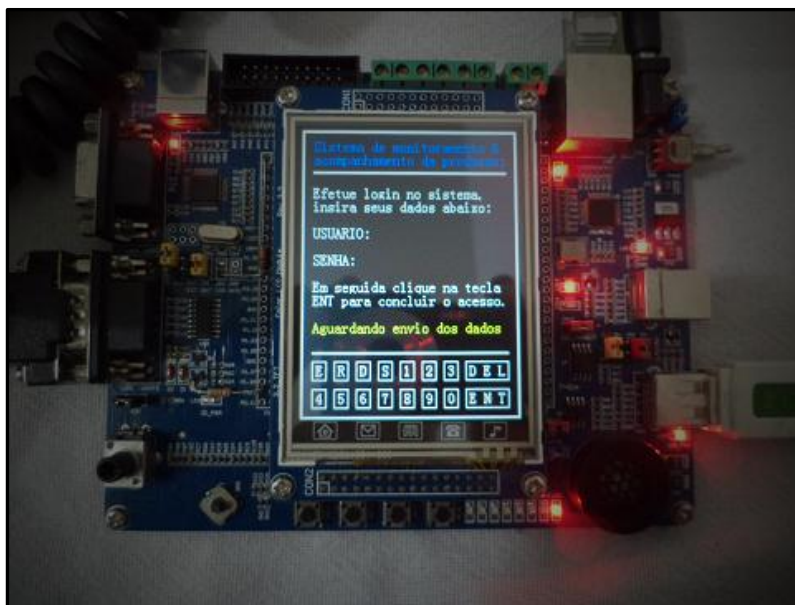


Figura 24: Foto exibindo o display TFT 3.2" com a tela de login.

Fonte: O próprio autor.

Após validação dos dados do colaborador no servidor, a tela principal do sistema será exibida, a partir deste momento o modo de operação automático do dispositivo entra em funcionamento, ou seja, a cada quinhentos milissegundos (500ms) o leitor de código de barras será acionado automaticamente. Para efetuar o apontamento das placas eletrônicas, basta inserir a placa com a etiqueta de código de barras, abaixo do feixe luminoso emitido pelo leitor de código de barras.

Depois de efetuada a leitura do código de barras, o sistema irá efetuar uma requisição ao servidor, para validar se a composição da etiqueta é válida, se a ordem de produção está em aberto, se o produto (placa eletrônica) foi corretamente registrado no posto de trabalho anterior (na estação de apontamento do posto de trabalho anterior), se o produto possui alguma atribuição de defeito ou descarte.

O código da etiqueta será introduzido no banco de dados se a requisição for aceita; e em seguida o código do produto e a descrição do produto relacionado com o código da etiqueta inserido no sistema serão exibidos na tela da estação de apontamento, na cor verde, conforme Figura 25. Se ocorrer um erro na validação da etiqueta ou no processo de inserção no banco de dados a mensagem de erro, em vermelho, será exibida na tela da estação de apontamento.

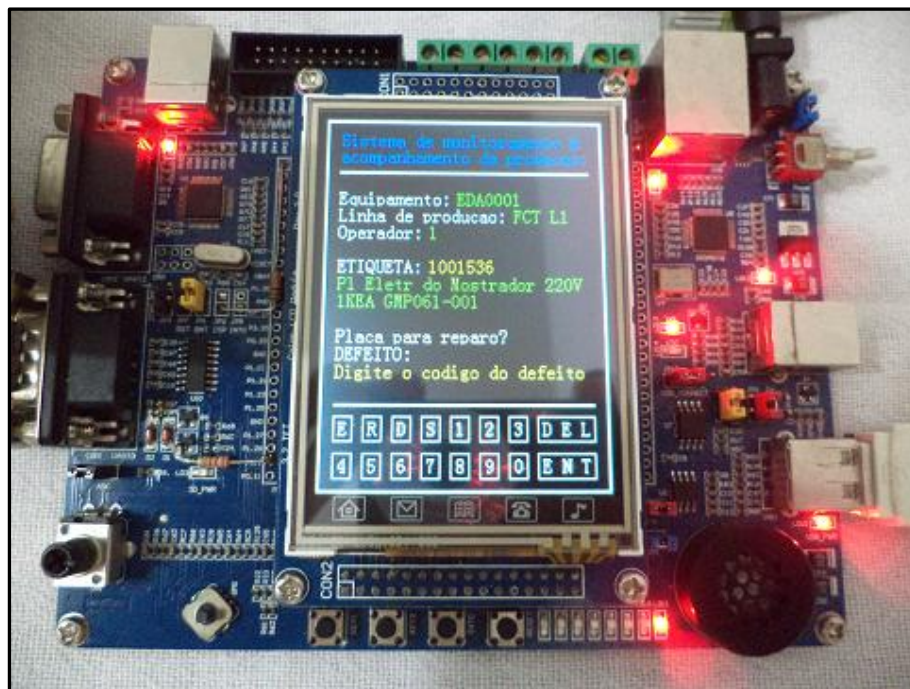


Figura 25: Tela de sucesso na inclusão de registro do apontamento.

Fonte: O próprio autor.

Havendo necessidade de atrelar um defeito ou descarte a um produto em fabricação, é necessário que o operador digite o código de defeito através do teclado virtual e em seguida toque sobre a tecla ENT. Neste momento, a estação de apontamento irá enviar uma requisição ao servidor para verificar a existência do código de defeito (ou descarte) digitado. A validação ocorrendo com sucesso, será exibida uma mensagem com a descrição para o código de defeito digitado, a Figura 26 ilustra a descrição para o defeito de código ER0002, caso o defeito digitado não exista no banco de dados uma mensagem de “defeito não localizado” será exibida.

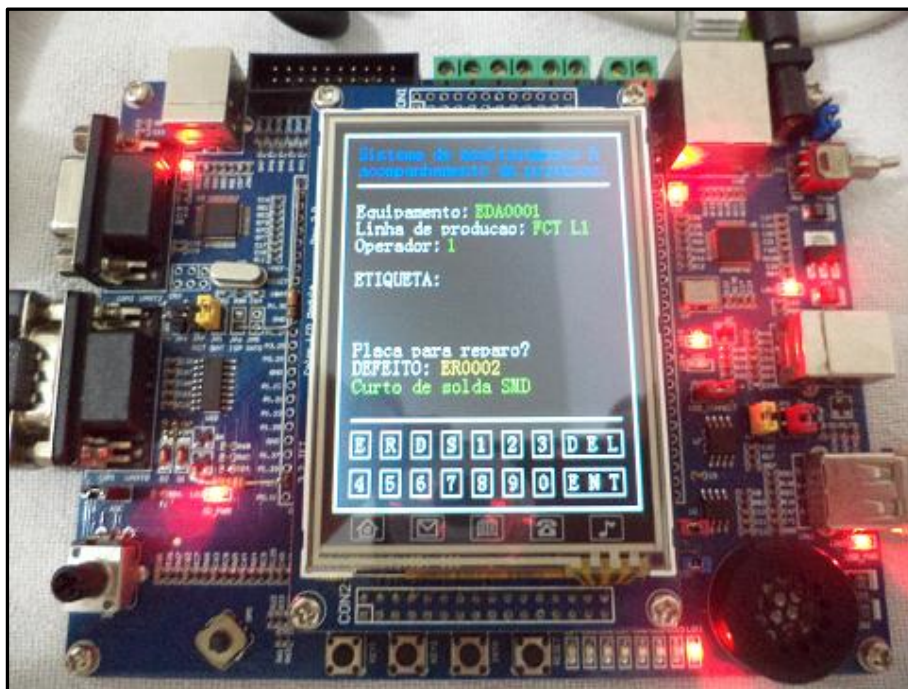


Figura 26: Descrição do código de defeito ER0002.

Fonte: O próprio autor.

Após confirmar que a descrição do defeito digitado é a que deseja registrar ao produto que esta sendo fabricado, basta efetuar a leitura da etiqueta de código de barras de rastreabilidade da placa eletrônica. Em seguida uma mensagem em verde será exibida “produto direcionado ao posto de Retrabalho” caso o código digitado seja código de defeito, se tiver sido digitado um código de descarte a mensagem a ser exibida será “produto direcionado a área de Descartes”.

O produto que tiver qualquer registro de defeito, e que conseqüentemente for direcionado a etapa de retrabalho pertinente a sua linha de produção; só poderá seguir o roteiro produtivo estabelecido após ser consertado/reparado. Após o reparo,

o produto deverá retornar a etapa da produção na qual foi registrado o defeito a fim de constatar que houve o devido conserto, não sendo constatada a presença de mais nenhum defeito, o produto deverá ser novamente registrado na estação de apontamento para que possa seguir o roteiro produtivo estabelecido, assim sendo o produto poderá ser liberado ao posto de trabalho seguinte.

Na Figura 27, observa-se uma imagem que mostra os registros de rastreabilidade inseridos no banco de dados do sistema. Podemos observar que o produto com a etiqueta de código de barras de número 1001536 foi registrada na etapa de preparação (etapa 1) as 23:34 do dia 21/02/2013 sendo ainda registrada na etapa de testes funcionais (etapa 8) as 23:40 do mesmo dia; em ambas as ocorrências as operações foram realizadas com sucesso. Pode-se ainda observar que o produto com a etiqueta de código de barras da rastreabilidade sob número 1001563, passou por ambas as etapas do seu roteiro produtivo; contudo na etapa de teste funcional foi registrada uma ocorrência de defeito sob o código ER0002.

Operações resultantes das consultas

[Visualização para impressão](#)
[Ver impressão \(com textos completos\)](#)
[Exportar](#)

Mostrar: 30 colunas começando de 0

no modo horizontal e repetindo cabeçalhos após 100 células

Ordenar pela chave: Nenhum [Executar](#)

	id	codigo	etapa	ip	produto	ordemp	datahora	situacao
<input type="checkbox"/>	1	1001536	1	127.0.0.1	1	1	2013-02-21 23:34:18	
<input type="checkbox"/>	3	1001536	8	192.168.0.101	1	1	2013-02-21 23:40:37	
<input type="checkbox"/>	4	1001563	1	127.0.0.1	1	1	2013-02-21 23:46:45	
<input type="checkbox"/>	5	1001563	8	192.168.0.101	1	1	2013-02-22 00:15:44	ER0002

[Marcar todos](#) / [Desmarcar todos](#) Com marcados:
 [✎](#) [✖](#) [📄](#)

Mostrar: 30 colunas começando de 0

no modo horizontal e repetindo cabeçalhos após 100 células

Figura 27: Imagem exibido registros de rastreabilidade de produtos.

Fonte: O próprio autor.

Estes registros introduzidos no banco de dados no momento da rastreabilidade em chão de fabrica serão utilizados pelo sistema nas gerações de gráficos, relatórios e alertas diários, e que em qualquer situação servirão para auxiliar as lideranças da empresa nas tomadas de decisão, no controle da produção e principalmente no controle de qualidade dos produtos fabricados.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No cenário atual cada vez mais competitivo, a automação industrial deixou de ter foco somente em economias, redução de custos e mão-de-obra; passou a ter “olhares” diferenciados à produção industrializada, contribuindo na produtividade, confiabilidade de processos e controle de qualidade dos produtos.

Dentro das expectativas e objetivos do desenvolvimento do sistema integrado de apoio ao controle de qualidade em processos de manufaturas de placas eletrônicas, pode-se afirmar que os resultados obtidos foram satisfatórios. Porém, durante o desenvolvimento deste projeto inúmeras dificuldades surgiram fazendo com que houvesse um esforço maior em busca de referências bibliográficas e de soluções previamente estabelecidas.

É sensato citar que, diferente do que havia sido idealizado inicialmente na formulação da proposta desta monografia não adotou-se o uso de microcontrolador da família Atmega, também não houve o desenvolvimento da interface de comunicação com o leitor de código de barras. Isso se deu ao fato de que, muito embora fosse melhor efetuar um desenvolvimento próprio de hardware optou-se pela compra de uma plataforma de desenvolvimento (em virtude de tempo, prazos e fatores particulares). O qual usa um microprocessador ARM e já possui uma interface serial, possibilitando a conexão direta com o leitor de código de barras.

Ao passo que não houve necessidade em desenvolver um hardware específico para o projeto, houve a necessidade de ir à busca de material de estudos a respeito de programação de microprocessadores ARM e compiladores. Se não a principal, mas a dificuldade que demandou mais tempo para ser superada foi detectada no momento de efetuar a programação das funções do firmware responsável por efetuar a comunicação do microprocessador com o módulo de ethernet e posteriormente com o servidor web, dificuldade essas que impedia o correto funcionamento do envio dos pacotes de requisições e de respostas.

Essa dificuldade foi superada após realização de pesquisas na internet, aonde encontrou-se códigos fontes, de distribuição gratuita, com bibliotecas e funções previamente estabelecidas para comunicação TCP/IP.

Os objetivos específicos deste projeto foram atingidos, haja vista que o desenvolvimento do sistema proposto foi executado e seus resultados foram obtidos com sucesso. Dentre os principais resultados pode-se citar:

- A representação e utilização de princípios de manufatura enxuta nos processos de fabricação de placas eletrônicas. Através da utilização do sistema de apoio, pode-se obter redução de custo de fabricação, desperdícios de materiais e mão-de-obra, além de agregar valor e qualidade ao produto fabricado.
- Implementação de software embarcado para interpretação dos dados coletados pelo leitor de código de barras e transmissão dos dados através da rede ethernet (intranet) ao servidor WEB. Apesar das dificuldades encontradas no desenvolvimento da rotina de comunicação com o servidor, com pesquisas pela internet foi obtida uma biblioteca de terceiros que se adequou perfeitamente ao projeto. A aquisição dos dados do leitor de código de barras ocorreu normalmente através da implementação de uma interrupção UART.
- Definição de servidor web e de um sistema de gerenciamento de banco de dados para armazenar os dados coletados. Através da escolha do sistema de gestão de banco de dados (SGBD) e do serviço Apache Web-Server, este requisito foi atendido.
- Programação de um sistema de gerenciamento através da WEB. Conforme descrições no item 4.3 e 5.1 o desenvolvimento do sistema WEB ocorreu conforme o idealizado, dentro do contexto de demanda para integração com o servidor e as estações de coleta.

Apesar do contexto satisfatório na obtenção dos resultados, certamente projetos semelhantes a este, e/ou como uma continuação do mesmo, podem ser melhorados. Sugestão de seguir a evolução dos recursos tecnológicos, com o uso de módulos ethernet wireless, também como sugestão de melhorias pode-se adotar o uso de etiquetas e leitores de código de barras bidimensional (2D) ou ainda introduzir novas tecnologias com o uso de leitores e etiquetas RFID (*radio frequency identification*). Em continuidade do projeto, certamente algumas correções no *software* embarcado (firmware) e no *software* WEB (gerencial) terão que ser executadas, sugere-se a elaboração de um manual de operação do sistema.

7. REFERÊNCIAS

RUGGED AND MOBILE. 2009. Acesso em 22 de Agosto de 2012, em **A Practical Barcode Introduction**: <http://www.ruggedandmobile.com/Articles/Understanding-Barcodes.pdf>.

EAN/GS1 BRASIL. 2012. Acesso em 3 de Setembro de 2012, disponível em **Associação Brasileira de Automação**: <http://www.eanbrasil.org.br>.

ARNOLD, T. J. Tradução: Celso Rimoli; Lenita R. Esteves. In: **Administração de materiais: uma introdução**. São Paulo: Atlas, 1999. 522p.

BEAL, A. **Segurança da informação: princípios e as melhores práticas para a proteção dos ativos de informações nas organizações**. São Paulo: Atlas, 2008.

BISSOLI, P. R. L. 2006. **Proposta de Metodologia para Aplicação do Conceito de Manufatura Enxuta em uma Empresa do Ramo Eletroeletrônico**. Acesso em 14 de Agosto de 2012, disponível em <http://www.unimep.br/phpg/bibdig/pdfs/2006/LCHJBKWTWLIP.pdf>.

BLACK, J. T. **O projeto da fábrica com futuro**. Porto Alegre: Bookman, 1998.

CERQUINHO, F. Z. **Ética e qualidade nas empresas**. Departamento de Engenharia de Produção, Escola Politécnica da USP, São Paulo, 1994.

CROSBY, P. B. Tradução: Áurea Weisenberg. In: **Qualidade é investimento**. Rio de Janeiro: José Olympio, 1986.

DAVIS, M. M., AQUILANO, N. J., & CHASE, R. B. **Fundamentos da administração da produção**. 3ª ed. Porto Alegre: Editora Bookman, 2001.

FREITAS, H. **Informação e decisão: sistemas de apoio e seu impacto**. Porto Alegre: Editora Ortiz, 1997.

GARVIN, D. A. **What does product quality really mean. Sloan management review.** USA: Fall, 1984.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** São Paulo: Atlas, 1991.

ISHIKAWA, K. **Controle de qualidade total: à maneira Japonesa.** Rio de Janeiro: Editora Campus, 1993.

JURAN, J. M. **Controle de qualidade.** São Paulo: Makron Books, 1992.

LAUDON, K. C.; LAUDON, J. P. **Sistemas de informação com Internet.** Rio de Janeiro: Editora LTC, 1999.

LAUDON, K. C.; LAUDON, J. P. **Sistemas de informação.** Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1999.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. **Administração da produção.** 1ª ed. São Paulo: Saraiva, 1998.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. **Administração da produção.** São Paulo: Editora Saraiva, 2002.

MICHEL, R.; FOGLIATTO, F. S. (Abril de 2002). **Gestão & Produção. Projeto econômico de cartas adaptativas para monitoramento de processos.** Vol. 9 (n. 1), pp. 17-31.

OHNO, T. **O sistema Toyota de produção.** Porto Alegre: Editora Bookman, 1997.

OISHI, M. **TIPS: técnicas integradas na produção e serviços.** São Paulo: Editora Pioneira, 1995.

PALADINI, E. P. **Qualidade total na prática.** 2ª ed. São Paulo: Atlas, 1997.

PEROTTONI, R., OLIVEIRA, M., LUCIANO, E. M., & FREITAS, H. (2001). **Sistemas de informações: um estudo comparativo das características tradicionais às atuais.** v. 7(n. 3), p. 15.

PORTER, M. E. **Estratégia competitiva: Técnicas para análise de indústrias e da concorrência.** 7ª ed. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1997.

RODRIGUES, I. A. **Implementação de técnicas da produção enxuta numa empresa de manufatura contratada do setor eletroeletrônico.** Dissertação de mestrado, Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte - MG.

ROSINI, A. M. **Administração de sistemas de informação e a gestão do conhecimento.** São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003.

SILVA, E.; MENEZES, E. **Metodologia da pesquisa e elaboração da dissertação.** 4ª edição. Florianópolis: UFSC, 2005. 138p.

SILVA JR, O. F. **Fundamentos de sistemas de informação.** Acesso em 31 de Agosto de 2012, disponível em Glauco Oliveira Site: <http://glauco.net.br/glauconet/si/FundamentosSI.pdf>

SLACK, N. **Vantagem competitiva em manufatura.** São Paulo: Atlas, 1993.

SLACK, N. **Administração da produção.** São Paulo: Atlas, 1997.

SLACK, N., CHAMBERS, S., & JOHNSTON, R. Tradução: Maria T. Correa de Oliveira, Fábio Alher. **Administração da produção.** São Paulo: Atlas, 2002. 747p.

SMALLEY, A. 2005. **TPM at the Heart of Lean.** Acesso em 11 de Abril de 2012, disponível em *Lean Enterprise Institute*: <http://www.lean.org/common/display/?o=101>

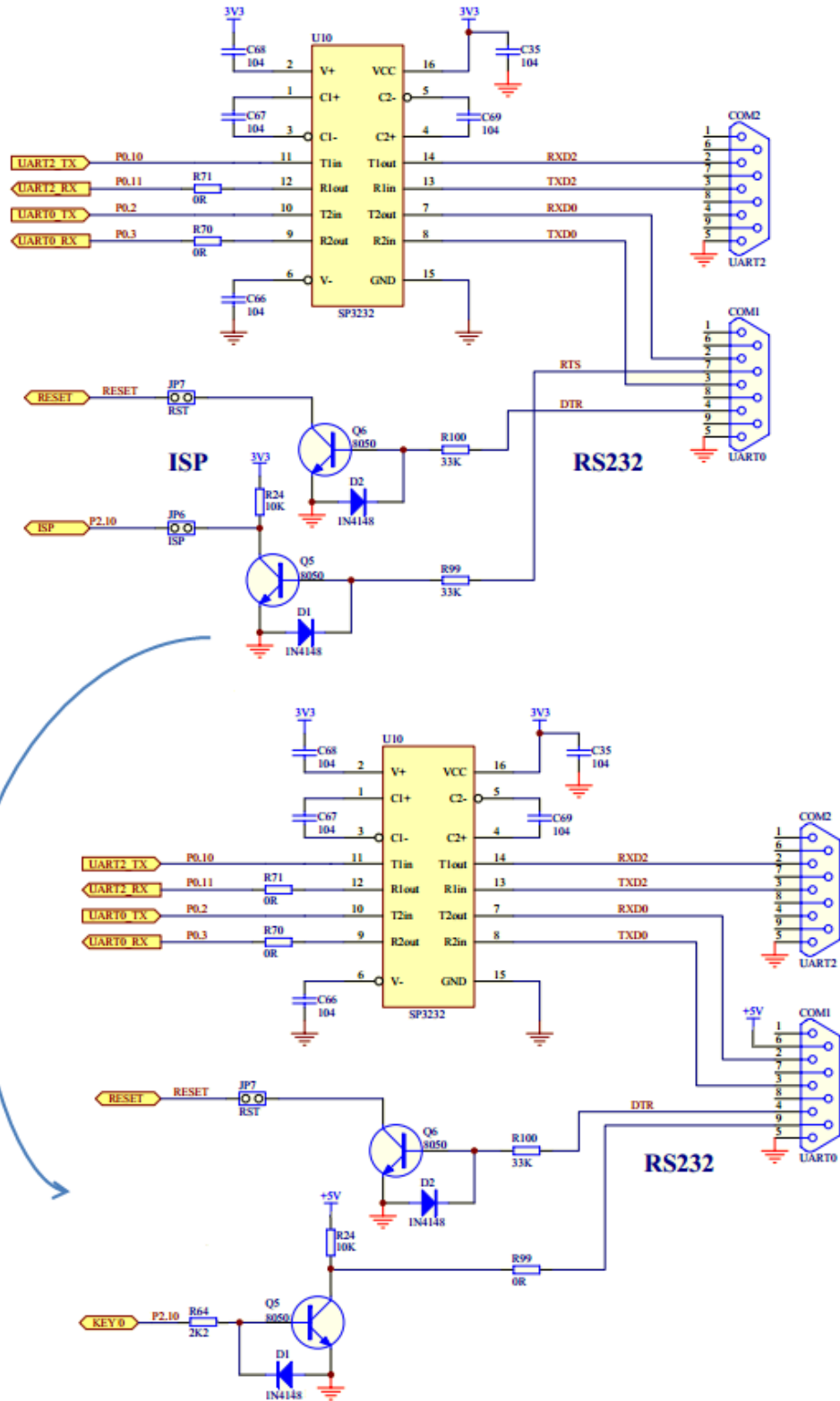
SWANSON, L. **Linking maintenance strategies to performance.** v.70, 2001.

TUBINO, D. F. **Manual de planejamento e controle da produção.** 1ª ed. São Paulo: Editora Atlas, 1997. 220p.

TUBINO, D. F. **Manual de planejamento e controle da produção.** 2ª ed. São Paulo: Atlas, 2000.

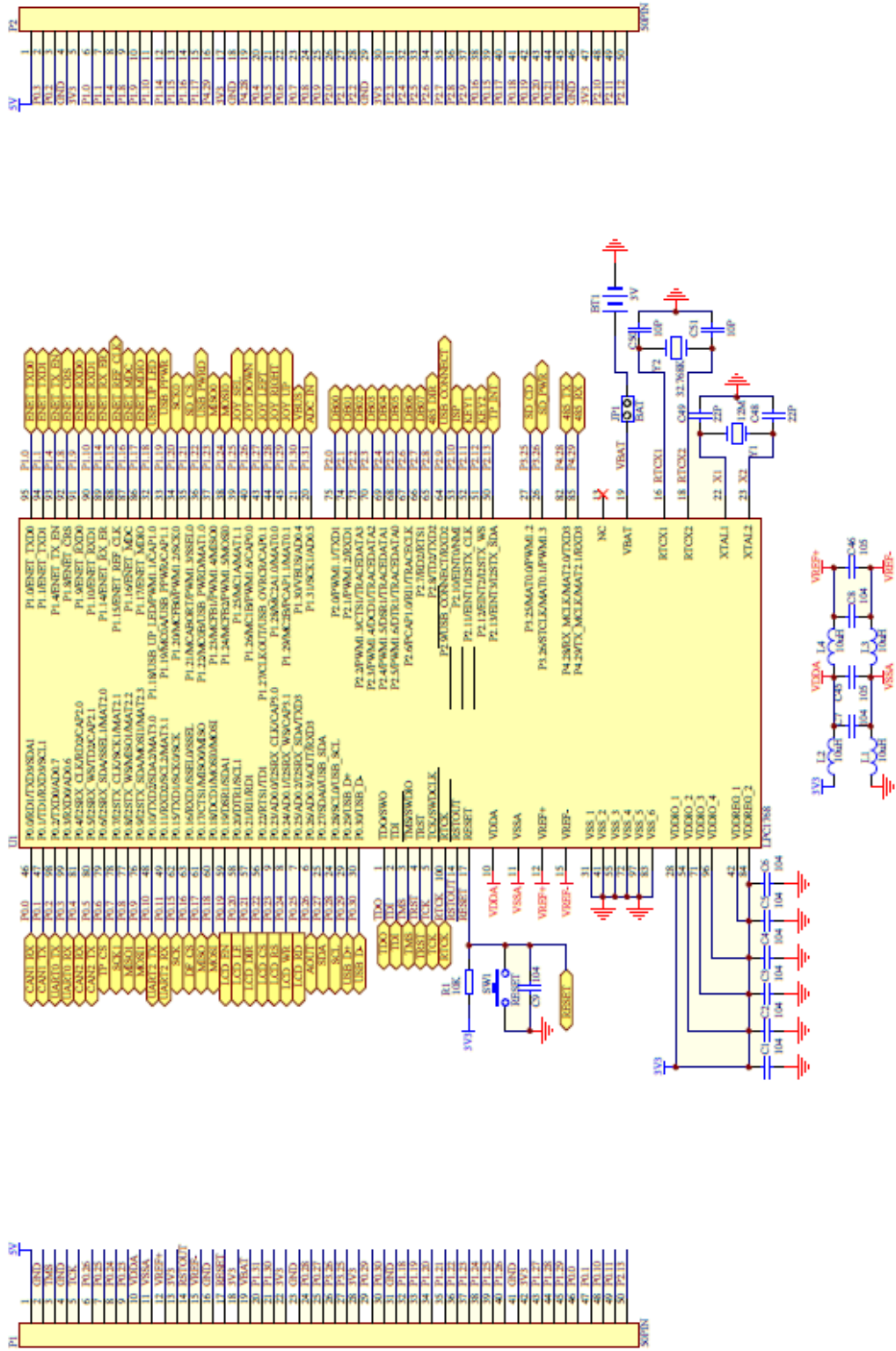
VESCIO, A. M. **A utilidade da intranet e extranet nas empresas.** Monografia de graduação em Informática: ênfase em gestão de negócios. São Paulo: Faculdade de Tecnologia da Zona Leste, 2009.

APÊNDICE A – ALTERAÇÃO EFETUADA NO KIT DE DESENVOLVIMENTO

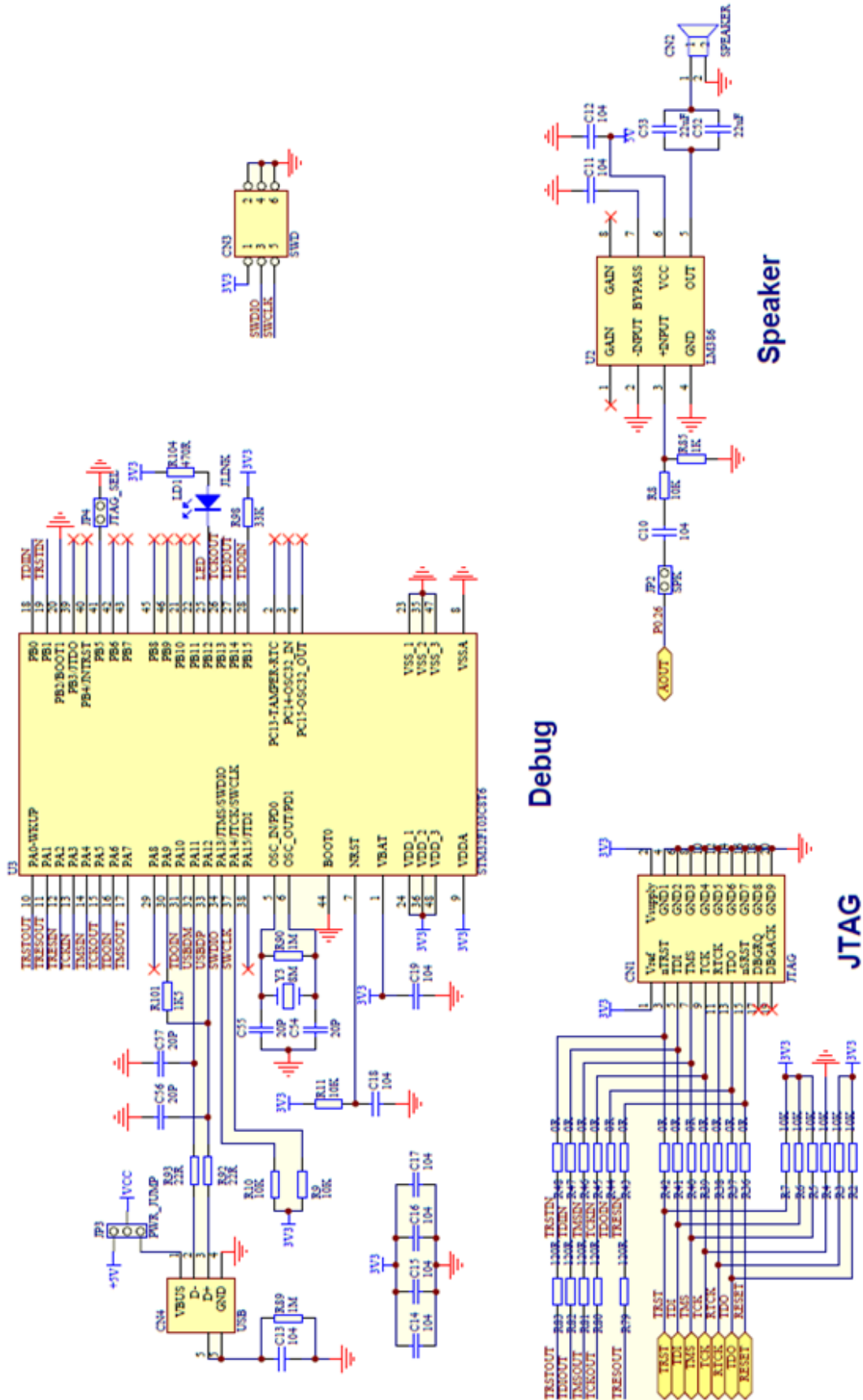


ANEXO A – DIAGRAMA ELÉTRICO DO KIT DE DESENVOLVIMENTO – P1

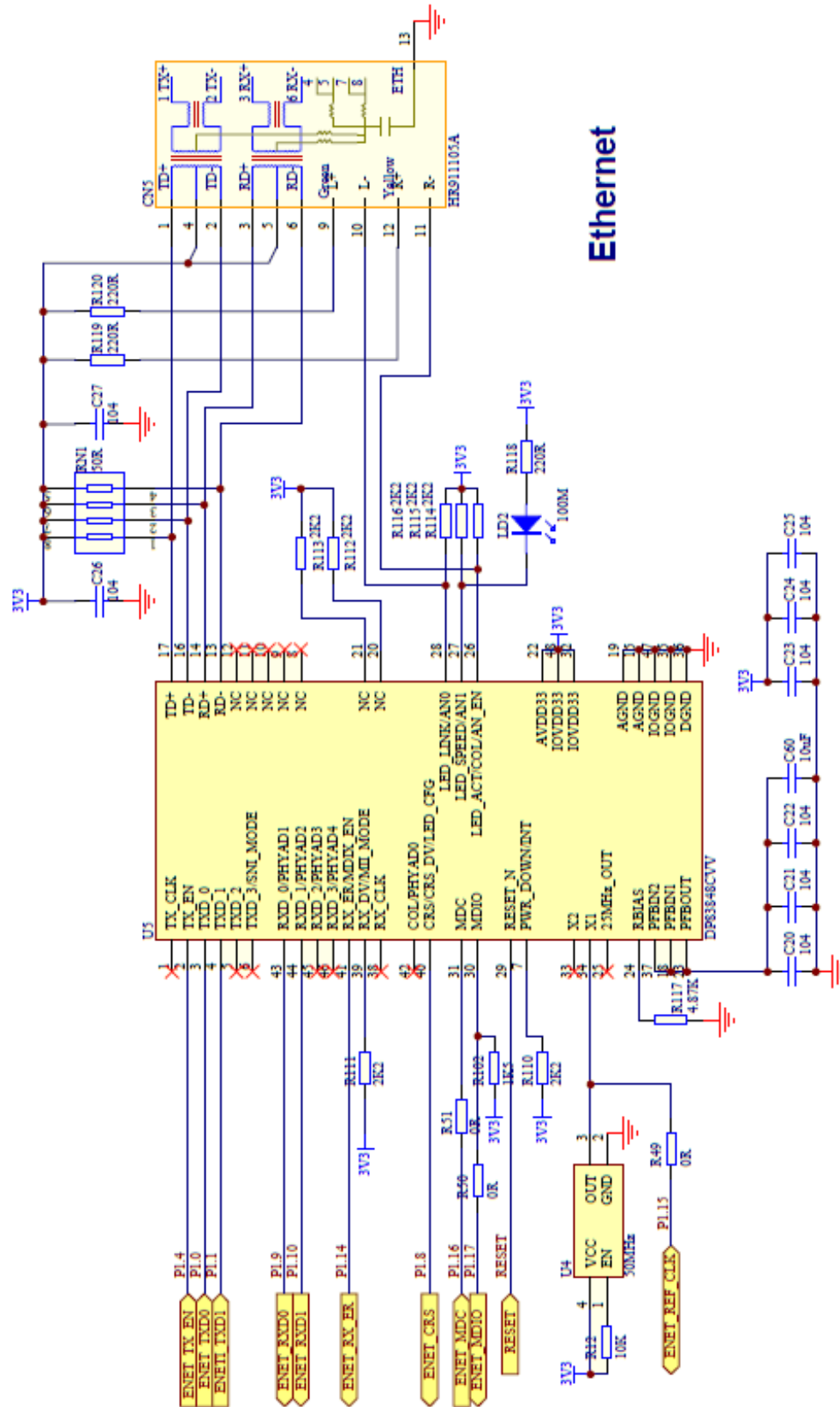
CPU



ANEXO B – DIAGRAMA ELÉTRICO DO KIT DE DESENVOLVIMENTO – P2

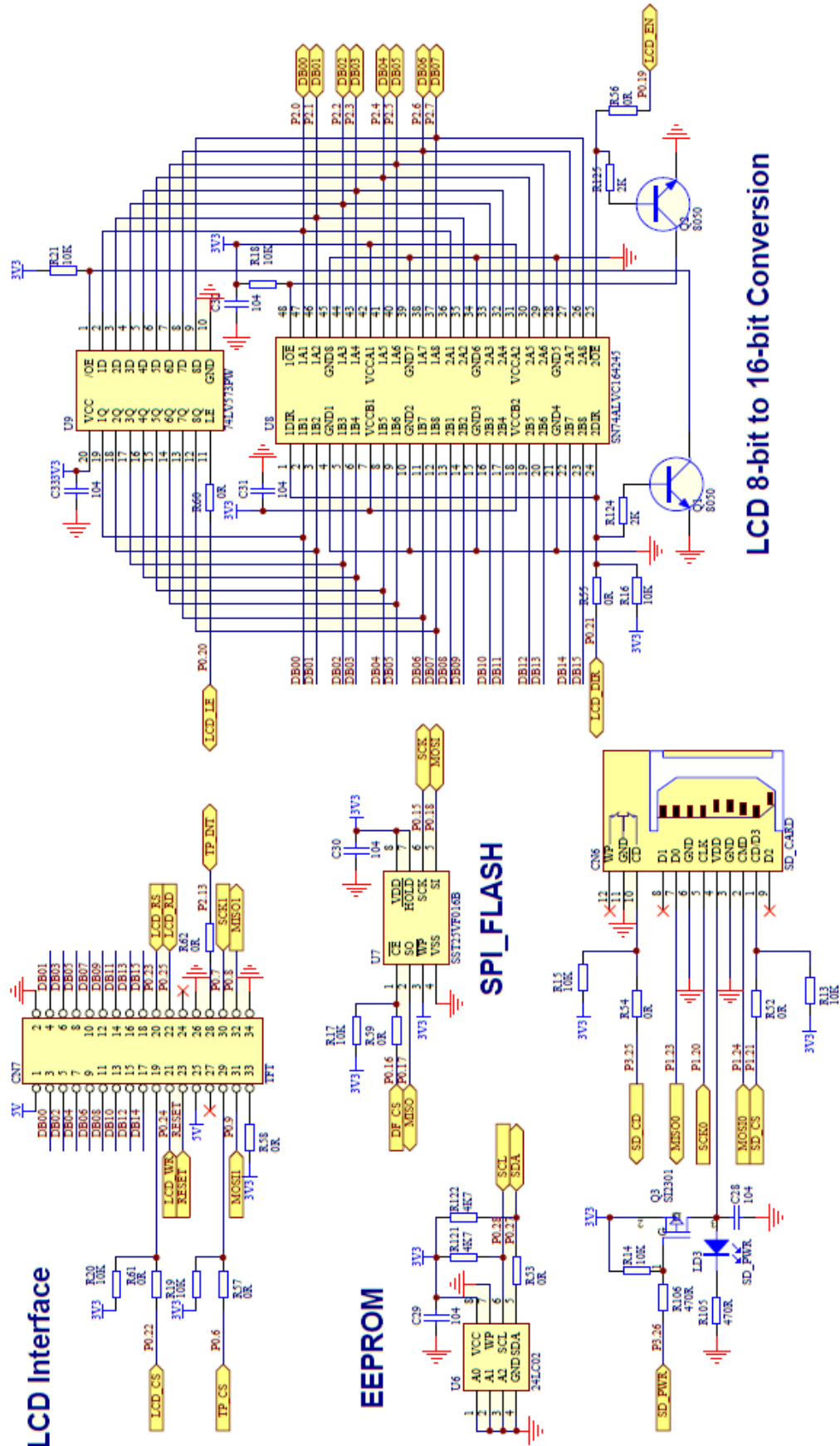


ANEXO C – DIAGRAMA ELÉTRICO DO KIT DE DESENVOLVIMENTO – P3



Ethernet

ANEXO D – DIAGRAMA ELÉTRICO DO KIT DE DESENVOLVIMENTO – P4



LCD 8-bit to 16-bit Conversion

ANEXO F – DIAGRAMA ELÉTRICO DO KIT DE DESENVOLVIMENTO – P6

