



**FACULDADE DE TECNOLOGIA SENAI CIMATEC
ESPECIALIZAÇÃO EM AUTOMAÇÃO, CONTROLE E ROBÓTICA.**

FERNANDO LIMA DA SILVA

**INDÚSTRIA 4.0 – VIRTUALIZAÇÃO DE SISTEMAS APLICADOS EM
MONITORAMENTO DE PROCESSOS**

SALVADOR - 2015

FERNANDO LIMA DA SILVA

**INDÚSTRIA 4.0 – VIRTUALIZAÇÃO DE SISTEMAS APLICADOS EM
MONITORAMENTO DE PROCESSOS**

Monografia apresentada à Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC, como pré-requisito para a obtenção do Título de Especialista Automação, Robótica e Controle.

Professor Orientador: Oberdan Rocha Pinheiro

SALVADOR – 2015

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca da Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC

S586i Silva, Fernando Lima da.

Indústria 4.0 – virtualização de sistemas aplicados em sistemas de monitoramento de processos / Fernando Lima da Silva – Salvador, 2015.

111 f. : il. color.

Orientador: MSc. Oberdan Rocha Pinheiro.
Coorientador: MSc. Milton Bastos de Souza.

Monografia (Especialização em Automação, Controle e Robótica) – Programa de Pós-Graduação, Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC, Salvador, 2015.
Inclui referências.

1. Indústria 4.0. 2. Virtualização. 3. Integração. I. Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC. II. Pinheiro, Oberdan, Rocha. III. Souza, Milton Bastos de. IV. Título.

CDD 629.8

FERNANDO LIMA DA SILVA

**INDÚSTRIA 4.0 – VIRTUALIZAÇÃO DE SISTEMAS APLICADOS EM
MONITORAMENTO DE PROCESSOS**

Projeto Final de Curso aprovado com nota 8,5
(oito e cinco) como requisito de Especialista em
Automação, Controle e Robótica, tendo sido
julgado pela Banca Examinadora formada pelos
Professores:

Msc. Oberdan Rocha Pinheiro – Orientador

Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC

Msc. Milton Bastos de Souza – Professor convidado

Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC

Salvador, 07 de março de 2015.

DEDICATÓRIA.

Dedico esta obra principalmente aos meus pais que me demonstraram a importância dos estudos desde as primeiras fases escolares e que neste momento, quando eu tive possibilidade de fazer um curso de pós-graduação, mais uma vez eles me deram suporte e incentivo para eu ingressar e realiza-lo na instituição do Senai.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais que me educaram mostrando o valor dos estudos. Agradeço ao meu orientador Oberdan Pinheiro que me deu grande suporte no desenvolvimento do trabalho, agradeço aos meus amigos de classe na qual pude aproveitar bons momentos compartilhamento o aprendizado, agradeço ao meu ex-colega de trabalho e ex-chefe Hugo Baldi por entender a necessidade e apoiar quando foi necessário, agradeço ao meu ex-colega de trabalho e amigo Erick que logo no início incentivou expressando também vontade e necessidade de encarar os estudos novamente, agradeço aos meus ex-colegas de trabalho e de república e grandes amigos Eudes e Igor por acompanharem essa trajetória, agradeço ao ex-colega de trabalho e grande companheiro Fiori que incentivou no desenvolvimento aperfeiçoado dos modelos simulados, agradeço ao ex-colega de empresa Thiago Honório e Rodrigo Trindade que me deram um suporte em Salvador quando eu precisei, e todos que diretamente e indiretamente me incentivaram para continuar.

RESUMO

No mundo atual em que vivemos com o desenvolvimento de diversas tecnologias e verticalização destas, que quase sempre são oriundas da indústria e também reflexo do desenvolvimento e barateamento dos componentes eletrônicos, para os equipamentos mais comuns do dia-a-dia, seja residencial, predial e até mesmo no industrial, fica evidente o quanto tem sido a obsessão do ser humano pelo acesso de informações que possibilitam uma pequena gestão de situações corriqueiras, mas também tomadas de decisões resultando no bem estar das pessoas, e que no contexto industrial se faz realmente necessário e onde o resultado é visto em eficiência, produtividade e outros indicadores significativos que possibilitam redução de falhas na produção e conseqüentemente redução de custos em função do monitoramento dos processos. O fato é que hoje as principais empresas do segmento de automação industrial já estão prevendo o futuro na indústria, desenvolvendo então soluções capazes de atender necessidades antes não pensadas, não utilizadas ou mal aproveitadas como, é muito comum mesmo em novas plantas industriais algum equipamento responsável por uma etapa do processo de fabricação de um produto e que disponibiliza uma comunicação Ethernet, porém não é integrado com outros equipamentos envolvidos em outras etapas do processo e assim deixando de promover uma total integração na planta o que convergiria em grandes possibilidades de monitoramento e gestão da planta como um todo. O futuro da indústria é hoje conhecido e é vivenciado esse fenômeno atribuído ao nome de quarta revolução da indústria, ou também como Indústria 4.0, o que nos permitirá uma maior flexibilidade tanto no que diz respeito ao controle de processos, quanto ampliará a possibilidade de monitoramento efetivo nas etapas de processos com a introdução de uma maior capacidade de processamento dos dispositivos de campo somados à entrada de uma maior comunicação entre esses dispositivos. Identificar essas lacunas de tecnologia nos processos industriais existentes em todos os gêneros e é de responsabilidade dos profissionais de automação envolvidos em cada segmento a fim de dar o suporte na personalização dessas tecnologias ofertadas pelas grandes empresas de Automação, essa sem dúvida é uma importante visão que o profissional de automação precisará desenvolver para adequar a indústria atual, para a nova indústria do século 21.

Palavras Chave: Automação industrial, comunicação ethernet, indústria 4.0.

Abstract

In the current world we live in with the development of a lot of technologies and the same time their verticalization for the most common equipments of day-to-day, being residential, buildings and even in industrial applications, these technologies which are often derived from the industry due a reflection of development and cheapening of electronic components and stays more evident how much has been the obsession of the human being by the access of information that enables a small management of common situations, but also decision making resulting in the wellbeing of people, and that in context industrial is really needed and that the result is seen in efficiency, productivity and other important indicators that allow reduction of failures in production and consequently cost reduction due to the monitoring of processes. The fact is that today the major companies in the *industrial automation* sector are already predicting the future in the industry, so they are developing solutions that are now able to meet situations had not been thought, unused or poorly utilized as it is very common even in new plants a responsible equipment by a step of the product manufacturing process and providing an *Ethernet communication*, but it is not integrated with other equipment involved in other stages of the process and thus failing to promote full integration in the plant which converge in large possibilities for monitoring and management plant as a whole. The future of the industry is known and we are already experiencing this phenomenon attributed to the name of the fourth revolution in the industry, or also as *Industry 4.0*, which will allow us greater flexibility both with regard to process control, as expand the possibility of effective monitoring in steps of processes with the introduction of a greater processing capacity of the field devices coupled to the input of a larger communication between these devices. Identifying these technology gaps in existing industrial processes in all genres and is the responsibility of automation professionals involved in each segment in order to support the customization of these technologies offered by large automation companies, this is certainly an important vision the automation professional will need to develop to suit the current industry for the new 21st century industry.

Key Words: Industrial Automation, Ethernet communication, industry 4.0

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1: MÁQUINA “SPINNING JENNY” SÍMBOLO DA PRIMEIRA REVOLUÇÃO USADA NA TECELAGEM.....	12
FIGURA 2: NIKOLA TESLA CIENTÍSTA RESPONSÁVEL PELO DESENVOLVIMENTO DA ELETRICIDADE SENTADO EM SEU LABORÁTORIO EM 1899.....	13
FIGURA 3: INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA QUE FOI AMPLAMENTE BENEFICIADA COM APLICAÇÕES AUTOMATIZADAS UTILIZANDO ROBÔS INDÚSTRIAS.....	14
FIGURA 4: LINHA DE TEMPO DAS REVOLUÇÕES NA INDÚSTRIA COM BASE NOS FATOS HISTORICOS.....	15
FIGURA 5: INTERNET DAS COISAS E DE SERVIÇOS CONECTANDO PESSOAS, INDÚSTRIAS E SISTEMAS.....	19
FIGURA 6: PIRÂMIDE DA AUTOMAÇÃO E SEUS NÍVEIS DE APLICAÇÃO NA INDÚSTRIA.....	33
FIGURA 7: ARQUITETURA DO NÍVEL APLICAÇÃO UTILIZANDO TERMINAIS E REDE LOCAL.....	34
FIGURA 8: ARQUITETURA DO NÍVEL APLICAÇÃO UTILIZANDO COMPUTADOR TRADICIONAL E INTERNET.....	34
FIGURA 9: PIRÂMIDE DA AUTOMAÇÃO EM NÍVEL DE APLICAÇÃO.....	35
FIGURA 10: EMULAÇÃO DE SOFTWARE PARA SISTEMAS OPERACIONAIS, APLICATIVOS E COMPILADORES.....	36
FIGURA 11: O NÍVEL SISTEMA OPERACIONAL RODA MÁQUINAS VIRTUAIS EM CLUSTERS REMOTOS.....	38
FIGURA 12: PIRÂMIDE DA AUTOMAÇÃO EM NÍVEL DE SISTEMA OPERACIONAL.....	39
FIGURA 13: ARQUITETURA SIMPLIFICADA DE GERENCIAMENTO DE MÁQUINAS VIRTUAIS.....	40
FIGURA 14: NÍVEL DE PRIVILÉGIO DA ARQUITETURA DE PROCESSADOR X86 SEM VIRTUALIZAÇÃO.....	41
FIGURA 15: NÍVEL DE PRIVILÉGIO DA ARQUITETURA DE PROCESSADOR X86 COM VIRTUALIZAÇÃO UTILIZANDO A TÉCNICA DE TRANSLAÇÃO BINÁRIA.....	42
FIGURA 16: NÍVEL DE PRIVILÉGIO DA ARQUITETURA DE PROCESSADOR X86 COM VIRTUALIZAÇÃO UTILIZANDO ASSISTÊNCIA DE HARDWARE.....	42
FIGURA 17: PIRÂMIDE DE AUTOMAÇÃO APLICADA NO NÍVEL DE ABSTRAÇÃO DE HARDWARE.....	43

FIGURA 18: NÍVEL DE PRIVILÉGIO DA ARQUITETURA DE PROCESSADOR X86 COM A PARAVIRTUALIZAÇÃO.....	45
FIGURA 19: ARQUITETURA DE REDE E SISTEMAS DO EXPERIMENTO PRÁTICO IMPLEMENTADO.....	51
FIGURA 20: ELEMENTO SENSOR DE EFEITO HAL FABRICANTE SEA E MODELO YF-S201.....	52
FIGURA 21: TRANSMISSORES ARDUINO UNO REV. 3 E “SHIELD” “WI-FI” LINK SPRITE CUHEAD REV. 2.0 C/ PADRÃO 802.11B.....	53
FIGURA 22: TRANSMISSORES ACOPLADOS NO PROCESSO E OS CABOS DE INTERLIGAÇÃO COM O ELEMENTO SENSOR.....	54
FIGURA 23: INTERFACE DO ROTEADOR LISTANDO OS DISPOSITIVOS CONECTADOS.....	55
FIGURA 24: INTERFACE DE CONFIGURAÇÃO DA REDE VIRTUAL DO SOFTWARE VMWARE.....	56
FIGURA 25: INTERFACE DE CONFIGURAÇÃO E MONITORAMENTO DE DADOS DO SOFTWARE HSQL DO SERVIDOR SCADA1.....	57
FIGURA 26: INTERFACE JAVA DO SOFTWARE IDE NETBEANS COM APLICAÇÃO EM OPERAÇÃO.....	58
FIGURA 27: TELA DO PROCESSO 1 NO SUPERVISÓRIO DESENVOLVIDO.....	59
FIGURA 28: TELA INICIAL E TELA DE GESTÃO DE ATIVOS DO SUPERVISÓRIO.....	60
FIGURA 29: RECURSOS UTILIZADOS NA TRANSIÇÃO ENTRE A AQUISIÇÃO DE DADOS E O PRIMEIRO NÍVEL DE AUTOMAÇÃO DO PROCESSO 2.....	61
FIGURA 30: INTERFACE DE CONFIGURAÇÃO E MONITORAMENTO DE DADOS DO SOFTWARE HSQL DO SERVIDOR SCADA2.....	62
FIGURA 31: RECURSOS UTILIZADOS NA TRANSIÇÃO ENTRE O PRIMEIRO E O SEGUNDO NÍVEL DE AUTOMAÇÃO DOS PROCESSOS 1 E 2.....	63
FIGURA 32: TELA DO PROCESSO 2 NO SUPERVISÓRIO DESENVOLVIDO.....	65
FIGURA 33: RECURSOS UTILIZADOS NA TRANSIÇÃO ENTRE O SEGUNDO E O TERCEIRO NÍVEL DE AUTOMAÇÃO DOS PROCESSOS 1 E 2.....	66
FIGURA 34: TELA DE CONSUMO DO SISTEMA DE SUPERVISÃO DA PLANTA.....	67
FIGURA 35: TELA DE EFICIÊNCIA DO SISTEMA DE SUPERVISÃO DA PLANTA.....	68

FIGURA 36: TELA DE PRODUTIVIDADE DO SISTEMA DE SUPERVISÃO DA PLANTA.....	69
FIGURA 37: IMPLANTAÇÃO DE ALARMES NO SISTEMA SUPERVISÓRIO COMO FORMA DE MELHORIA.....	71
FIGURA 38: IMPLANTAÇÃO DE RELATÓRIOS E GRÁFICOS NO SISTEMA DE GESTÃO COMO FORMA DE MELHORIA.....	72
FIGURA 39: MARKETING DA DLINK PARA O PADRÃO ATUAL DE TRANSMISSÃO “WI-FI” 802.11 AC.....	75
FIGURA 40: SERVIÇOS REALIZADOS PELO SOFTWARE “VCLLOUD AIR” DO DESENVOLVEDOR “VMWARE”.....	76

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA	
AGRADECIMENTOS	1
RESUMO	2
ABSTRACT	3
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	4
SUMÁRIO	7
1. INTRODUÇÃO	10
1.1 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA (JUSTIFICATIVA).....	10
1.2 OBJETIVO	11
1.3 ORGANIZAÇÃO DA MONOGRAFIA.....	12
2. INDÚSTRIA 4.0	14
2.1 HISTÓRIA.....	14
2.2 INOVAÇÃO SIEMENS.....	18
2.3 PRINCIPAIS CONCEITOS.....	19
2.3.1 IIOT – INTERNET INDUSTRIAL DAS COISAS (INDUSTRIAL INTERNET OF THINGS).....	20
2.3.1.1 IPV6 – PROTOCOLO DE INTERNET SEXTA VERSÃO.....	21
2.3.1.2 M2M – COMUNICAÇÃO MÁQUINA PARA MÁQUINA.....	21
2.3.2 MEGADADOS (BIG DATA).....	22
2.3.3 REDE DE COMUNICAÇÃO SEM FIO (WIRELESS).....	23
2.3.3.1 TELEFONIA MÓVEL.....	24
2.3.3.2 REDES WI-FI	24
2.3.3.3 RFID	25
2.3.4 VIRTUALIZAÇÃO DE SISTEMAS	26
2.4 BENEFÍCIOS.....	26
3. VIRTUALIZAÇÃO DE SISTEMAS	29

3.1	INTRODUÇÃO	29
3.2	ARQUITETURAS	30
3.2.1	ARQUITETURAS DE PROCESSAMENTO	30
3.2.1.1	HYPERVERSOR MICRO-KERNEL	31
3.2.1.2	HYPERVERSOR MONOLÍTICO	31
3.2.2	EMULADORES.....	31
3.2.2.1	EMULADORES DE SOFTWARE/MIDDLEWARE.....	32
3.2.2.2	EMULADORES DE HARDWARE/FIRMWARE.....	32
3.3	NÍVEIS DE VIRTUALIZAÇÃO.....	32
3.3.1	NÍVEL DE APLICAÇÃO – BASEADO EM HOST OU VDI (VIRTUALIZAÇÃO DE SERVIDORES E TERMINAIS)	33
3.3.2	NÍVEL DE BIBLIOTECA (EMULAÇÃO DE SOFTWARES/MIDDLEWARE)	36
3.3.3	NÍVEL DE SISTEMAS OPERACIONAIS – SERVIDOR PRIVADO OU VPS (VIRTUALIZAÇÃO DE SERVIDORES EM NUVEM).....	37
3.3.4	NÍVEL DA CAMADA DE ABSTRAÇÃO DE HARDWARE (VIRTUALIZAÇÃO DE SERVIDORES/DESKTOPS).....	39
3.3.4.1	VIRTUALIZAÇÃO COMPLETA.....	40
3.3.4.1.1	VIRTUALIZAÇÃO COMPLETA USANDO TRANSLAÇÃO BINÁRIA.....	41
3.3.4.1.2	VIRTUALIZAÇÃO COMPLETA USANDO ASSITÊNCIA DE HARDWARE	42
3.3.4.1.3	VIRTUALIZAÇÃO COMPLETA APLICADA À AUTOMAÇÃO.....	43
3.3.4.2	PARAVIRTUALIZAÇÃO	44
3.3.5	NÍVEL DE ARQUITETURA DE CONJUNTO DE INSTRUÇÕES (EMULAÇÃO DE HARDWARE/MIDDLEWARE)	45
3.3.6	VANTAGENS E DESVANTAGENS.....	46
4.	PROJETO E IMPLEMENTAÇÃO	48
4.1	INTRODUÇÃO DO SISTEMA	48
4.2	APLICAÇÃO REAL BASEADA.....	49
4.3	ARQUITETURA	50
4.3.1	AUTOMAÇÃO – PROCESSO 1 CONTÍNUO.....	52
4.3.1.1	NÍVEL 1 – AQUISIÇÃO DE DADOS E ATUADORES NO PROCESSO	52
4.3.1.2	NÍVEL 2 – OPERAÇÃO E CONTROLE DE PROCESSOS	55
4.3.2	AUTOMAÇÃO - PROCESSO 2 MANUFATURA	60
4.3.2.1	NÍVEL 1 – AQUISIÇÃO DE DADOS E ATUADORES NO PROCESSO	60

4.3.2.2 NÍVEL 2 – OPERAÇÃO E CONTROLE DE PROCESSOS	62
4.3.3 AUTOMAÇÃO NÍVEL 3 – SUPERVISÃO DA PLANTA (PROCESSOS 1 E 2)	64
4.4 PROPOSTAS DE CONTINUIDADE	69
4.4.1 NECESSIDADE DE IMPLEMENTAÇÃO	70
4.4.2 MELHORIAS DO SISTEMA	71
4.5 RESULTADOS	73
5. PERSPECTIVAS	75
5.1 TENDÊNCIAS DAS TECNOLOGIAS UTILIZADAS.....	75
5.2 BOAS PRÁTICAS DE ENGENHARIA DE AUTOMAÇÃO	77
6. PRÁTICAS ADQUIRIDAS	79
7. CONCLUSÕES.....	81
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	82
9. APÊNDICES	87
9.1 P1 - APLICAÇÃO EM ARDUINO TRANSMISSOR “Wi-Fi”	87
9.2 P1 - APLICAÇÃO EM JAVA PRINCIPAL.....	91
9.3 P1 - APLICAÇÃO EM JAVA SCADA 1	91
9.4 P1 - BANCO DE DADOS – SCADA 1	95
9.5 P2 - APLICAÇÃO EM RAPID MÁQUINA P2	96
9.6 P2 - APLICAÇÃO EM JAVA SCADA 2	97
9.7 P2 - BANCO DE DADOS – SCADA 2.....	100
9.8 P1/P2 – APLICAÇÃO EM JAVA “PI” SERVER.....	101
9.9 P1/P2 - BANCO DE DADOS – “PI” SERVER.....	108

1. INTRODUÇÃO

1.1 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA (JUSTIFICATIVA)

Hoje após mais de um século de uma evolução exponencial na tecnologia passando por diversas revoluções industriais, o ser humano fica cada dia mais preso às facilidades que o mundo moderno e tecnológico oferece e de uma maneira geral, a tecnologia ajuda o ser humano ter maior capacidade de continuar a desenvolver o mundo moderno propriamente, e um ponto fundamental é otimização e eficiência no uso dos recursos em geral principalmente os naturais já que hoje é uma realidade a restrição como o caso da água.

Para promover eficiência no uso de recursos naturais, de matérias primas transformadas e de insumos de processo em uma planta industrial, é necessário principalmente que as empresas invistam em processos melhores com uso de tecnologias de transformação atualizadas que dão condições para uma operação que converge com todo o universo da planta e integre também com as demais etapas e tecnologias do processo.

É conhecido que mesmo utilizando novos equipamentos em processos industriais, nem sempre são utilizados de forma mais ampla os recursos tecnológicos disponíveis, ou seja, uma gestão de informação do processo nem sempre alcança a tomada de decisão na gerencia da planta de modo eficaz.

Uma condição próxima do ideal para as indústrias hoje iniciarem a nova revolução é ter de alguma maneira todos os equipamentos que são chaves na transformação de matéria prima, possuam um mínimo de processamento e possam se comunicar com outros equipamentos, ou mesmo tenha uma interface de comunicação como a ethernet que dê condições de disponibilizar informações em rede, de preferencia dedicada e que estas informações possam ser utilizadas de alguma maneira no monitoramento de eficiência de máquina ou gestão de ativos por exemplo.

Saber utilizar máquinas de produção com computadores convencionais já é um grande passo para criar uma infraestrutura básica para iniciar o tratamento de informações e havendo então o mínima necessário é possível de maneira inteligente utilizar essas informações para a tomada de decisão na gestão, mesmo que produza uma simples análise de dados essas informações bem trabalhadas e com fácil alcance aos gestores, podem gerar ações de grande importância para a gestão da planta como um todo.

1.2 OBJETIVO

Descrever em detalhes um experimento que simula a integração de dois processos e a otimização de hardware em aplicações de monitoramento de processos, sendo em um processo a utilização de equipamentos “*open source*”, que servirá para aquisição de dados através de redes “*wi-fi*” e o outro processo a utilização de um equipamento industrial didático, sendo feito também aquisição de dados através de rede ethernet cabeada, assim integrando os processos em único conjunto de hardware processado, possibilitando efetuar a otimização de hardware utilizando virtualização de sistemas operacionais e que é um dos fundamentos da indústria 4.0. O uso de uma tecnologia “*wi-fi*” no processo contínuo é proposital e reforça outro fundamento da indústria 4.0 que além de promover interfaces de comunicação, estas deverão estar cada vez mais utilizando o meio físico “*wireless*”, e nesse sentido dispositivos como instrumentação e acessórios com essa característica estarão mais presentes nas plantas industriais.

O experimento que envolve equipamentos “*open source*”, é composto basicamente por um sensor de vazão e que tem o objetivo de simular uma planta com processos contínuos, e um circuito de controle e aquisição dos dados. O uso de um robô industrial didático tem o objetivo de simular uma máquina ou qualquer equipamento que transforma matérias-primas em produto acabado ou pelo menos parte de um produto. Importante destacar que realizar a integração desses dois processos com aplicações de monitoramento e gestão otimizando os recursos de processamento que conforme explicado é o objetivo principal do trabalho.

Utilizar robótica industrial é importante pois existem muitas aplicações integradas em equipamentos que ficam ilhados sem qualquer tipo de aquisição de dados e mesmo um monitoramento remoto, então muitas aplicações robóticas estão nessa condição mesmo quando um robô já vem integrado com uma máquina de aplicação específica, de modo que ainda existe uma lacuna de integração seja de máquina ou mesmo do próprio robô que normalmente já contempla interfaces de comunicação para aplicações de aquisição de dados por exemplo. Dentro dessa característica o fato de haver interface de comunicação no dispositivo, aparece mais um conceito da indústria 4.0 com o termo “internet das coisas” ou “IoT - *internet of things*” e isso está hoje muito mais presente em diversos dispositivos dando condições de flexibilidade nas aplicações e monitoramentos de sistema.

Outro objetivo desse trabalho foi utilizar no processo contínuo equipamentos (hardware) e softwares “*open source*”, obviamente que o emprego dessas tecnologias deve ser apreciado como experimento apenas, já que no que se refere à hardware não é comum essas aplicações na indústria, pois existem regulamentações impostas pelo governo no sentido de preservar e garantir o perfeito funcionamento dos sistemas, e impedem o uso dessas tecnologias. No caso de software a proposta foi usar um software proprietário que na indústria dependendo do sistema ou equipamento que seja fornecido é também utilizado e, soluções comerciais se destacam no mercado de automação em todos os níveis de atuação com esses sistemas, assim justificando o uso da ferramenta proposta nessa obra.

1.3 ORGANIZAÇÃO DA MONOGRAFIA

Ao início deste trabalho será tratado no primeiro capítulo, que se refere a uma parte introdutória na qual abordo o problema por traz da automação apresentada que se faz necessária nos dias de hoje e também de forma introdutória os principais objetivos que esse trabalho se propõe a abordar e descrever, de modo que a linha de trabalho será trabalhada conforme justificado na introdução.

No segundo capítulo será apresentado os principais conceitos da indústria 4.0 passando pelo desenvolvimento dessas tecnologias até o que será visto em um futuro próximo, sempre abordando as relações dos conceitos com a aplicação principal desenvolvida nesse trabalho de modo a reforçar a necessidade que existe na indústria dessas aplicações.

O terceiro capítulo é reservado para a abordagem do tema que é o objetivo principal a ser tratado nesse trabalho e um dos conceitos da indústria 4.0, ou seja, a virtualização de sistemas na aquisição e gestão de dados e apresentaremos um panorama geral dessa tecnologia e a proposta de aplicação na indústria.

O quarto capítulo é dedicado à descrever o modelo experimental desenvolvido com base nos conceitos e arquiteturas que serão apresentadas ao decorrer desse trabalho no capítulos anteriores a este, de modo que todos os componentes, técnicas e ferramentas utilizadas no modelo, estarão sendo tratados e detalhados a fim de produzir informação clara e ampla necessária para o entendimento do leitor.

O quinto capítulo se propõe a fazer uma abordagem das perspectivas de implantação de automação na indústria baseando na quarta revolução, assim apresentaremos uma breve

pesquisa do que serão as novas propostas e tendência para a aquisição, controle e monitoramento de plantas industriais.

O sexto capítulo traz os resultados do experimento realizado relatando os principais aprendizados conquistados pelo autor no desenvolvimento do trabalho prático em comparação também com os conceitos teóricos, basicamente um resumo de lições aprendidas.

Por fim, serão apresentadas as conclusões com base nas informações deste trabalho seguido das referencias bibliográficas e apêndices.

Ótima leitura e Sucesso

2. INDÚSTRIA 4.0

2.1 HISTÓRIA

Basicamente quando se fala em história da indústria não podemos ser muito diferente do que normalmente temos visto em vários artigos e sites da internet os quais retratam a linha de tempo que delimitam o início da primeira revolução industrial até a atualidade com a quarta revolução industrial que em outras palavras está sendo conhecida como Indústria 4.0.

A primeira revolução industrial aconteceu na Inglaterra no século 18 por volta do ano de 1760, afirma o historiador T. S. Ashton, a fabricação de artigos artesanais passou a ser realizada por máquinas, e é conhecido que entre os primeiros segmentos a utilizar esses equipamentos foi à indústria têxtil, veja abaixo na figura 1 o início da mecanização dos processos deste segmento com a chegada da máquina “*Spinning Jenny*” um dos marcos dessa revolução. Complementado esse período o site BRASILESCOLA afirma que: “Essa revolução ficou caracterizada por duas importantes invenções que propunham uma reviravolta no setor produtivo e de transportes: a ciência descobriu a utilidade do carvão como meio de fonte de energia e a partir daí desenvolveram simultaneamente a máquina a vapor e a locomotiva. Ambos foram determinantes para dinamizar o transporte de matéria-prima, pessoas e distribuição de mercadorias, dando um novo panorama aos meios de se locomover e produzir”.

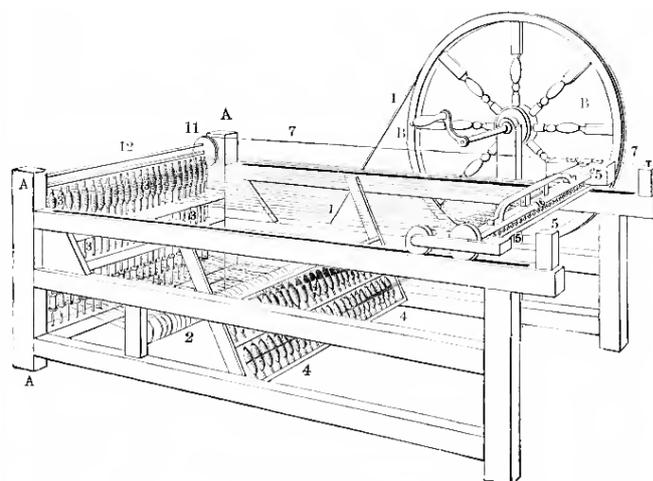


Figura 1 – “*Spinning Jenny*” símbolo da primeira revolução usada na tecelagem.

Fonte: http://pt.wikipedia.org/wiki/M%C3%A1quina_de_fiar_hidr%C3%A1ulica

#Mediaviewer/File: Spinning_Jenny_improved_203_Marsden.png

Já no século 19 em torno da década de 1850, iniciou então a segunda revolução industrial que basicamente foi um processo natural já que existiam muitas necessidades ao mesmo passo que muitas descobertas eram feitas, países como Alemanha, Estados Unidos e Japão se afirmaram como grandes potências industriais nesse período, vale lembrar que Inglaterra e França já ocupavam posição de destaque. Então o que ocorreu foi uma melhoria e desenvolvimento de novas formas de produção com a segregação de processos e possibilidade de larga escala de produção e o desenvolvimento de linhas de produção. Essas novas possibilidades na indústria ocorreram pelo aparecimento de novas tecnologias, dando condições para que outros mecanismos se desenvolvessem e se proliferassem, sendo um marco de tecnologia nesse período à utilização da energia elétrica, com o desenvolvimento de sua transmissão. Conforme visto na figura 2 abaixo, o grande precursor da energia elétrica o Nikola Tesla em seu laboratório.

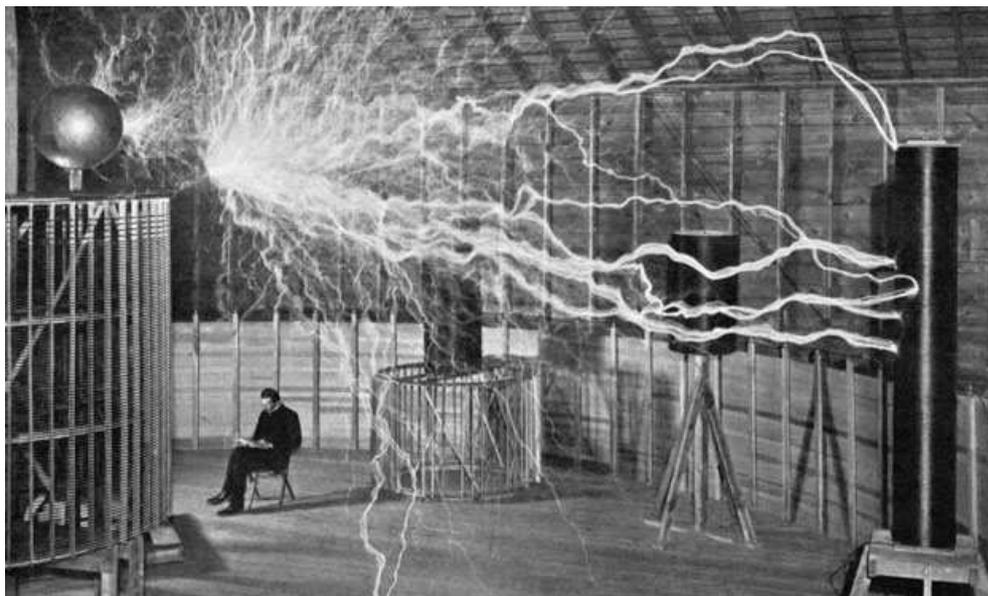


Figura 2 – Nikola Tesla cientista responsável pelo desenvolvimento da eletricidade sentado em seu laboratório em 1899.

Fonte: <http://www.globalpost.com/photo/5716296/tesla-colorado-lab-museum>

O aparecimento de motores a combustão e máquinas a vapor também fez parte dessa revolução, em termos gerais, pois uma série de novos recursos se desenvolveram entre esse período e o início do século 20. Segmentos como os metalúrgicos, automotivos e petroquímicos foram os grandes beneficiados pelos desenvolvimentos.

Após passada a segunda guerra mundial em meados de 1945 quase na metade do século 20, teve início então a chamada terceira revolução industrial. Basicamente o mundo passava a conhecer um novo tipo de eletricidade, ou seja, a eletrônica e seus circuitos e processadores. Com o desenvolvimento da eletrônica, foi possível o desenvolvimento da informática e os seus computadores que passaram a ser programados para exercer as funções de controle das máquinas que antes eram apenas operadas com auxílio do homem. Nesse sentido duas linhas de computadores se desenvolveram especificamente para indústria, os controladores lógicos programáveis que controlam e monitoram as várias etapas de fabricação em uma planta industrial auxiliando na tomada de decisão gerencial e o próprio computador pessoal que é instrumento inserido tanto integrado com os controladores lógicos quanto na administração como um todo da indústria.

Outro produto do desenvolvimento da eletrônica e informática bastante importante por ter trazido precisão e padronização na indústria foram os robôs industriais, que além de garantir que um processo ou parte dele seja executado com perfeição, substitui o homem em atividades antes de alto grau de risco preservando muitas vidas com podemos ver na figura 3 abaixo a indústria automobilística a qual envolve processos complexos e insalubres e onde o robô industrial faz as vezes do homem com maior eficiência.



Figura 3 – Indústria automobilística que foi amplamente beneficiada com aplicações automatizadas utilizando robôs industriais.

Fonte: <http://www.brasilecola.com/geografia/terceira-revolucao-industrial.htm>

Além então de melhor condição de produção e auxílio da tecnologia promovendo qualidade nos produtos somados ao desenvolvimento de novas matérias primas e insumos, produtos inovadores foram desenvolvidos e viram commodities como os computadores pessoais e telefones móveis. Segundo o site MUNDOEDUCACAO a justificativa é que “essa nova fase produtiva não se limita a produtos de pouco valor agregado, como nas revoluções industriais anteriores, pelo contrário, o conhecimento inserido, no qual foram gastos anos de estudos e pesquisas, agregam elevados valores no produto final, mesmo que tenha sido gastos pouca quantidade de matéria-prima.”

A quarta revolução industrial está ocorrendo nesse exato momento no início do século 21, sendo o ano 2011 quando o governo Alemão patrocinado através do Ministério Alemão da Educação e Pesquisa investiu quase R\$600 milhões, segundo o site do ministério, fomentando a Academia de Ciência e Engenharia (ACATECH) e o grupo econômico e científico de acompanhamento das estratégias tecnológicas que iniciou as atividades em Janeiro de 2012 e publicou um relatório com estudos e recomendações de tendências das estratégias iniciadas pelo movimento Indústria 4.0 que foi apresentado em Abril de 2013. Esse trabalho motivou muitas empresas a desenvolverem tecnologias, como o caso da empresa alemã Siemens que pode unir tecnologias e fundamentar os conceitos em uma fabrica própria resultando em grandes benefícios principalmente no que se refere a melhores indicadores de desempenho. Em detalhes estaremos apresentando no capítulo 2, algumas das tecnologias utilizadas pela Siemens e que fazem parte da Industria 4.0.

Apesar de a Alemanha liderar os estudos conceituais dessa revolução, não existe uma delimitação exata de onde a quarta revolução está ocorrendo já que temos um mundo globalizado com tecnologia disponível para quem deseja investir e desenvolver, ou seja, a Alemanha está ditando a regra, porém é certo que veremos muito em breve outros países e fabricantes com plantas totalmente integradas. Outro ponto é que de certa forma não se restringe a um segmento específico diferentemente das primeiras revoluções mais uma vez a Siemens sai na frente com a produção de tecnologia.

Faremos um detalhamento dos principais conceitos relevantes nessa revolução, porém de qualquer maneira introdutoriamente o que se pode apurar por traz dessa revolução é que as interfaces de comunicação entre diversos e novos dispositivos, sistemas e matérias primas que nem sempre estão ativas ou sendo de alguma maneira monitorada, passam a ser contribuindo para a gestão quase que autônomas do próprio sistema. Um número maior de dados é gerado e

consequentemente a necessidade de uma apuração eficiente dessa informação está também em foco nessa revolução. Em resumo os sistemas devem ser prever uma produção mais eficiente, com equipamentos mais otimizados, e totalmente integrados.

O mundo hoje se mostra evoluído ao ponto de ser ditada uma revolução, e não um processo natural, o que fica claro é que existe um dinamismo extremo com a chegada da informação e a velocidade como que ela é veiculada, cada vez mas o mundo moderno possui agilidade nos movimentos, nesse sentido fica claro na figura 4 abaixo que as revoluções ocorriam a cada 90 anos, e hoje menos de 70 anos já é presente uma nova revolução industrial.

1º REVOLUÇÃO	2º REVOLUÇÃO	3º REVOLUÇÃO	INDÚSTRIA 4.0
1760	1850	1945	2011
Mecanização dos processos	Linhas de Montagem	Automação Industrial	Integração Total entre Processos e Produtos

Figura 4 – Linha de Tempo das Revoluções na Indústria com base nos fatos históricos.

Fonte: Próprio Autor

2.2 INOVAÇÃO SIEMENS

Inovação é uma palavra de ordem na empresa Siemens e nesse sentido colocou em prática os conceitos da Indústria 4.0 em uma planta própria na Alemanha na cidade de Amberg. Segundo a revista Brazil Automation, que visitou essa planta e publicou um artigo no fim de 2014, “os computadores e máquinas garantem um índice de 75% de automatização no processo produtivo, enquanto o restante é controlado pelos colaboradores. Pode-se observar uma ausência quase completa do manuseio dos componentes por parte dos operadores, e a única etapa em que é possível ver a mão humana tocar um componente é no início do processo, quando o operador insere a placa de circuito impressa na linha de produção. A automatização do processo produtivo afeta diretamente a qualidade da produção. A Siemens trabalhava com o índice de aproximadamente 550 defeitos por milhão (dpm) entre os anos 1990 e 1991. Conforme o avanço da tecnologia de controle e automatização dos processos, hoje a empresa possui a expressiva marca de 12 dpm, o que corresponde a um índice de qualidade de 99,9988%.”

Segunda a revista pode apurar, os principais conceitos em Amberg na Siemens implementados são:

- Troca de dados (flexibilidade e personalização da produção/telemetria) via “*wifi*” (comunicação e instrumentação “*Wireless*”) entre os componentes, máquinas, produtos e sistemas, o chamado (“*IIoT – Industrial Internet of Things*” - Internet Industrial das Coisas).

- Armazenamento de dados em nuvem, o chamado (“*Big Data*”- Mega Dados em Servidores e Aplicações em Nuvem/Virtualização de Sistemas).

De certa forma o que fica claro e está por traz desses conceitos com uma visão macro é a necessidade de um melhor tratamento na publicação e manipulação da informação gerada na planta industrial para suprir os dispositivos conectados e viabilizar a Internet das Coisas e em paralelo o que é sempre buscado pelas empresas e que viabilizará a Indústria 4.0 é a maximização dos resultados, que com iniciativas voltadas a inovação, certamente estes serão alcançados.

2.3 PRINCIPAIS CONCEITOS

Em acordo com relatório da ACATECH (2013), uma tecnologia chamada “Ciber-Physical System” será a propulsora do desenvolvimento do conceito de fabrica inteligente, pois aliados a essa ideia estarão todos os dispositivos conectados a rede obtendo uma total integração entres os dispositivos, processos, fabricas, clientes e fornecedores.

Essa conectividade criará e desenvolverá uma serie de tecnologias que vão se convergirem em um único sistema integrado e que não apenas variáveis de um processo de fabricação de cerveja, por exemplo, fique isolado sem estar conectado em um ambiente que prevê a produção de malte ou prevê a situação da logística para o cliente final, assim prevê recomendações e conceitos da Industria 4.0, veja abaixo na figura 5 como fica a estrutura.

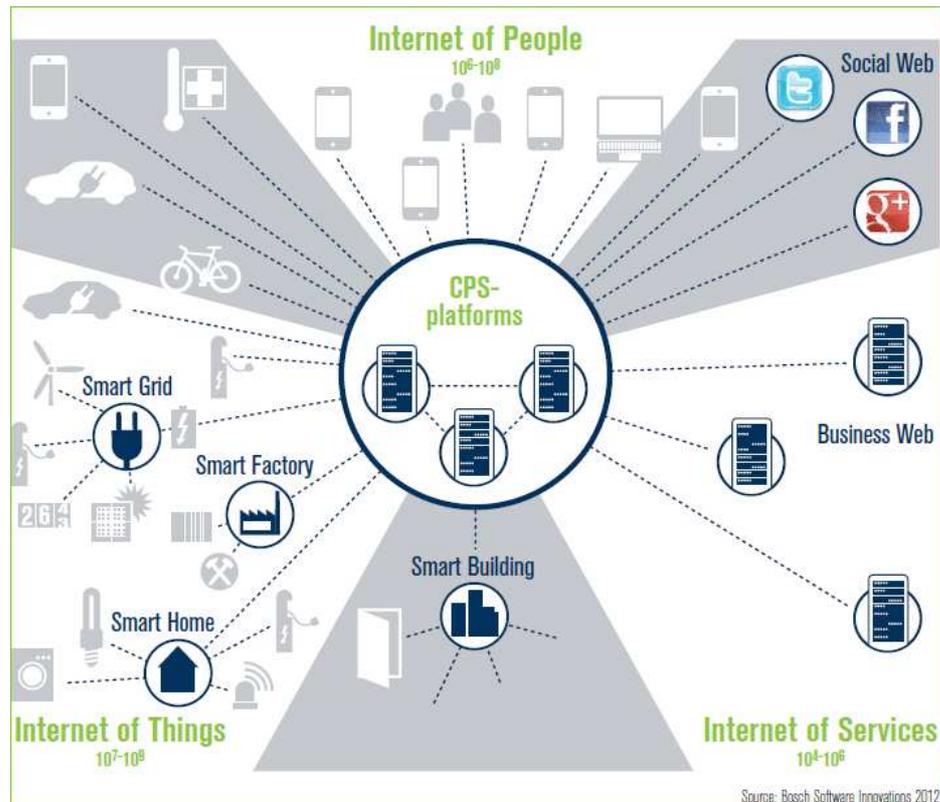


Figura 5 – Internet das coisas e de serviços conectando pessoas, indústrias e sistemas.

Fonte: BOSCH e ACATECH (2013)

2.3.1 IIOT – INTERNET INDUSTRIAL DAS COISAS (INDUSTRIAL INTERNET OF THINGS)

Há muito tempo diversos equipamentos instalados na indústria possuem interfaces de comunicação, inicialmente a maioria delas eram interfaces seriais subutilizadas não gerando nenhum tipo de informação que poderia ser publicada ao nível de controle e supervisão da planta por exemplo. Hoje ainda existem muitos equipamentos que já estão providos de interface seja de redes industriais que tem a função de troca e aquisição de dados entre dispositivos de automação ou a interface Ethernet, a grande responsável pelo desenvolvimento da internet que popularizou e facilitou a publicação de informação na camada de controle das plantas.

O conceito Internet das Coisas destaca a necessidade de haver conectividade e aquisição de dados em todos os componentes da indústria primeiramente num contexto produtivo e que isso seja ampliado em um contexto geral entre toda a cadeia de suprimentos de matérias primas, insumos e serviços necessário para a fabricação de um produto. Hoje a realidade nas indústrias é que elas possuem equipamentos com um alto nível de automatização, atende e

melhora parte do processo global de fabricação de um produto, mas e em um processo antecessor ou sucessor não é visto sequer um computador, ou quando existe um processamento qualquer, este equipamento fica ilhado em meio à vasta produção.

Para o estabelecimento dessa técnica uma serie de necessidades deverão ser atendidas, principalmente a uma cadeia de fornecimento de todo um segmento deverão evoluir juntos e o que no meu modo de pensar existe um caminho longo e árduo pela frente.

Em convergência com essa ideia, o portal Forbes destaca que os líderes governamentais devem se esforçar em três áreas chaves: primeiro o modelo estrutural das empresas deverá ser aberto promovendo uma economia sofisticada; segundo os líderes deverão colaborar com todos os segmentos industriais desenvolvendo padrões para que essa tecnologia se estabeleça e ferramentas governamentais que incentiva a publicação de informação; e por fim investir em capacitação humana para absorver o novo modelo integrado de trabalho.

Em curto prazo o que deve se buscar é principalmente integrar todos os equipamentos possíveis e criar um fluxo lógico dessas informações dentro da indústria, o importante destacar que, em um primeiro momento uma vez que se tenha redes segregadas e isoladas dedicadas a uma planta, os equipamentos de rede existentes estarão atendendo, porém, uma vez que a sua indústria tenha um equipamento único publicando informações diretamente em um servidor remoto em nuvem, a transição do protocolo IPv6 (“*Internet Protocol version 6*”) se torna fundamental somados à infraestrutura de aquisição M2M (“*Machine to Machine*”).

2.3.1.1 IPv6 – PROTOCOLO DE INTERNET SEXTA VERSÃO

Segundo o artigo da ACATECH (2013) o protocolo IPv6 foi lançado em 2012 e utiliza 128 bits em vez de 32 bits relativos ao IPv4, aumentando de 4,3 bilhões de endereços fixos para 340 sextilhões na internet. A proposta dessa tecnologia é que mais equipamentos conectados sejam inseridos na indústria no sentido de monitorar e publicar na internet um processo ao mesmo tempo sendo base para outro equipamento, processo ou empresa, executem ações de controle e tomadas de decisões.

2.3.1.2 M2M – COMUNICAÇÃO MÁQUINA PARA MÁQUINA

Em acordo com o BENITEZ, podemos considerar essa tecnologia como uma computação em nuvem orientada a equipamentos industriais conectados na internet, em termos gerais

equipamentos de controle de processos como CLPs, Transmissores, Controladores, Remotas, etc. Com o desenvolvimento de novos dispositivos conectados, essa tecnologia se justificará, pois o volume de informação crescerá exponencialmente e investimentos em infraestrutura física em loco não serão mais viabilizados já que poderão encontrar em um ambiente virtual todos os benefícios a um custo reduzido. BENITEZ destaca ainda que “adotar essa tecnologia envolve se preparar com alguns desafios como a conectividade, a integridade dos dados e a confidencialidade do negócio”.

2.3.2 MEGADADOS (BIG DATA)

Uma definição dessa tecnologia apresentada pelo portal “*Wikipedia*” diz que é referido termo “um grande armazenamento de dados e maior velocidade. Diz-se que o Big Data se baseia em 5 “V” : velocidade, volume, variedade, veracidade e valor”.

Resumindo o “*big data*” é uma grande concentração de informação gerada seja ela por meio de uma rede social, utilizando um software de comunicação pessoal, arranjos em um aplicativo em nuvem, ou até mesmo pelo seu próprio dispositivo de acesso a internet que quando reunidas em um servidor em nuvem (“*Cloud*”) e analisadas de forma lógica pode gerar uma informação de utilidade que produzirá uma ação simples como a decisão de um motorista em desviar uma rua que contém um trânsito lento ou até mesmo decisões de uma grande empresa relacionada ao qual produto produzir.

A tendência para essa tecnologia, hoje idealizadas por grandes empresas como Google e IBM, é fazer com que análises de dados antes não realizadas possam ser possíveis, no auxílio da produção como fator de tomada de decisão, ou seja, um exemplo é combinar capacidade de máquina com índice de retrabalho entre diversas matérias primas e seus diversos fornecedores, e após uma análise poder delimitar um caminho estatisticamente mais eficiente, uma vez que os dados estejam presentes no “*big data*”. Esse caminho ótimo pode ser absorvido pelo próprio processo de fabricação e ele mesmo tome a decisão de direcionar a matéria prima para a melhor condição de processo, obviamente quando existe uma flexibilidade e redundância de processos.

Incluir um dado em um servidor em nuvem requer dispositivos com tecnologias com conectividade (IIOT) transmitindo esses dados para um servidor em nuvem através de comunicação “*Wireless*”, e para a decisão autônoma essa comunicação pode existir

diretamente entre os dispositivos (M2M) trocando informações, adquirindo dados e efetuando ações de controle.

Tendo essa visibilidade de informação, o fornecedor poderá ter acesso aos dados de produção e qualidade de seus clientes e buscará melhorar o seu próprio processo de fabricação, e também disponibilizaria dados, dando uma mesma condição de monitoramento de processos para os seus fornecedores, de modo que uma cadeia no fornecimento de matérias primas e insumos estariam sendo monitoradas a fim de buscar a melhoria constante. Os clientes também participariam do processo, podendo efetuar o seu planejamento de entregas dos produtos e serviços no final da cadeia de produção.

2.3.3 REDE DE COMUNICAÇÃO SEM FIO (WIRELESS)

Desenvolver os dispositivos de campo para que tenham excelente desempenho em transmissão e recepção de dados promovendo o conceito de IIOT e possibilitar uma comunicação horizontalizada M2M, de nada adianta se não houver um desenvolvimento significativo nos meios físicos de comunicação “*Wireless*” ou sem fio, como exemplo a telefonia móvel 4G (“*Long Term Evolution*”), GPRS (“*General Packet Radio Service*”), os sinais de internet Wi-fi (IEEE 802.11x), WiMax (IEEE 802.16), e RFID (“*Radio Frequency Identification*”).

Uma visão atual do consultor da empresa de instrumentação de campo Yokogawa, Amit Ajmeri, define o uso de redes “wireless” em duas vertentes na indústria sendo aplicações no processo industrial e em detalhes esse conceito será esclarecido abaixo, e aplicações para a automação industrial que em termos práticos são aplicações que suportam a subida do nível da planta para a supervisão com a utilização de “*gateways*” e “*access point*” que são conversores e amplificadores de rede.

As aplicações “*Wireless*” no processo deve seguir um conceito baseados em três condições de utilização: primeiro a chamada “*global canopy*”, o termo em inglês que significa redes de longo alcance, ou seja, quando duas estações remotas devem se comunicar e há uma grande distancia entre elas, normalmente as tecnologias que são usadas são os sinais de telefonia móvel e quando deve haver um alto nível de confiabilidade utilizam-se sinais via satélite; segundo o chamado “*site backbone*” ideal para transmissões entre processos produtivos, porém somente entre distâncias limitadas; e o terceiro mais conhecido é o “*field mesh*” que a

transmissão realizadas dentro de um processo, ou seja, pelos transmissores e instrumentação de campo, com limite de dados e áreas de atuação reduzida.

2.3.3.1 TELEFONIA MÓVEL

A telefonia móvel é um desses dispositivos essenciais na indústria hoje no gerenciamento dos processos produtivos, no cenário atual alguns requisitos para implementação dessa tecnologia devem ser previstos segundo a proposta de ROESSLER, pois servidores, e hardwares para gerenciamento de dados adicionais ainda tem um custo elevado e os aplicativos “devem ser projetados para funcionarem com um amplo espectro de dispositivos móveis e navegadores em uso hoje para que os usuários não sejam obrigados a comprar novos dispositivos móveis ou software navegador”. Nesse sentido percebemos que mesmo utilizando tecnologias atuais como foi a proposta de ROESSLER, as aplicações previstas vão sofrer muita evolução até atingir o modelo necessário de indústria 4.0, e como um dos requisitos de melhoria, a disponibilidade de sinal em todo o espaço terrestre se torna imprescindível e a necessidade de novos padrões de comunicação e meios físicos deverão ser desenvolvidos em adequação aos “*Big Datas*”.

2.3.3.2 REDES WI-FI

Muito comum para aplicações corporativas e residenciais, as redes “*Wifi*” que utilizam o padrão IEEE 802.11, não transmitem seu sinal em grandes distâncias, o padrão 802.11n a melhor condição de transmissão pode alcançar até 300 metros, porém é importante salientar que essa tecnologia apesar de ter limitações dessa natureza, possui basicamente um problema durante a sua transmissão, segundo o gerente de produto da Siemens Karl Glas, é a reflexão que interferem ou enfraquecem o sinal, que muitas vezes é tão forte que o sinal não atinge todos os dispositivos na rede, “um bom planejamento de transmissão sem fio, que também leva em conta todas as mudanças dinâmicas no ambiente é, portanto essencial para a confiabilidade da transmissão”. Com esse novo padrão o especialista da Siemens ainda reforça a possibilidade de utilização dessa rede não apenas para aquisição de dados e monitoramento de processos, mas para ações efetivas de controle através da rede.

Uma vez que um dispositivo tenha a capacidade de se conectar em uma rede “*wifi*”, ele receberá um endereço de IP único dentro de uma faixa, ainda muito comum utilizar roteadores que usam o protocolo IPv4, apesar de existir roteadores no mercado disponibilidade de uso do

IPv6, que possibilita o dispositivo ser identificado e então transmitir, receber e até controlar dados e processo de uma aplicação industrial.

Uma aplicação cada vez mais comum utilizando esse tipo de comunicação é a instrumentação “*wireless*”, que tem possibilidade de monitorar dados de processo como vazão, pressão, nível e temperatura através de elementos sensores que possuem transmissores “*wifi*”, esses dados são transmitidos para gateways que convergem o sinal para uma rede cabeada e disponibilizam a informação para controladores lógicos ou sistemas supervisórios de aquisição de dados.

2.3.3.3 RFID

Não apenas monitoramento de processos a indústria 4.0 conceitua, mais sim os produtos deverão estar sendo monitorados em todas as etapas de fabricação e uma tecnologia que se enquadra nessa aplicação é o RFID (“*Radio Frequency Identification*”).

De acordo com o gerente de produto do “*Simatic Ident*” Markus Welnländer, ao mesmo tempo em que tecnologias como a do padrão UHF de RFID, ou seja, a UHF-RFID tem excelentes resultados em uma linha de produção em massa ou volumosa, identificando partes ou produtos em lotes e com um alcance de até 8 metros, pode também ser uma desvantagem, pois não garante que 100% das peças são identificadas em função da reflexão e do próprio ambiente hostil da indústria se tornando um desafio dessa tecnologia. Outro padrão de RFID bastante usado é o UH-RFID, que se sobressai pois consegue armazenar um grande volume de informação com velocidade de leitura superior.

Mas ele ainda reforça que o sistema deve estar dimensionado para no máximo dois metros de modo a garantir a identificação dos produtos. Com o desenvolvimento do “RF600 RFID”, equipamento de leitura da Siemens para as etiquetas inteligentes RFID compatível com o padrão Ethernet, as fabricas da Mercedes-Benz na Alemanha e na Hungria estão obtendo resultados, “com uma taxa média de leitura de 99,99 por cento, o sistema cumpre com sucesso todos os requisitos do cliente em termos de confiabilidade e aplicação prática”.

Essa tecnologia de fato é promissora ao que se diz respeito à indústria 4.0, porém definir um padrão ou garantir a interoperabilidade entre sistemas, no sentido de reaproveitar uma etiqueta usada em um processo do fornecedor e replicar posteriormente ao cliente pode ser a

chave para o sucesso no que se refere à total integração e verticalização em uma cadeia de suprimentos, é uma questão a ser tratada na garantia do desenvolvimento.

Destaca-se a questão de como os dispositivos deverão estar se comunicando, sendo necessário o desenvolvimento de equipamentos, softwares e tecnologias já existentes e em que as aplicações deverão se convergir disponibilizando informações para servidores, sejam eles locais como é hoje, ou em um futuro próximo em uma nuvem remota com os conceitos da Indústria 4.0.

2.3.4 VIRTUALIZAÇÃO DE SISTEMAS

Segundo a indústria do futuro da empresa Bosch Rexroth, “dentro das fábricas do futuro, tanto os produtos quanto as máquinas serão capazes de comunicar-se e monitorar-se. Eles descobrirão se existem falhas e, usando cálculos independentes, determinarão quando a manutenção é necessária. Estas mudanças tornarão a produção e a logística mais flexível, já que a informação não mais será processada por uma única unidade central.”

Fica implícito no trecho descrito acima que as informações de processo estarão sempre sendo publicadas não mais apenas para a operação em campo, ou nas camadas de supervisão e gestão da empresa, mais a informação estará sendo tratada e disponível também na internet que servirá para criação de ações e de tomadas de decisão também no lado externo da empresa em sua cadeia de fornecimento, e assim as empresas usarão infraestrutura virtual para armazenamento e publicação de informação com os servidores em nuvem.

É certo que a virtualização de sistemas é uma tecnologia que veio com a proposta de reduzir investimentos, otimizar recursos e flexibilizar sistemas, nesse sentido é totalmente aceitável utilizar como um dos conceitos de indústria 4.0. O capítulo três é dedicado ao estudo em detalhes da tecnologia para aplicações na indústria.

2.4 BENEFÍCIOS

Ao longo da apresentação das principais tecnologias que serão protagonistas da indústria 4.0, foram abordadas algumas vantagens e benefícios que serão fundamentais para viabilizar suas implantações, as tecnologias que hoje estão em operação poderão e vão ser aproveitadas sendo integradas em novas tecnologias que aparecerão em um futuro próximo, mas obviamente substituições de tecnologias deverão ocorrer no sentido de adequação e

estabelecimento de padrões. Com base nessa ideia os benefícios deverão ser muito bem defendidos, assim o estudo indústria 4.0 da ACATECH (2013) apresenta essas justificativas como uma das bases do estudo, abaixo um breve resumo desses benefícios.

Redução de custo é palavra de ordem em todo investimento, então investir em uma tecnologia nova deverá trazer resultados concretos na produção como redução de qualidade e nesse sentido aumento de produtividade de preferência com redução de mão-de-obra direta no processo produtivo e redução de consumos de matéria primas e insumos. Garantir que esses indicadores sejam favoráveis dará visibilidade para o desenvolvimento do conceito, vimos o exemplo na Siemens com excelentes resultados em qualidade. Assim importante que cada projeto seja tratado observando às particularidades de processo e prevendo não só detalhes, mas sim o mundo externo, os ganhos com economia de energia e redução de estoques serão ferramentas muito utilizadas com informação.

Da produção de matéria prima base até o produto final, pode passar por muitas transformações e muitos processos compartilhados entre varias indústrias e ou empresas, então não basta só desenvolver a indústria em parte dessa cadeia, todos deverão estar atento nas tecnologias, de tal maneira que exista uma integração e um monitoramento continuo e que dados de eficiência, por exemplo, estejam bem claros a todo e qualquer processo até o cliente final seja ele na indústria de consumo ou de ponta, refletindo não só em benefícios de custo de prazo, mais de bem estar dos clientes.

O aumento de competitividade é um benéfico que reflete também em maximização de custos e fidelização de clientes, na indústria 4.0 o fluxo da produção será de tal maneira que a personificação seja em pequena ou grande escala será uma realidade sem grandes transtornos e perdas de produtividade no processo, assim dará condições para a criação cada vez mais valor agregado nos produtos inclusive desenvolvimento novas matérias primas e insumos.

O autodiagnostico das máquinas é uma situação inovadora e que na indústria 4.0 dará um suporte valoroso no que diz respeito aos profissionais de manutenção e automação de uma planta, essa função será similar a um software conectado na internet que recebe atualizações e está sempre comunicando com os desenvolvedores, essa característica de operação da máquina trará, quando houver determinada ocorrência de manutenção, não agilidade na resolução, mas também um suporte personalizado do fornecedor, inclusive com diagnósticos previstos no

sistema de outros clientes da mesma máquina, independente em que lugar do mundo este estiver.

Redução de tempo e riscos envolvidos com atrasos na entrega da produção em função de entrada de matérias primas diferentes do habitual poderá ser mitigada com sistemas que testarão e simularão o comportamento das mesmas em produção e darão o resultado habilitando ou não essas matérias prima, não só no que diz respeito ao processo produtivo mais em relação a toda a cadeia produtiva levando em consideração logística e capacidade do fornecedor.

Basicamente outros benefícios serão identificados à medida que novas aplicações e tecnologias surgem e de maneira natural possam contribuir para que os sistemas de automação e informação se integrem por completo. Para tal objetivo, as empresas de uma maneira geral deverão se esforçar para padronizarem as tecnologias, desenvolverem novos métodos de produção, criarem excelentes infraestruturas que atendam a necessidade de segurança da cadeia produtiva de modo geral, desenvolvam as competências humanas e as legislações para se adequarem a novas tendências e por fim não só uma regra da Industria 4.0 mais uma determinação da terceira revolução com a chegada da automação, otimizem os recursos.

3. VIRTUALIZAÇÃO DE SISTEMAS

3.1 INTRODUÇÃO

O surgimento dos primeiros conceitos da tecnologia de virtualização vieram da década de 60, que segundo a IBM empresa quem desenvolveu o primeiro projeto, após muito desenvolvimento foi em 2 de agosto de 1972 que o chamado IBM VM 370, foi lançado oficialmente como um produto da empresa. De acordo com o site INFOESTER, o desenvolvimento dessa tecnologia foi necessário em função da falta de flexibilidade que a tecnologia da informação tinha no período inicial a terceira revolução industrial, a INFOESTER destaca ainda “uma das razões para o surgimento da virtualização é que, anos atrás, na época em que os *mainframes* dominavam o cenário tecnológico e não havia computadores pessoais, por exemplo, não existia a praticidade de "adquirir, instalar e usar um software" - este era acompanhado de bibliotecas e outros recursos que o tornavam quase que exclusivos ao o computador para o qual foi desenvolvido originalmente”.

Uma definição para a tecnologia é, uma técnica que utiliza dentro de uma mesma estrutura computacional e um mesmo recurso físico (Dispositivos de Hardware) e opera diversos recursos lógicos em paralelo (Sistemas Operacionais e Aplicativos). De acordo com a definição de HWANG (2012), a proposta da virtualização de sistemas é “aprimorar o compartilhamento de recursos entre muitos usuários e melhorar o desempenho computacional em termos de utilização de recursos e flexibilidade de aplicações”. Descrição simplista utilizado pelo autor que em sua obra busca aprofundar os principais conceitos de virtualização detalhando as arquiteturas, requisitos de hardware e as principais técnicas relacionando com os níveis de aplicação. Com base nessa e outras referências foi possível apresentar nessa obra um detalhamento mais claro entre essas relações de técnicas de virtualização e seus respectivos níveis de aplicação.

Algumas dessas técnicas, apesar de estarem se popularizando em diversas aplicações corporativas e ganhando grande expansão em aplicações industriais e automação nos últimos anos, ainda possui grandes perspectivas de crescimento em função do contínuo desenvolvimento da capacidade de processamento dos computadores, nesse sentido é certo que novas aplicações e arquiteturas estarão sendo criadas com o advento da indústria 4.0, até a chegada de novos desenvolvimentos então, iremos conheceremos a seguir o que são hoje os principais níveis e suas relações.

3.2 ARQUITETURAS

O objetivo dessa obra é dar ênfase nos níveis de implementação que suportam aplicações em automação industrial, porém para um entendimento claro e amplo da tecnologia de virtualização de sistemas operacionais, esses níveis serão apresentados à frente sendo destacadas antes, as arquiteturas de software e hardware que envolve os conceitos principais dessa tecnologia.

3.2.1 ARQUITETURAS DE PROCESSAMENTO

É importante destacar que o componente principal na arquitetura de hardware de um microcomputador ou de um servidor, relacionado ao software é o processador, que dita quais técnicas são passíveis de utilização na virtualização, e isso está atrelado pelo fato de existirem softwares que não foram desenvolvidos para a arquitetura de processadores como as mais utilizadas que são a da família x86, largamente fabricada pela Intel e AMD.

Os softwares para o uso da virtualização de sistemas, que atende aos níveis que são utilizados em aplicações industriais, são compostos basicamente por uma VMM “*virtual machine monitor*” ou “*hypervisor*”, que define e gerencia o comportamento de uma máquina virtual em relação ao hardware existente e ao sistema operacional hospedeiro, e segundo HWANG (2012), são três os requisitos básicos de hardware, mais especificamente da arquitetura do CPU, que viabiliza a utilização de um “*hypervisor*”, sendo a x86 então a arquitetura que satisfaz esses requisitos:

- O “*hypervisor*” deve ser responsável pela alocação de recursos de hardware para os programas;
- Não é possível haver acesso de um programa à um recurso de hardware que não tenha sido explicitamente alocado a esse acesso;
- Não é possível em nenhuma condição um recurso já alocado ser acessado pelo “*hypervisor*”.

Como vimos o papel do “*hypervisor*” é entre outros, estabelecer a comunicação entre hardware e máquina virtual, e essa comunicação não é dedicada apenas para satisfazer os requisitos do CPU, mas sim existem outras funções em uma arquitetura de microcomputadores e servidores como a utilização de dispositivos integrados e periféricos

como, por exemplo, dispositivos de rede, placas de vídeo, placas de som, e que com base nisso temos duas classificações para software “*hypervisor*” que ilustra esse aspecto.

3.2.1.1 HYPERVISOR MICRO-KERNEL

O “*hypervisor*” do tipo “*micro-kernel*” de maneira simplificada não carrega em sua estrutura os “*drivers*” que são os códigos gerados para que um dispositivo qualquer seja inserido no conjunto de hardware principal e possa ser entendido e esteja funcional no sistema operacional, de modo que nesse caso especificamente os sistemas operacionais hóspedes utilizam os drivers do próprio hospedeiro. Uma vantagem é que é possível utilizar um “*hypervisor*” dessa categoria em qualquer configuração de hardware. Do ponto de vista de um sistema operacional virtualizado, essa característica fica bastante evidente quando se utiliza um “*hypervisor*” do Windows, que inicialmente já apresenta os drivers do sistema operacional hospedeiro. Exemplos de sistemas podem citar o próprio Windows e o “*VMware Workstation*”.

3.2.1.2 HYPERVISOR MONOLÍTICO

No caso dessa segunda arquitetura de implantação de acordo com a definição do site ALEXSOUZA, “o “*hypervisor*” monolítico é um component de software que se utiliza de drivers instalados diretamente no “*hypervisor*”.Esse modelo oferece um desempenho um pouco maior, porém, limita o hardware em que “*hypervisor*” seja instalado”. Em termos práticos a grande maioria dos sistemas operacionais antigos utilizavam esse tipo de estrutura e de certa forma era compatível com a oferta de hardwares disponíveis nessa época, um exemplo clássico desse tipo de “*hypervisor*” é o DOS, Linux, UNIX e a “*VMware*” ESX. Apesar de um bom desempenho, as aplicações eram executadas apenas uma a cada vez, o que justifica um bom desempenho, ou seja, obviamente uma estrutura obsoleta os computadores atuais.

3.2.2 EMULADORES

Existe ainda outra característica de virtualização que podemos classificar como sendo a dos emuladores, na qual seus recursos de sistema ou instruções de processamento são executados apenas no ambiente do próprio software que em alguns casos sofre uma recompilação, então quando em operação em um sistema operacional, não produz nenhuma influência direta no

processamento do hardware. Os emuladores basicamente simulam em um ambiente de um sistema operacional, sistemas eletrônicos como, por exemplo, videogames, celulares e calculadoras e também aplicações de desenvolvimento de sistemas operacionais e de softwares intermediários como veremos nos níveis de biblioteca e conjuntos de instruções.

3.2.2.1 EMULADORES DE SOFTWARE/MIDDLEWARE

Esses emuladores podem ser definidos em duas classificações, emuladores que são base totalmente software como descrito na introdução, videogames, calculadores, etc., porém existe também uma variação que são os emuladores parcialmente software onde existe uma interação com o hardware e este pode ser fundamental para que o emulador funcione corretamente.

O nível de virtualização que veremos a seguir e que se enquadra nesse tipo de emulador é o nível de suporte a biblioteca, em detalhes abordaremos esse nível nos próximos tópicos.

3.2.2.2 EMULADORES DE HARDWARE/FIRMWARE

Esses emuladores partem do mesmo princípio de serem definidos em duas classificações, então existem os emuladores que são os de base total hardware que não dependem de software algum e funcionam, por exemplo, quando um processador de uma arquitetura específica consegue emular instruções de um processador de outra arquitetura. E existem os emuladores parcialmente baseada em hardware que um conjunto de hardware é projetado para exercer a função de emulação, porém é necessário um software gerenciar tal execução.

Esse também é considerado um nível de virtualização que também será abordado nos próximos tópicos no nível de conjunto de instruções.

3.3 NÍVEIS DE VIRTUALIZAÇÃO

Apesar de uma descrição simplista e clara do que significa a virtualização, existe uma série de conceitos complexos sobre o assunto que para entender de uma maneira mais simplificada, os estudos de HWANG (2012) dividiram as aplicações em cinco níveis, passando por aplicações mais simples e muito utilizadas nos sistemas corporativos em tecnologia da informação, em soluções interessantes para indústria e automação, em soluções que foram

adaptadas para uma aplicação específica e em soluções que estão em pleno desenvolvimento com a necessidade de verticalização dos sistemas como abordado na capítulo anterior.

Nesse tópico será feita uma abordagem geral dos níveis de aplicações da virtualização e principalmente fazendo uma analogia com os cinco níveis de automação industrial para ter uma base onde os níveis são aplicados realmente na indústria. Para conceituar os cinco níveis de automação utilizaremos a pirâmide da automação como referência como podemos ver na figura 6 abaixo, para identificar os níveis que são: aquisição de dados e atuadores no processo; operação/controle de processos; supervisão da planta; gestão da planta (suprimentos, planejamento e logística); e por fim gestão do negocio.

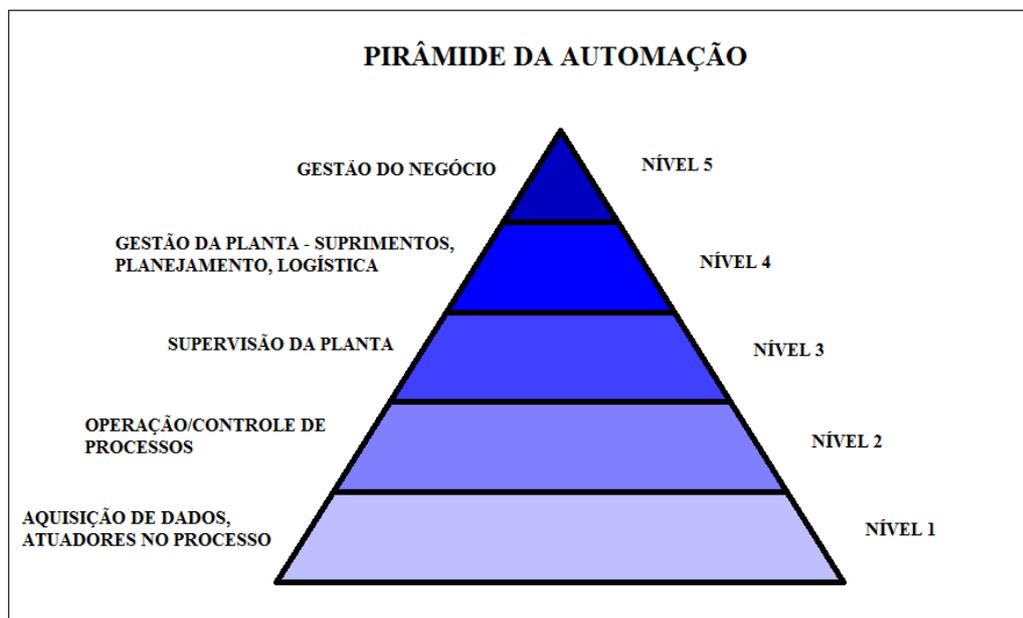


Figura 6 – Pirâmide da automação e seus níveis de aplicação na indústria.

Fonte: Próprio Autor

3.3.1 NÍVEL DE APLICAÇÃO – BASEADO EM HOST OU VDI (VIRTUALIZAÇÃO DE SERVIDORES E TERMINAIS)

A virtualização como este nível sugere é muito comum em ambientes corporativos na qual, é muito comum ser instalado um terminal de acesso que quase sempre é um equipamento eletrônico com periféricos reduzidos, ou seja, é possível encontrar apenas as portas de entrada para mouse e teclado e monitor e no máximo uma entrada “USB” “Universal Serial Bus”, e não um computador com arquitetura tradicional, com memória, processador, e disco rígido.

Isso é possível, pois todo o processo ocorre em um servidor local, que disponibiliza um ambiente personalizado ao usuário que utiliza o terminal para fazer o seu acesso e manipular os aplicativos que foram personalizados conforme é possível visualizar na figura 7.

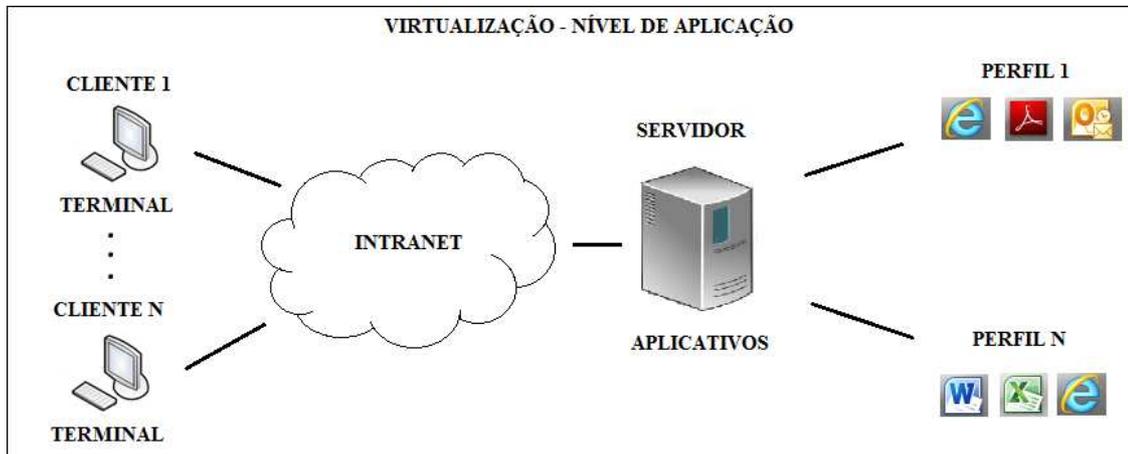


Figura 7 – Arquitetura do nível aplicação utilizando terminais e rede local.

Fonte: Próprio Autor

É possível também, uma vez que o servidor esteja habilitado com ferramentas de acesso à internet, realizar os acessos através de um computador tradicional fora da rede local, sem a necessidade de utilização de um software específico para o acesso, ou seja, apenas o uso do navegador de internet e o endereço do servidor conforme podemos ver na figura 8.

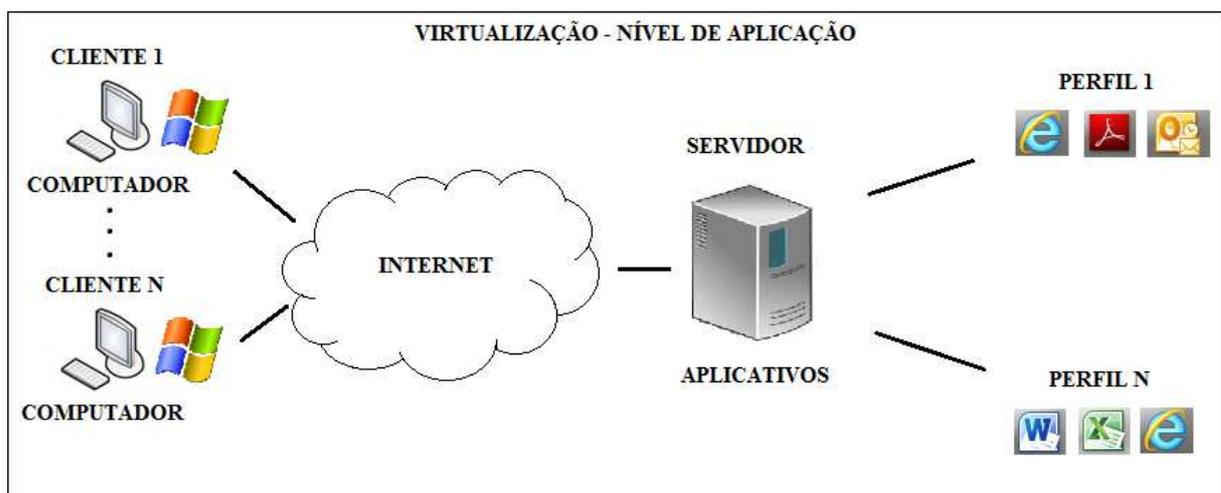


Figura 8 – Arquitetura do nível aplicação utilizando computador tradicional e internet.

Fonte: Próprio Autor

Uma vantagem para esse tipo de aplicação é que os custos de investimentos e manutenção são reduzidos quando é substituído o uso de computadores tradicionais e passa a adotar os terminais configuráveis, porém mesmo que se utilizem os computadores tradicionais se torna uma vantagem, pois você pode abrir o seu ambiente de trabalho em qualquer lugar do mundo tendo acesso a internet.

A desvantagem é que no caso do terminal, ele é um equipamento que tem o seu uso dedicados para esse tipo de aplicação o que não o deixa flexível e mesmo utilizando um computador tradicional nem sempre o usuário terá acesso para administrar seus aplicativos, ou seja, sempre dependerá de um administrador e que muitas vezes não permitirá adicionar ou atualizar versões de software e aplicativos nesse ambiente.

Importante destacar que para aplicações em automação industrial esse nível poderia ser utilizado somente para as três primeiras camadas da pirâmide de automação, ou seja, se enquadraria perfeitamente para a gestão dos negócios, gestão da planta e o nível de supervisão da planta, pois para os níveis abaixo demandariam haver sistemas mais flexíveis em função da possibilidade de uso de protocolos de comunicação de redes industriais e não apenas de uma rede ethernet comum. Outro ponto é a relação de controle, é possível efetuar um controle remotamente, porém não justificaria trazer a camada de controle para esse nível de aplicação pois alguns processos se baseiam em normas que impedem esse tipo de manuseio fora do contexto do processo físico, abaixo a figura 9 vemos os níveis de automação correspondente a esse nível de virtualização.

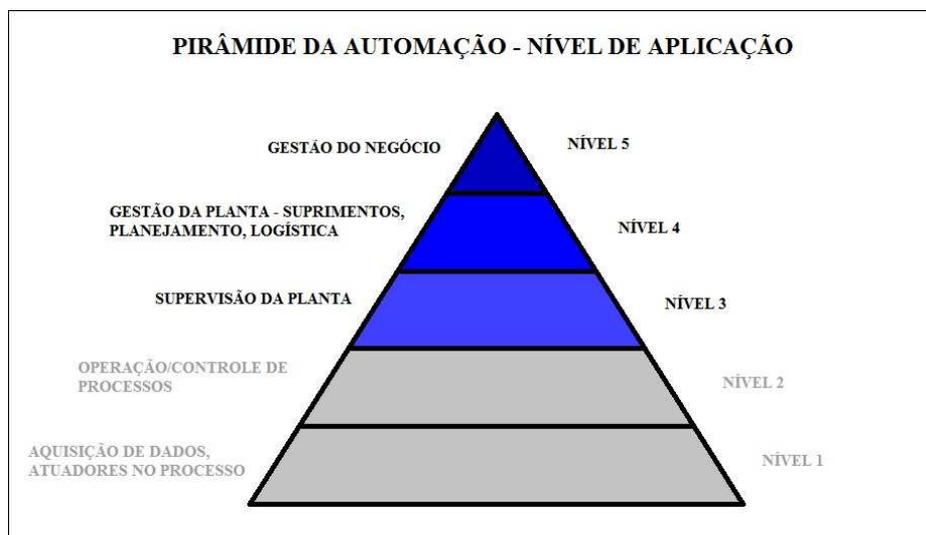


Figura 9 – Pirâmide da automação em nível de aplicação.

Fonte: Próprio Autor

3.3.2 NÍVEL DE BIBLIOTECA (EMULAÇÃO DE SOFTWARES/MIDDLEWARE)

Esse nível trata de aplicações modificadas originalmente, seja um sistema operacional ou um software qualquer, para poder funcionar em outras plataformas, ou seja, no caso de um aplicativo que eventualmente foi desenvolvido para rodar no sistema operacional Windows, é emulada uma versão para ser utilizado no sistema Linux, e no caso de sistemas operacionais, como abordado anteriormente a grande restrição fica por conta dos processadores com outras arquiteturas, nesse sentido um sistema operacional é de certa maneira emulado para rodar em uma arquitetura diferente da que foi construído.

Outro tipo de sistema, os Middlewares que são softwares intermediários, pois são capazes de construir e compilar softwares, conhecido também como API “*application programming interface*” em português significa interface de programação de software, que segundo o site WIKIPEDIA, representa um conjunto de rotinas, protocolos e ferramentas para o desenvolvimento de software, e que podem ser desenvolvidos para atuar em arquiteturas e sistemas operacionais específicos, de maneira que podem também ser emulados a fim de rodarem em sistemas diferentes dos originalmente previsto.

Vantagens de aplicação desses softwares é a flexibilidade que eles proporcionam no sentido de utilizar um mesmo desenvolvimento em qualquer plataforma, porém uma desvantagem pode ser com relação à complexidade da recompilação e a possíveis restrições em utilização de alguns recursos. Veja abaixo na figura 10 abaixo uma representação da aplicação desse nível de virtualização.

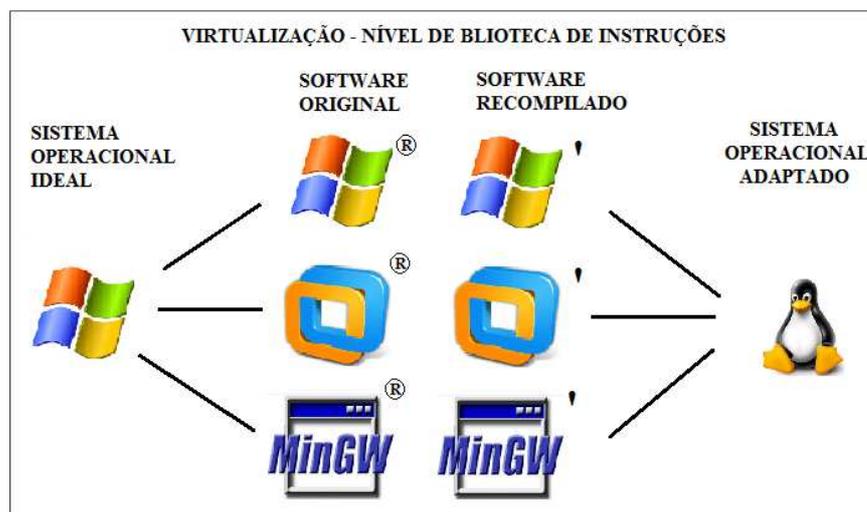


Figura 10 – Emulação de software para sistemas operacionais, aplicativos e compiladores.

Fazendo uma analogia com a classificação dos emuladores esse nível se encontra em tipos de emuladores de Software/Middleware que podem ser totalmente baseado em softwares cujo suas instruções ocorrem no próprio aplicativo ou parcialmente baseada em software onde existe uma interação do software emulado com uma parte do conjunto de hardware onde as aplicações estão sendo gerenciadas.

Na automação industrial a utilização desse tipo sistema não é usual, já que os sistemas desenvolvidos para as aplicações normalmente são muitos específicos e muitas vezes personalizados para tal função, dificilmente ocorre à necessidade de adaptação ou emulação de software para uma aplicação em qualquer nível da pirâmide. Nesse sentido fica evidente que esse nível na se aplica nos conceitos de automação.

3.3.3 NÍVEL DE SISTEMAS OPERACIONAIS – SERVIDOR PRIVADO OU VPS (VIRTUALIZAÇÃO DE SERVIDORES EM NUVEM)

Esse nível de virtualização é também conhecido como “*Virtual Private Server*” ou simplesmente VPS, e basicamente funciona como um serviço oferecido por empresas que possuem grandes “*clusters*” de servidores e que dedicam um volume qualquer para hospedar um sistema operacional de acordo com a necessidade da empresa e usuário. Outros serviços também podem ser oferecidos como apenas espaço físico para armazenamento de dados.

Como podemos verificar na figura 9 abaixo a arquitetura desse nível de virtualização utiliza um software “*hipervisor*” “*VMware*”, software comumente utilizado principalmente na virtualização de sistemas operacionais “*Windows*”, nesse exemplo abaixo a figura mostra o software instalado no servidor remoto para pode criar uma ou mais máquinas virtuais no cluster.

Uma vantagem nessa virtualização é que os sistemas operacionais podem ser personalizados pelo próprio usuário que normalmente tem certa autonomia no gerenciamento e nos acessos de sua máquina virtual, porém uma desvantagem é que o sistema pode se tornar lento, segundo HWANG (2012), é um desafio ainda para a tecnologia proporcionar o máximo de sistemas operacionais convidados em um mesmo sistema operacional hospedeiro e a tecnologia atual deverá se desenvolver mais, conquistando uma maior capacidade em todos os aspectos para viabilizar esse tipo de funcionalidade. Veja na figura 11 abaixo como fica a arquitetura nesse nível de virtualização.



Figura 11 – O nível sistema operacional roda máquinas virtuais em clusters remotos.

Fonte: Próprio Autor

Para aplicações em automação industrial, começa a se tornar complexo identificar em quais camadas se aplicaria esse tipo de funcionalidade, porque quando se pensa em aplicações em nuvem devemos identificar qual é o nível de maturidade em aplicações em nuvem que a empresa possui em sua planta, pois imagine que toda a gestão da planta é feita em nuvem, então o servidor SCADA já demanda aplicações que publiquem informações em endereço na internet, nesse sentido é iniciada uma discussão bastante complexa com relação à segurança dos sistemas de automação.

Evidente que com o desenvolvimento de novos equipamentos e padrões para indústria dentro das perspectivas e conceitos vistos no capítulo anterior, conheceremos novas formas seguras de aplicações em nuvem, assim com essa visão futurista podemos considerar que aplicações desse tipo poderiam já estar entrando no contexto de operação e controle se entendermos que, havendo um dispositivo possuindo interface amigável com os padrões da ethernet e internet dentro do conceito de IIOT, estes estarão habilitados provavelmente para criar um caminho direto do campo para à nuvem. Veja na figura 12 abaixo o nível de virtualização de sistema operacionais convergente aos quatro superiores níveis de automação.



Figura 12 – Pirâmide da automação em nível de sistema operacional.

Fonte: Próprio Autor

3.3.4 NÍVEL DA CAMADA DE ABSTRAÇÃO DE HARDWARE (VIRTUALIZAÇÃO DE SERVIDORES/DESKTOPS)

O nível em questão não une arquiteturas de rede, e refere-se apenas na implementação de máquinas virtuais hospedeiras utilizando “*hypervisor*” instalados em microcomputadores e servidores com um sistema operacional hospedeiro, ou seja, conceitualmente é o nível que apresenta técnicas e ferramentas que possibilitam a utilização dessa tecnologia em arquiteturas de hardware, mais especificamente arquiteturas do processador. Em termos gerais existem diversos softwares que combinados com os sistemas operacionais permitem máquinas virtuais possam rodar em qualquer ambiente, veja na figura 9 abaixo uma arquitetura simplificada desse nível.

As vantagens de se utilizar esse tipo de aplicação é novamente o custo reduzido que se tem utilizando apenas um conjunto de hardware, outra questão é a integridade não só apenas de um dado mais de todo um sistema que pode ser facilmente arquivado e restaurado. Uma desvantagem ainda está por conta da capacidade do hardware que limita o número de máquinas virtuais a ser utilizadas em um mesmo conjunto, pois consome muito recurso de processamento, é bem comum que o sistema se colapse dependendo inclusive da versão que se utiliza do sistema operacional.



Figura 13 – Arquitetura simplificada de gerenciamento de máquinas virtuais.

Fonte: Próprio Autor

Porém ainda é necessário apresentar mais detalhadamente esse modelo de virtualização que é classificado em duas vertentes, ou seja, a virtualização completa e a paravirtualização que será tratada na sequência essa abordagem.

3.3.4.1 VIRTUALIZAÇÃO COMPLETA

Para entendermos melhor como funciona a virtualização completa é necessário entender o funcionamento da arquitetura do processador x86 em relação aos privilégios de acesso dos sistemas operacionais à camada de hardware. Veja na figura 14 abaixo que esses privilégios são divididos em camadas que vão de 0 à 3, e segundo o artigo do site “VMware”, normalmente os aplicativos são executados na camada 3 e os sistemas operacionais que devem ter acessos privilegiados nas suas instruções e acessos diretamente a todos os componentes hardware são executados na camada 0.

Um grande desafio encontrado pela “VMware” foi executar instruções no hardware sem que o sistema operacional estivesse na camada 0, como é o caso do sistema operacional hospedeiro, e sim como é o caso das máquinas virtuais hóspedes que também demandariam justamente esses privilégios nos acesso de funções e instruções de hardware, mas que estariam sendo executadas sobre uma aplicativo em outra camada da arquitetura. Essa questão foi solucionada em 1998 quando surgiu a técnica de translação binária que é uma das classificações de virtualização que iremos ver a seguir juntamente com a técnica de Assistência de Hardware e a Paravirtualização.

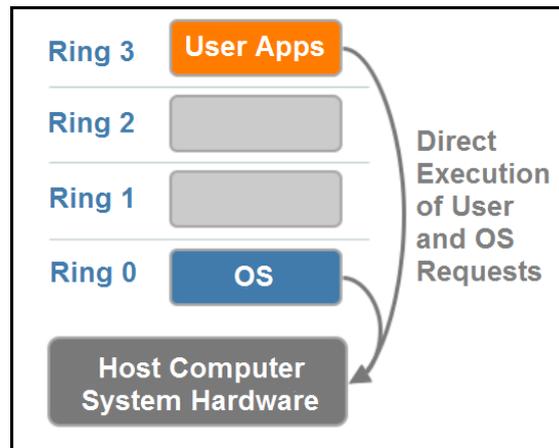


Figura 14 – Nível de privilégio da arquitetura de processador x86 sem virtualização.

Fonte: VMware

3.3.4.1.1 VIRTUALIZAÇÃO COMPLETA USANDO TRANSLAÇÃO BINÁRIA

Importante destacar que em uma virtualização completa, cada sistema operacional hóspede possui um ambiente virtualizado individualmente para todo o conjunto de hardware, ou seja, em um exemplo de uma placa de rede que apesar de haver apenas uma placa física, existe em paralelo uma placa de rede da máquina virtual, podendo ser acessada com as mesmas características simultaneamente e isso sem alteração qualquer do sistema operacional hospede, somente com a técnica de translação binária implementada no próprio “*hypervisor*” da “*VMware*”. Veja na figura 15 abaixo a arquitetura utilizando essa técnica que faz uma tradução das instruções do sistema operacional hospedeiro, utilizando uma nova sequencia de instruções realizadas pelo sistema operacional hospede que é reconhecida pelo hardware virtual e produz o efeito de virtualização.

O artigo da “*VMware*” destaca ainda que o comportamento do sistema operacional hospede é como se fosse uma máquina real, sem conhecimento que está sendo virtualizado e com o nível de usuários/aplicativos funcionando em tempo real sem qualquer tipo de atraso.

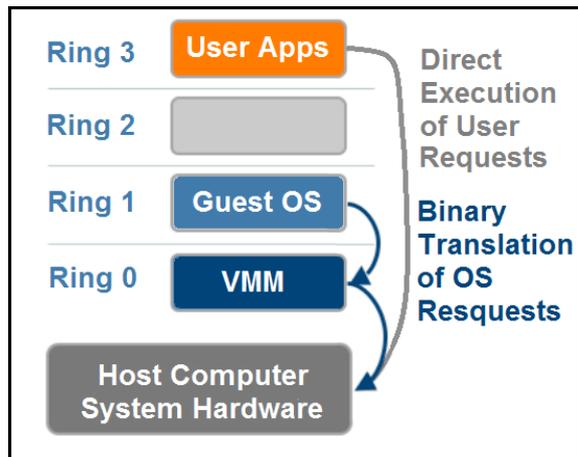


Figura 15 – Nível de privilégio da arquitetura de processador x86 com virtualização utilizando a técnica de translação binária.

Fonte: VMware

3.3.4.1.2 VIRTUALIZAÇÃO COMPLETA USANDO ASSISTÊNCIA DE HARDWARE

Como o próprio nome se refere, esse tipo de virtualização faz uso de um processador desenvolvido especificamente para aplicações de virtualização, segundo a "VMware" os maiores fabricantes de processadores, a Intel e AMD já possuem modelos compatíveis com esse conceito, veja na foto 16 o funcionamento das instruções de acesso ao CPU.

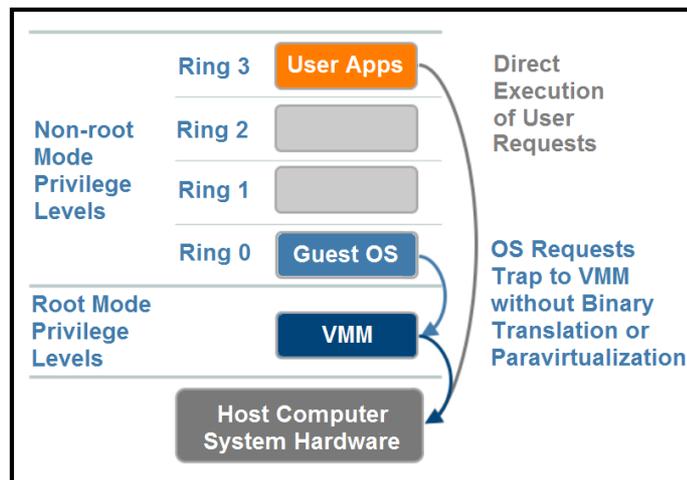


Figura 16 – Nível de privilégio da arquitetura de processador x86 com virtualização utilizando assistência de hardware.

Fonte: VMware

Com o uso desses processadores os acessos de hardware dos aplicativos ou dos sistemas operacionais hóspedes são gerenciados pelo "hypervisor" em um nível dedicado que é

automaticamente habilitado, assim nenhuma tradução é necessária, pois o próprio software trabalha com privilégio nas instruções.

3.3.4.1.3 VIRTUALIZAÇÃO COMPLETA APLICADA À AUTOMAÇÃO

Em observação abaixo na figura 17 existe uma arquitetura de rede em quatro níveis que se refere ao conceito da pirâmide de automação e à virtualização completa, o nível um que relaciona com o baixo nível de informação não se enquadra nesse tipo de aplicação.

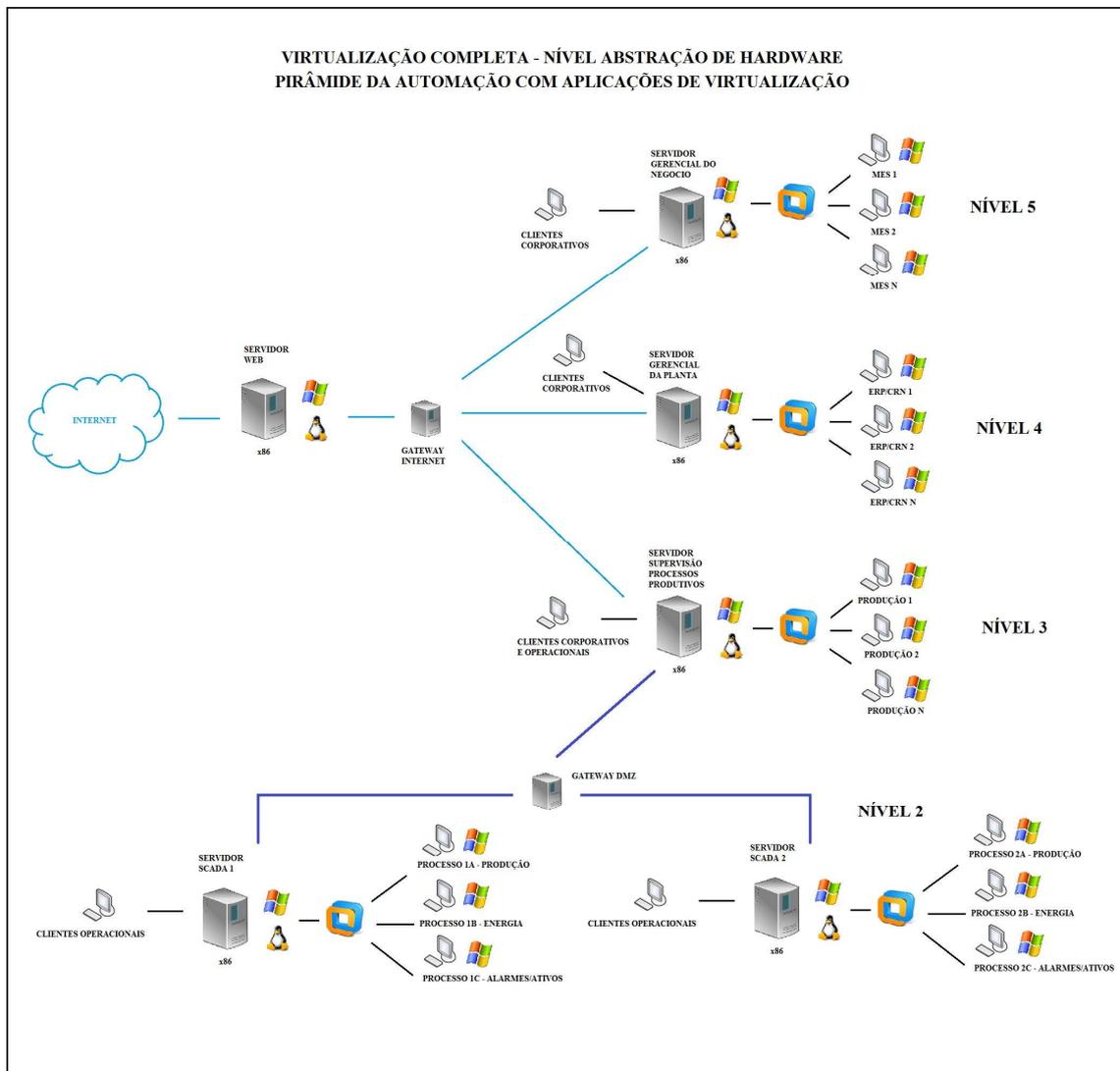


Figura 17 – Pirâmide de automação aplicada no nível de abstração de hardware.

Fonte: Próprio Autor

Essa é uma perspectiva presente, pois dentro desses conceitos já existem tecnologias para tais aplicações, e como é o caso do processador na técnica de assistência de hardware abordado anteriormente, essas tecnologias já vêm se desenvolvendo dando condições para que

essas aplicações tenham um bom nível de confiabilidade e segurança permitindo a utilização na indústria já que é onde múltiplas aplicações, inclusive no que se refere ao nível de operação/controlado de processos, são e poderão cada vez mais ser benéficas.

Um ponto a se destacar na indústria e nos equipamentos de automação é que nem sempre os sistemas operacionais dão suporte para aplicações com muito tempo de operação, e onde é quase certo não haver compatibilidade, seja de um software de um fornecedor específico ou até mesmo de um driver de um dispositivo qualquer. Nesse sentido a virtualização completa contribui e muito, pois não se torna necessário migrar um supervisor por exemplo de um sistema operacional descontinuado para um sistema operacional recente, basta utilizar esse sistema em uma máquina virtual.

Outro detalhe é com relação à integração de sistemas, porque quando existe um sistema isolado como um sensor local, ou uma ilha de produção de manufaturados, que não tenha acesso a rede no segundo nível, de supervisão, controle e aquisição, está poderá então começar a fazer parte de um sistema utilizando máquinas virtuais para integrar informações de campo perdidas, ou seja, será visto um estudo simulado de projeto de integração no capítulo 4, que retira uma variável isolada e traz para um banco de dados, essa simples integração pode ser muito útil quando as variáveis são críticas e ou importantes para o processo produtivo como um todo.

3.3.4.2 PARAVIRTUALIZAÇÃO

Também conhecida como virtualização de assistência a sistemas operacionais, a paravirtualização segundo a “*VMware*”, “refere-se a comunicação entre os sistemas operacionais hóspedes e o “*hypervisor*” no sentido de melhorar o desempenho”, na prática o que ocorre é que o sistema operacional paravirtualizado é modificado nesse tipo de virtualização e essa comunicação chamada de “*hypercalls*” como vemos na arquitetura de paravirtualização da figura 18 abaixo, se comunica com uma camada dedicada a virtualização ou “*hypervisor*”.

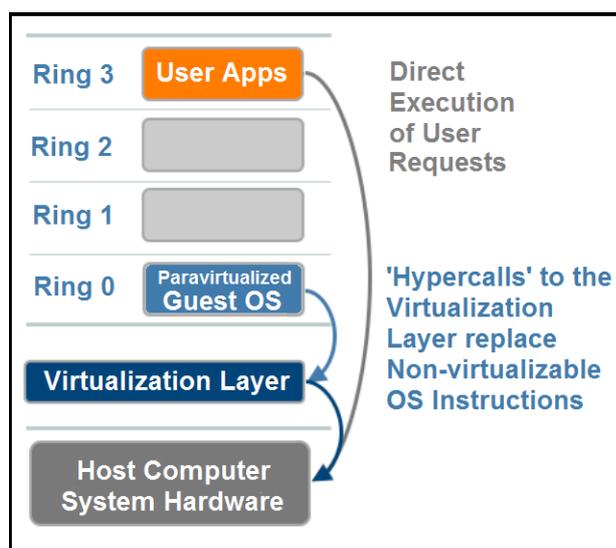


Figura 18 – Nível de privilégio da arquitetura de processador x86 com a paravirtualização.

Fonte: VMware

A flexibilidade de utilizar um sistema operacional que pode ser personalizado ou modificado pode ser um ponto positivo dessa modalidade, outra questão é que o sistema utiliza quase sempre o driver equivalente ao conjunto de hardware existente sem possibilidade de incompatibilidade, porém se restringe à alguns poucos sistemas que dão essa condição.

Na automação industrial, esse tipo de virtualização pode ter as mesmas aplicações que a virtualização completa, desde que os desenvolvedores de supervisórios e servidores de banco de dados prevejam utilizar os softwares modificados e forneçam já os conjuntos de hardware adaptados para essas aplicações, porém não é muito usual esse tipo de fornecimento e desenvolvimento.

3.3.5 NÍVEL DE ARQUITETURA DE CONJUNTO DE INSTRUÇÕES (EMULAÇÃO DE HARDWARE/MIDDLEWARE)

Esse nível conforme abordado acima é um nível que tem a função de emular instruções de processadores, ou seja, em baixo nível de programação em arquiteturas diferentes, segundo HWANG (2012), uma instrução desenvolvida para uma arquitetura de processador x86, pode ser realizada em outra arquitetura através de um software capaz de emular essa instrução. Uma instrução criada para um processador descontinuado da arquitetura x86 pode ser realizada em um processador atual com a utilização desses mesmos tipos de software,

analogamente esses dois exemplos demonstram a capacidade emulação de um hardware em outro.

Uma referência de software capaz de emular essas condições é o “*Bochs*” e que é um ponto positivo, porque normalmente alguns conceitos e softwares são para sistemas descontinuados, o “*Bochs*” é um software atual pregando os conceitos desse nível de virtualização. Segundo o site BOCHS, define o software como sendo “*open source*”, ou seja, livre para uso desenvolvido em C++ e com a capacidade de emulação de hardware só não relacionado aos processadores e suas arquiteturas, mas dispositivos periféricos e inclusive os seus firmwares. Importante destacar que essa plataforma está associada tanto ao uso de emulação de sistemas operacionais quanto softwares em sua plataforma.

Segundo COELHO (2008), “essa técnica tem implementação simples e apresenta boa flexibilidade. Em contrapartida, há uma grande perda de desempenho”.

Na automação, levando em conta que os microcomputadores e servidores tradicionais utilizados para suas aplicações estão cobertos nos níveis tratados acima, esse tipo de emulação não teria uma aplicação clara que justificasse se enquadrar em algum dos cinco níveis da teoria da pirâmide, de qualquer modo é um tipo de emulação que trata o hardware como ponto central, com o desenvolvimento da capacidade dos equipamentos de informática ficaria uma porta aberta para algum tipo de emulação dos hardwares específicos utilizados nos elementos sensores, transmissores e controladores no primeiro nível da automação.

3.3.6 VANTAGENS E DESVANTAGENS

De maneira geral no conceito trabalhado, algumas vantagens foram levantadas para se utilizar a virtualização no contexto industrial:

- Otimização de uso dos recursos – Com um conjunto de hardware apenas é possível utilizar mais de uma plataforma de acesso.
- Centralização de Sistemas – Com isso é possível detectar qualquer avaria que ocorra no conjunto de hardware, pois os sintomas seriam os mesmo para todos os sistemas e aplicativos e conseqüentemente um único ponto de manutenção física.
- Redução de Custos de infraestrutura – Consumo de energia e climatização concentra em apenas em poucos equipamentos.

- Redução de Custos de Investimento – Investimento em aquisições de equipamentos e sobressalente reduzidos.

- Integridade – Melhor controle de infecção de vírus e outros softwares maléficos; possibilidade de recuperação da informação em função das mesmas não dependerem só apenas de hardware, ou seja, ser um software podendo ser instalados em suas condições iniciais.

- Redução de Riscos – Melhor condição para efetuar atualizações e testes antes de colocação em operação.

Com relação as desvantagem é destacado novamente a relação de desempenho que mais de uma máquina virtual solicita de uma máquina física, e ainda necessário que às máquinas físicas se desenvolvam na mesma velocidade que novas plataformas são desenvolvidas, pois cada vez mais os novos sistemas operacionais exigem muito dos processadores e hardwares atuais, e o que pode comprometer utilizar o conceito com equipamentos e plataformas atuais.

4. PROJETO E IMPLEMENTAÇÃO

4.1 INTRODUÇÃO DO SISTEMA

A ideia de desenvolver um experimento prático como objeto de estudo e implementação dos conceitos abordados se torna importante, pois com isso é possível apresentar em detalhes os métodos e ferramentas para desenvolvimento de projetos na mesma linha de trabalho, seja ele de base científica, ou mesmo uma implementação real, e assim novas maneiras de aplicar esses conceitos no contexto industrial possam ser idealizados.

O primeiro e principal conceito que o experimento utiliza refere-se à Indústria 4.0 no emprego das tecnologias de virtualização de sistemas, que como destacado tem se desenvolvido muito rapidamente, e apesar de nos fundamentos o nível que justifica o conceito ser o nível de sistema operacional, à qual um dado é publicado diretamente em sistemas virtualizados em nuvem, o experimento realizado utiliza o conceito de abstração de hardware, que os dados são publicados diretamente em sistemas virtualizado uma rede local. De modo que para essa aplicação foi utilizado máquinas virtuais com “hypervisor” desenvolvido pela “VMware”, o “VMware Workstation” 9.0.4., que deu base para utilização em uma máquina física que hospedou duas máquinas virtuais representando servidores de dois processos diferentes, e em outra máquina física rodou as aplicações de clientes supervisórios para dois níveis diferentes de acesso.

Um segundo conceito foi comunicação “wireless” que é sem dúvida o próximo passo para comunicação da instrumentação e do controle em plantas industriais, onde foi utilizada uma placa genérica Arduino com um “Shield” “wi-fi” Ethernet no padrão 802.11B acoplado. Um “Shield” no universo de placas de controle Arduino, é uma segunda placa com funcionalidade específica que se acopla no Arduino, e fornece uma função não possível somente com a placa genérica.

Outro ponto de vista em destaque no emprego dos conceitos abordados nos capítulos anteriores no sistema foi a utilização de recursos de softwares “open source”, ou seja, ferramentas que não cobram licença de uso, no caso mais especificamente a plataforma JAVA que serviu de base para o desenvolvimento de supervisórios e para a aquisição de dados e a plataforma HSQL que serviu para utilização de modelagem de banco de dados dos sistemas.

No contexto da automação foram retratados os primeiros três níveis da pirâmide de automação, que inicialmente são o nível de aquisição de dados e atuadores de processos, operação e controle de processos, e supervisão da planta produtiva. O experimento monitora dois processos diferentes, o primeiro um elemento sensor de vazão manda um sinal de tensão para o “*shield*” “*wifi*” do Arduino (transmissor), que por sua vez publica o dado em banco de dados de uma das máquinas da rede. O segundo processo simula uma máquina de produção e que a partir do seu componente manipulador robótico, informa a frequência de trabalho através do monitoramento de seu ciclo, e através do seu supervisor que foi integrado, o dado corresponde a esse frequência de trabalho é publicado em um banco de dados em uma segunda máquina da rede. O supervisor de ambos os processos foram integrados em uma plataforma apenas e instalados em uma terceira máquina virtual da rede.

Após esses dois níveis de implementação, o terceiro nível foi realizado através de uma máquina física que segregou a rede de automação com a rede corporativa, de modo que um banco de dados foi criado nessa máquina para receber variáveis combinadas dos processos através da rede de automação sobre a mesma interface de comunicação “*wi-fi*”, e pela uma interface de rede cabeada foi possível os clientes corporativos acessarem seus sistemas, pois não considero supervisor nesse nível, e visualizarem os dados tratados para o seu perfil de acesso.

Em resumo todo o trabalho consistiu em integrar dois processos isolados, o que sugere os conceitos da nova indústria onde todo e qualquer processo deverá ter uma interface de comunicação publicando dados, seja em uma rede local ou em uma nuvem, nesse caso em uma rede local de automação chegando até uma rede corporativa. A frente será apresentado a arquitetura e discutir em detalhes cada elemento do sistema.

4.2 APLICAÇÃO REAL BASEADA

Os dois processos utilizados para o experimento desenvolvido, representam o que ocorre realmente em uma planta industrial, nesse caso específico simulam um abastecimento de um sistema de manufatura integrada, ou seja, o processo um (1), tem a representação de um abastecimento de matéria prima para o processo dois (2) que é simulado como uma máquina em produção. O que é fundamental no processo um (1) é monitorar o volume de matéria prima que se consome no abastecimento por isso a utilização de um medidor de vazão, e o processo dois (2) o quanto de produção foi realizada correspondendo então ao volume de

ciclos realizados pelo robô. Dessa maneira em uma visão de operação e controle, é possível saber se o robô está trabalhando e o volume de abastecimento, depois em uma visão de supervisão da planta unindo as duas variáveis se tem o consumo real do processo.

Essa visão foi extraída a partir de uma planta que injeta solados de calçados e não possui os processos integrados, e apesar de seu sistema de abastecimento possuir um bom nível de automação ele é isolado das máquinas que efetivamente fazem a injeção da matéria prima nos calçados, e assim informações de vazão que consequentemente combinadas com trabalho de máquina e produção, poderia se tornar informações de consumo, produtividade e eficiência.

As lacunas encontradas na planta começam a partir do sistema de abastecimento que é possível ter uma ideia do consumo total dos processos, já que ele possui indicadores registradores de vazão, mas ao passo que se deseja saber o consumo de cada máquina individualizada, já que nessa planta existem quatro máquinas de injeção, se torna impossível dizer efetivamente o volume matéria-prima, pois não existem elementos sensores de vazão de entrada para cada máquina. Os registros de vazão não vão além de indicador local e apesar de o abastecimento ter certo nível de integração, já que quando o nível do tanque da máquina se encontra no limite mínimo, um sinal sinaliza a necessidade de abastecimento, os níveis de integração não vão além desse controle discreto.

Como conhecemos bem, a integração nas plantas industriais é cada vez mais indispensável para que uma gestão eficiente seja realizada, já que existem muitas informações à disposição, porém nem sempre extraídas dos processos e reunidas da maneira organizada para que cada perfil de acesso use de maneira coerente, identificar essas lacunas como descrito nesse processo acima é papel fundamental do profissional especialista em Automação e para isso conhecer bem o processo é básico.

4.3 ARQUITETURA

Pode parecer simples, mas a integração entre dois processos que fazem aquisição de apenas uma variável cada um é complexa quando se deseja aplicar os métodos adequados de se para obter uma estrutura correta de automação, então em algumas situações principalmente quando temos redes de comunicação com uma infraestrutura toda “*wi-fi*” e utilizando máquinas virtuais, algumas barreiras devem ser quebradas, veja abaixo na figura 19 como ficou a arquitetura de rede desenvolvida como base no experimento criado para essa obra. Um detalhe importante a se observar é que essa arquitetura abrange somente os três primeiros

níveis da pirâmide de automação, assim os níveis 4 que corresponde a gestão da planta como um todo e nível 5 gestão do negócios não foi integrado equipamentos e aplicativos para tal simulação.

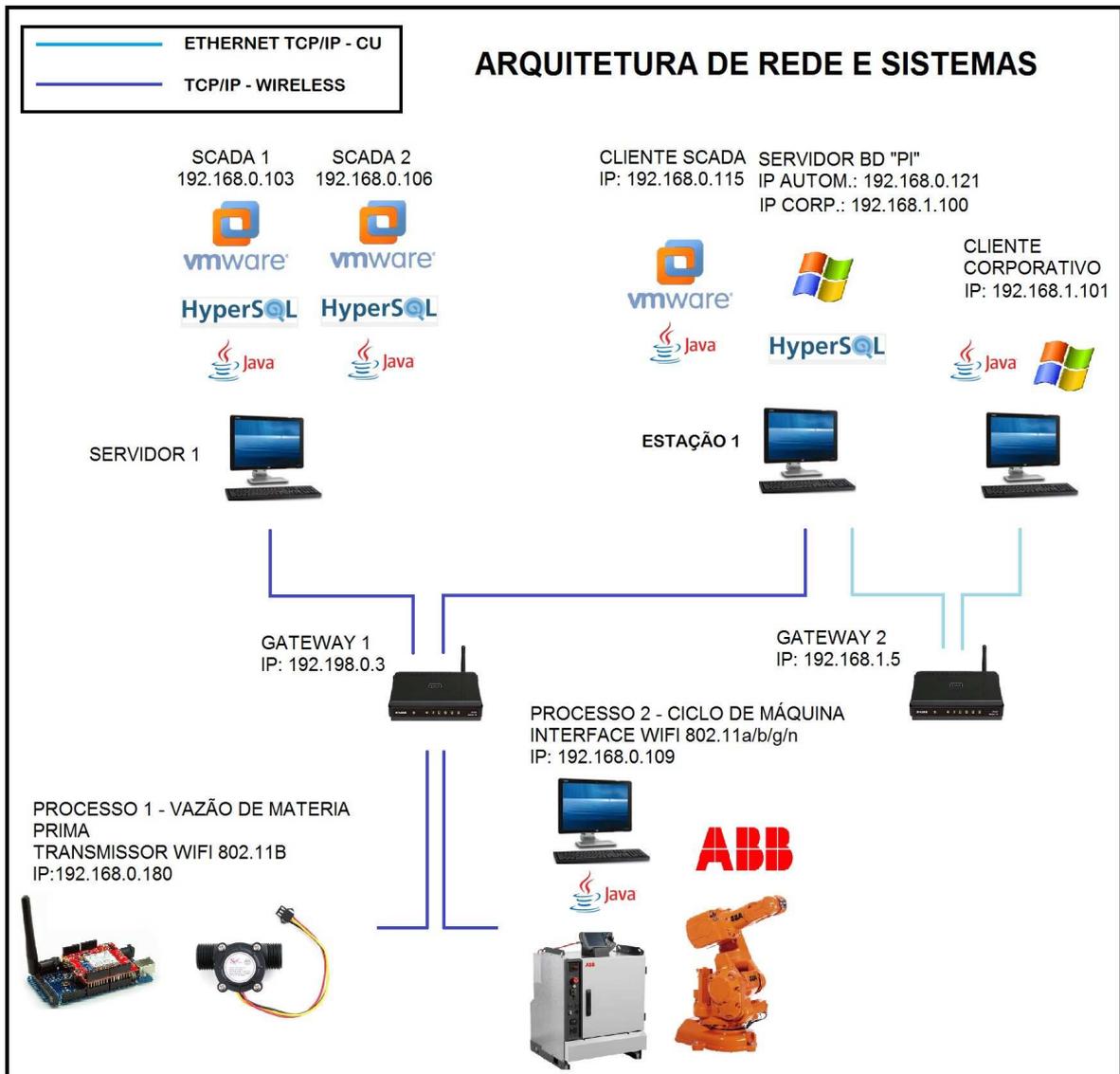


Figura 19 – Arquitetura de rede e sistemas do experimento prático implementado.

Fonte: Próprio Autor

Um destaque na arquitetura é que é possível se guiar não só apenas nos componentes de rede mais também na definição de IP que representa o endereço de cada componente na rede, o que foi muito útil no desenvolvimento dos aplicativos de aquisição e supervisorio. Outro ponto bastante importante é a identificação dos sistemas, ou seja, quais máquinas existem funções de banco de dados pelo Software HSQL, quais máquinas possuem funções de

programação JAVA e quais são virtualizadas pelo “VMware” ou são somente possuem uma aplicação na máquina física pelo Windows.

Na sequencia será abordado com mais detalhes os níveis de automação e ilustrar as aplicações que foram utilizadas em cada um desses níveis.

4.3.1 AUTOMAÇÃO – PROCESSO 1 CONTÍNUO

4.3.1.1 NÍVEL 1 – AQUISIÇÃO DE DADOS E ATUADORES NO PROCESSO

Nas teorias de produção os processos contínuos têm denominação de processos que são de natureza corrente que inicia em determinado ponto e se transforma até chegar ao fim do processo de maneira sequencial, em termos práticos as referencias desse tipo de processo são as indústrias que processam produtos químicos, enfim, o processo um (1) desse experimento tem essa característica, pois simula justamente o abastecimento de uma matéria-prima química em uma máquina de processo de manufatura.

A planta em questão utiliza um elemento sensor com principio de funcionamento baseado no Efeito Hall que basicamente é a criação de um campo magnético à medida que exista um fluxo de um fluído em um sentido especifico do sensor e que faz girar uma bobina acoplada no eixo que é girado de acordo com o fluxo, veja na figura 20 abaixo o elemento sensor utilizado.



Figura 20 – Elemento Sensor de Efeito Hal fabricante SEA e modelo YF-S201.

Fonte: Mercado Livre

Esse sensor possui três fios condutores, o preto e vermelho que representam a tensão de corrente contínua e o amarelo que é responsável por gerar a variação de tensão causada em função do volume de vazão que é detectado em um determinado instante. Essa conexão é feita diretamente nos elementos transmissores que são os dispositivos Arduino que veremos na sequência. O elemento sensor utilizado tem a capacidade de receber uma vazão de até 30 litros por minuto com uma pressão de até 1,75 Mpa ou 17,8 kgf/cm².

Na função de transmissor deste processo foi utilizado um Arduino UNO na revisão 3 com um “*shield*” “*wi-fi*” na versão 2.0 desenvolvido pela LinkSprite Cuhead. A arquitetura Arduino tem uma proposta genérica de múltiplas aplicações em seu próprio dispositivo, mas ao passo que necessite de uma aplicação mais robusta ou específica como é o caso de transmissão “*wi-fi*” adota-se um “*shield*”. O Arduino pode ser alimentado com uma fonte externa com tensões entre 7 V e 12 V ou por uma USB do computador à qual serve também como comunicação para uploads das aplicações geradas através de um compilador específico que pode ser baixado gratuitamente na internet. O Arduino trabalha com tensões de 5 Vcc para as aplicações, isso significa que o elemento sensor utilizado no experimento é exclusivo para aplicações de Arduino já que sua tensão de alimentação é de 5 Vcc variando a tensão de leitura entre 0 e 5 Vcc de acordo com a vazão.

Na figura 21 abaixo temos ilustrado a foto com os dispositivos de transmissão Arduino e “*shield*” “*wi-fi*” e na foto 22 os dispositivos acoplados instalado no processo, note que temos a alimentação 5 Vcc do lado esquerdo e o cabo de variação de tensão do lado direito na porta dois dos dispositivos.

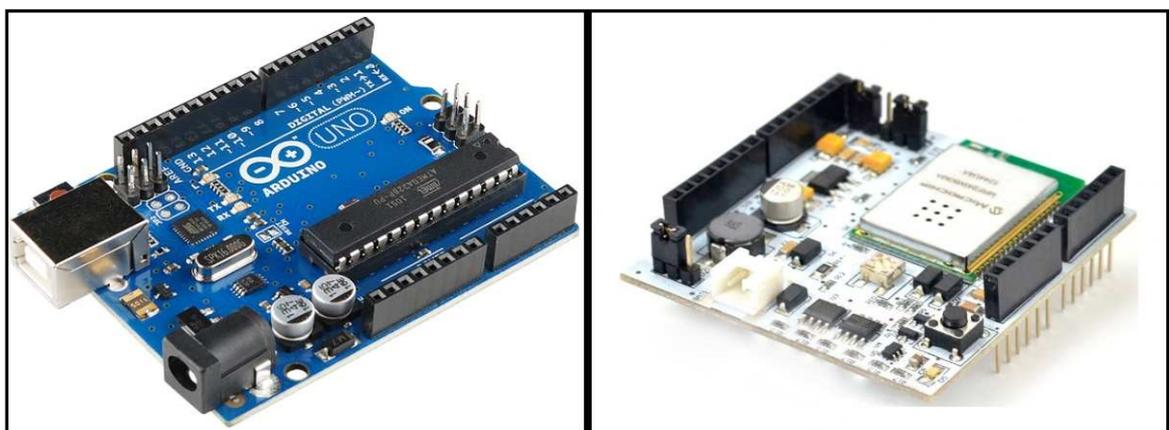


Figura 21 – Transmissores Arduino Uno Rev. 3 e “*Shield*” “*Wi-fi*” Link Sprite Cuhead Rev. 2.0 c/ padrão 802.11B.

As principais características do “*shield*” usado são o seu “*wi-fi*” no padrão 802.11b com taxa de transferência entre 1Mbps (mega bytes por segundo) e 2 Mbps sendo que experimentos as taxas alcançadas ficaram sempre em 2 Mbps de acordo com a informação do próprio roteador, sendo uma característica desse padrão taxas de até 11 Mbps. Um detalhe referente aos valores de transmissão é que comparando com o padrão atual 802.11n, no modo simples é possível atingir 150 Mbps, mas teoricamente pode atingir taxas até 600 Mbps. É possível também utilizar esse “*shield*” com os protocolos de rede nos modos de segurança padrão WEP e WPA/WPA2.



Figura 22 – Transmissores acoplados no processo e os cabos de interligação com o elemento sensor.

Fonte: Próprio Autor

No “*Shield*” é descarregada uma instrução escrita pelo software Arduino conforme já citado, que especifica qual o seu código de identificação para que ele possa se comunicar com a rede “*wi-fi*” existente, lembrando que esse código para os padrões 802.3 e 802.11 é o chamado endereço de IP “*internet protocol*” ou protocolo de internet. O endereço de IP definido foi o 192.168.0.180, porém veja na figura 23 abaixo, o roteador que tem a função de “*gateway*” para a rede de automação, identifica um dispositivo desconhecido, porém como não existe um servidor DNS que determina o nome do dispositivo, o mesmo não é identificado e sim apenas listado, foi identificado então pelas características citadas anteriormente, ou seja, coluna “*mode*” de padrão que é o 802.11b e coluna “*rate*” que é a taxa de transmissão de 2 Mbps.

WIRELESS				
Use this option to view the wireless clients that are connected to your wireless router.				
NUMBER OF WIRELESS CLIENTS - 2.4GHZ BAND: 3				
MAC Address	IP Address	Mode	Rate	Signal(%)
00:24:d6:78:1c:44	192.168.0.121	802.11n	130M	100
94:39:e5:f0:1c:21	192.168.0.103	802.11n	65M	100
00:1e:c0:0d:44:df	0.0.0.0	802.11b	2M	100
NUMBER OF WIRELESS CLIENTS - 5GHZ BAND: 0				
MAC Address	IP Address	Mode	Rate	Signal(%)

Figura 23 – Interface do roteador listando os dispositivos conectados

Fonte: Próprio Autor

Somente destacando outro elemento que compõe o processo um, sendo a bomba que faz à recirculação de água no reservatório passando pelo elemento sensor, porém mesmo com a característica de um elemento atuador, não existe qualquer função de controle por parte do Arduino, já que esse processo tem a função apenas de monitoramento e aquisição de dados.

4.3.1.2 NÍVEL 2 – OPERAÇÃO E CONTROLE DE PROCESSOS

Depois de feito à leitura e transmissão da variável vazão, com esse valor então agora é necessário fazer a aquisição desse dado e envio para um servidor denominado de SCADA “Supervisory Control and Data Aquisition” ou servidor de controle, supervisão e aquisição de dados. Para tal aplicação foi utilizado uma máquina virtual que conforme vimos na arquitetura foi definido um IP fixo e foram utilizadas duas aplicações para que pudéssemos fazer aquisição desses dados, uma aplicação JAVA e o próprio banco de dados HSQL.

Para que a máquina virtual com o software “VMware” pudesse ser identificada na rede e visualizasse todos os dispositivos, foram necessárias duas configurações da rede virtual, que o próprio software proporciona ao usuário, a primeira é definir em qual modo a máquina deve ser usada, sendo as opções de “bridge”, “NAT”-“Network Address Translation”, e “Host-Only”, que significa sucessivamente, o modo ponte em que a máquina acessa e é acessada pela rede externa, o modo de translação de endereço de rede que compartilha do mesmo endereço entre as máquinas hospedeira e hospede e o modo somente o hospede que isola por completo a máquina virtual. Veja na figura 24 abaixo a interface do software que configura os parâmetros da rede virtual. Seguindo como base a arquitetura definida, foi configurada a

máquina no modo “*bridge*”, utilizando como modo de conexão com a rede externa o a interface “wi-fi”.

Na máquina virtual chamada de “PROCESS1” foi instalada uma aplicação HSQL para receber e armazenar os dados da variável medida, sendo o valor encontrado de 654 ou 0, em função da bomba não variar a velocidade quando ligada e ter uma valor sempre constante, e quando desligada o valor que é acumulado no banco de dados é 0. Veja na figura 25 a ilustração que mostra a interface de programação do banco de dados da máquina “PROCESS1” recebendo os dados de processo com a variação de bomba ligada e bomba desligada.

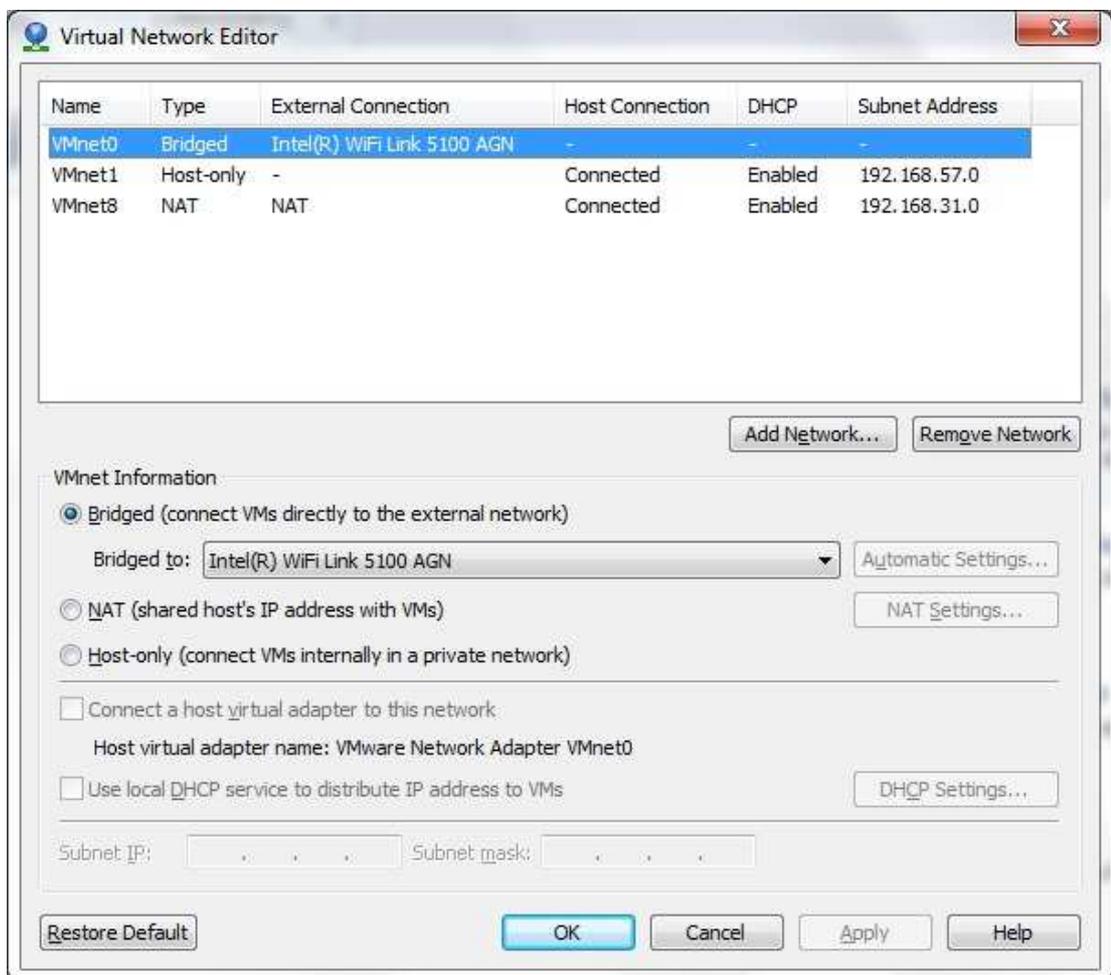


Figura 24 – Interface de configuração da rede virtual do software “VMware”.

Fonte: Próprio Autor

The screenshot shows the HSQL Database Manager interface. The left pane displays the database structure with 'PUBLIC.VAZAO' selected. The main window shows the SQL command 'SELECT * FROM "PUBLIC"."VAZAO"' and the resulting data table. The status bar at the bottom indicates 'Ready / 437 rows retrieved'.

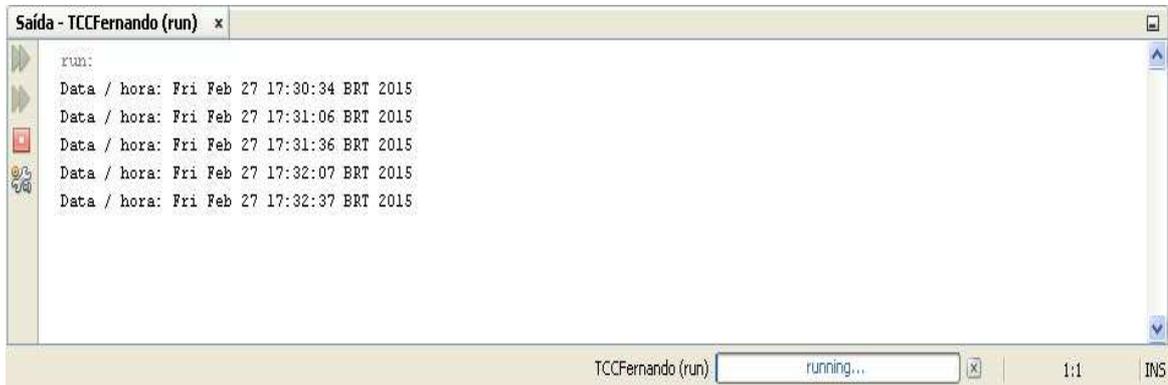
VAZA_CD_VAZAO	VAZA_DT_CONSUMO	VAZA_VL_CONSUMO
1317	2015-02-26 01:30:20.933	0
1318	2015-02-26 01:30:41.109	0
1319	2015-02-26 01:30:45.14	0
1320	2015-02-26 01:30:46.671	0
1321	2015-02-26 01:30:57.281	0
1322	2015-02-26 01:30:59.687	0
1323	2015-02-26 01:31:11.828	0
1324	2015-02-26 01:31:15.875	0
1325	2015-02-26 01:31:17.406	0
1326	2015-02-26 01:31:28.015	0
1327	2015-02-26 01:31:30.421	0
1328	2015-02-26 01:31:42.562	0
1329	2015-02-26 01:31:46.609	0
1330	2015-02-26 01:31:48.14	0
1331	2015-02-26 01:31:58.765	0
1332	2015-02-26 01:32:01.156	0
1333	2015-02-26 01:32:13.296	0
1334	2015-02-26 01:32:17.343	0
1335	2015-02-26 01:32:18.89	0
1336	2015-02-26 01:32:29.375	0
1337	2015-02-26 01:32:31.781	0
1338	2015-02-26 01:32:44.031	0
1339	2015-02-26 01:32:48.093	0
1340	2015-02-26 01:32:49.593	0
1341	2015-02-26 01:33:00.109	0
1342	2015-02-26 01:33:02.515	0
1343	2015-02-27 14:02:53.39	0
1344	2015-02-27 14:03:24.031	0
1345	2015-02-27 14:03:54.765	0
1346	2015-02-27 14:04:25.171	654
1347	2015-02-27 14:04:55.468	654
1348	2015-02-27 14:05:25.765	654

Figura 25 – Interface de configuração e monitoramento de dados do software HSQL do servidor SCADA1.

Fonte: Próprio Autor

Para a funcionalidade do banco de dados, foi criada uma aplicação JAVA para buscar a leitura do IP:192.168.0.180 correspondente ao transmissor wireless e publicar no banco de dados que foi modelado para receber essa variável, essa modelagem deve ser realizada em uma etapa anterior à instrução JAVA pois é necessário inserir os comando do HSQL nessa instrução. Uma vez que o processo esteja em funcionamento com o transmissor conectado no “gateway” de rede e o banco de dados ativo na máquina em questão, a aplicação pode ser iniciada para publicar os dados automaticamente. Veja na figura 26 a aplicação JAVA iniciada em modo “running” que significa em operação e os registros de publicação dos dados de aquisição da variável no banco de dados da máquina virtual. Essa aplicação foi

criada para efetuar a leitura a cada 30 segundos, então note que os registros possuem a identificação de data e hora em concordância com o banco de dados.



```
run:
Data / hora: Fri Feb 27 17:30:34 BRT 2015
Data / hora: Fri Feb 27 17:31:06 BRT 2015
Data / hora: Fri Feb 27 17:31:36 BRT 2015
Data / hora: Fri Feb 27 17:32:07 BRT 2015
Data / hora: Fri Feb 27 17:32:37 BRT 2015
```

Figura 26 – Interface JAVA do software IDE NetBeans com aplicação em operação.

Fonte: Próprio Autor

De acordo com arquitetura temos uma máquina cliente que consegue visualizar esses dados através de um supervisor desenvolvido também em JAVA. O supervisor foi concebido com a ideia de operação do processo, o operador tem na tela dois valores, o primeiro representa o ultimo valor medido da variável em questão, nesse caso a única disponível, a variável de vazão. Obviamente caso tivesse um valor 0 significa que não tem abastecimento ocorrendo no momento e caso identificasse o valor de 654 na tela, significava que o sistema estava em funcionamento na teoria abastecendo o processo 2. O segundo valor que pode ser observado na tela do supervisor é o valor acumulado no período de uma hora, pois a ideia é que se tenha uma noção de quanto o sistema já abasteceu naquela tomada de tempo, essa informação pode se importante quando o processo é dominado pelo operador ou por quem de certa forma supervisiona a área em uma situação real, pois terá uma noção em relação à produção se realmente o valor é coerente. Veja abaixo na figura 27 a tela do supervisor em operação com os valores nos campos determinados.

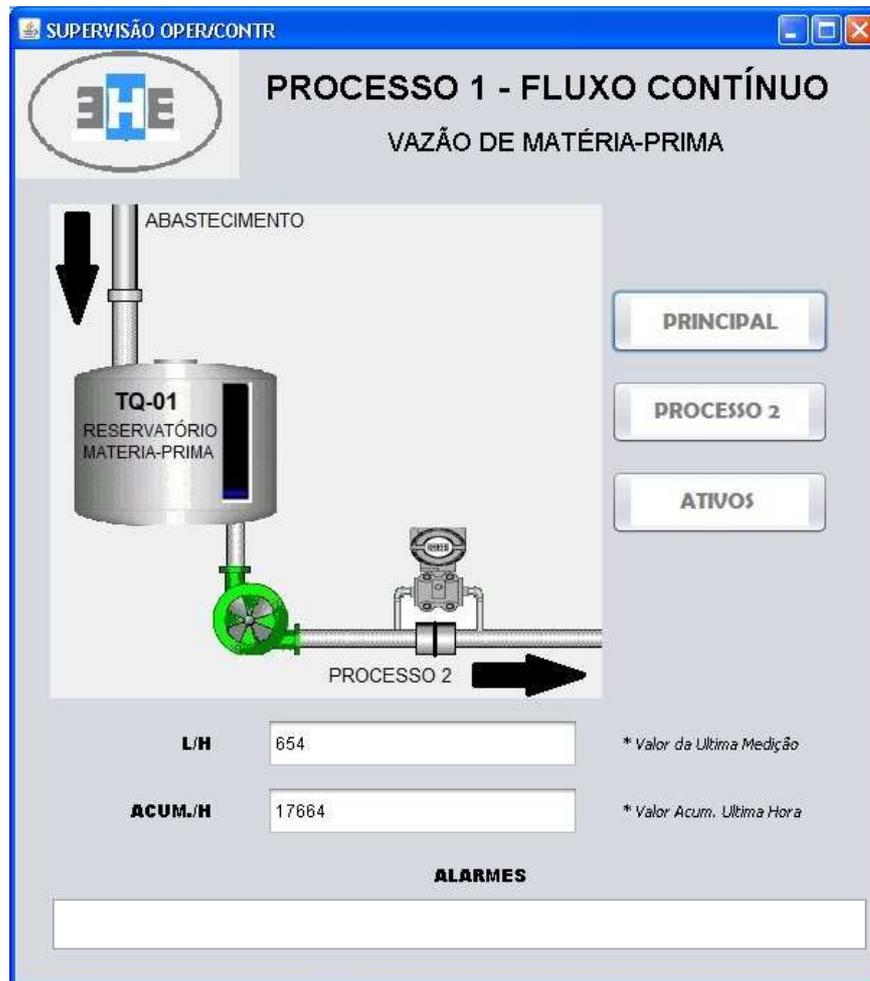


Figura 27 – Tela do processo 1 no supervisório desenvolvido.

Fonte: Próprio Autor

Perceba que para esse trabalho foi desenvolvido realmente um supervisório todo funcional, onde temos uma tela inicial e a conexão com outras telas de monitoramento, como por exemplo, o processo 2 que será descrito na sequência desta obra e o gerenciamento de ativos que demonstra o quanto de horas os equipamento trabalharam, no sentido de passarem por manutenção no tempo ideal. Veja abaixo a figura 28 que apresenta outras telas do supervisório desenvolvido, complementando todo o sistema.

Com isso é fechado todos os componentes do segundo nível de automação que em resumo fica por conta do servidor de aquisição de dados e o supervisório de monitoramento e controle, na sequência será abordado em detalhes o nível 3 para o processo 1 de fluxo contínuo.



Figura 28 – Tela inicial e tela de gestão de ativos do supervisor.

Fonte: Próprio Autor

4.3.2 AUTOMAÇÃO - PROCESSO 2 MANUFATURA

4.3.2.1 NÍVEL 1 – AQUISIÇÃO DE DADOS E ATUADORES NO PROCESSO

Como função de um processo que simula a manufatura em uma planta industrial, o processo 2 teria na prática o seguinte comportamento, receber do processo 1 a matéria prima para fabricação de um produto qualquer, o que na pratica não ocorre pois não temos uma máquina efetuando qualquer trabalho, mais temos um robô que simula os ciclos em concordância com uma máquina de produção abstrata, sendo o trabalho realizado desse equipamento que foi utilizado como variável de monitoramento.

O robô do fabricante ABB, possui uma interface de programação baseada em Windows, na qual é possível fazer a programação e integração do mesmo. Normalmente um movimento automático que realiza uma tarefa qualquer, segue instruções as quais determinam no espaço qual a posição de cada eixo, essas instruções que é possível ser criado tanto posicionando os eixos na própria interface ou através de softwares proprietários da ABB, é chamada de RAPID. O RAPID também serve de base para instruções mistas como a que foi utilizada no experimento, que determina uma posição de trabalho e publica um dado na rede.

O dado publicado corresponde à contagem do ciclo que foi realizado, assim com esse valor é possível monitorar o volume de trabalho em função do tempo que o robô, ou conceitualmente uma máquina esteja em funcionamento de modo que essa variável é responsável pelo monitoramento do processo 2.

Para publicação do dado no banco de dados da rede de automação, foi necessário que um servidor se integrasse junto com o robô. Esse servidor fez aquisição do dado publicado pelo robô através de uma rede cabeada ponto a ponto, no entanto uma aplicação JAVA que foi desenvolvida para esse servidor transmitiu esse dado publicando a informação na rede de automação através de sua interface “wifi” conectando no “gateway” da rede de automação. Veja na figura 29 abaixo o fluxograma de transição na qual o dado percorre desde sua origem no robô até o limite do nível 1.

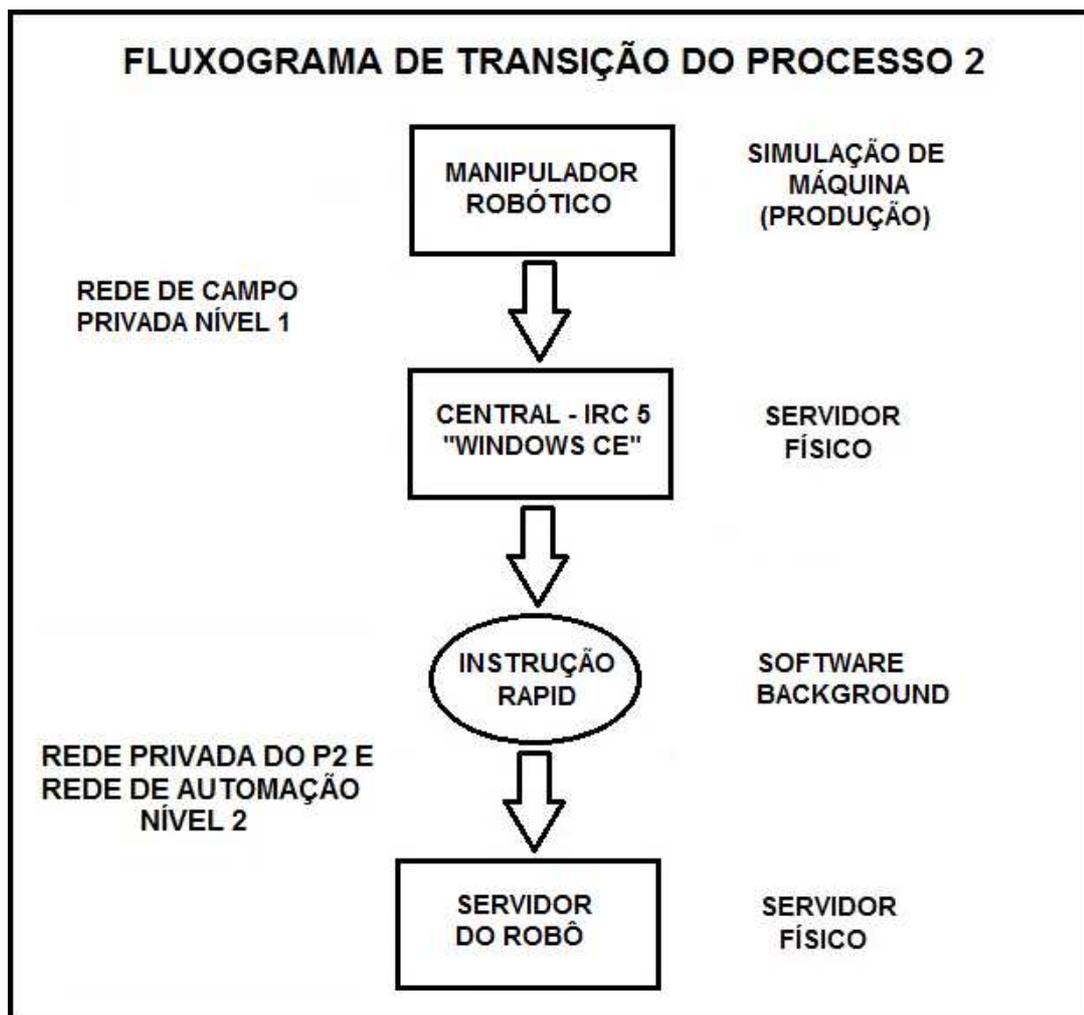


Figura 29 – Recursos utilizados na transição entre a aquisição de dados e o primeiro nível de automação do processo 2.

4.3.2.2 NÍVEL 2 – OPERAÇÃO E CONTROLE DE PROCESSOS

Todas as configurações de rede virtual que foram apresentadas no processo 1 referente à máquina virtual “PROCESS1” que tem a função de servidor SCADA, são automaticamente reconhecidos na máquina “PROCESS2” com a função de servidor SCADA do processo corresponde. Isso ocorre pois ambos servidores estão virtualizados na mesma máquina hospedeira, sobre o mesmo software, então todas as configurações são replicadas independente do numero de máquinas virtuais existente na máquina hospedeira.

Conforme a arquitetura os mesmos softwares foram usados, então foi modelado um banco HSQL, na qual recebeu os dados publicados na rede através de uma aplicação JAVA do servidor do robô ABB, direcionado para o IP: 192.168.0.106 da máquina deste banco. A lógica nesse caso foi uma vez que o robô estivesse em trabalho o valor 1 seria publicado no banco, caso o robô desligasse por algum motivo, nada é publicado. Veja na figura 30 abaixo, o banco de dados com os valores publicados, fechando o caminho da variável do elemento de processo até o servidor SCADA de armazenamento e na figura 31 na sequencia o fluxograma de transição entre os dois processos abordados.

CICL_CD_CICLO	CICL_DT_CICLO	CICL_VL_CICLO
73	2015-02-25 16:46:01.201	1
74	2015-02-25 16:46:22.421	1
75	2015-02-25 16:46:43.609	1
76	2015-02-25 16:47:04.75	1
77	2015-02-25 16:47:25.89	1
78	2015-02-25 16:47:47.062	1
79	2015-02-25 16:48:08.234	1
80	2015-02-25 16:48:29.375	1
81	2015-02-25 16:48:50.531	1
82	2015-02-25 16:49:11.75	1
83	2015-02-25 16:49:32.859	1
84	2015-02-25 16:49:54.062	1
85	2015-02-25 16:50:15.171	1
86	2015-02-25 16:50:36.328	1
87	2015-02-25 16:50:57.5	1
88	2015-02-25 16:51:18.656	1
89	2015-02-25 16:51:39.796	1
90	2015-02-25 16:52:01.046	1
91	2015-02-25 16:52:22.125	1
92	2015-02-25 16:52:43.281	1
93	2015-02-25 16:53:07.453	1
94	2015-02-25 16:53:25.593	1
95	2015-02-25 16:53:46.781	1
96	2015-02-25 16:54:07.921	1
97	2015-02-25 16:54:29.078	1
98	2015-02-25 16:54:50.234	1
99	2015-02-25 16:55:11.421	1
100	2015-02-25 16:55:32.609	1
101	2015-02-25 16:55:53.765	1
102	2015-02-25 16:56:14.875	1
103	2015-02-25 16:56:36.062	1
104	2015-02-25 16:56:57.187	1

Figura 30 – Interface de configuração e monitoramento de dados do software HSQL do servidor SCADA2.

Fonte: Próprio Autor

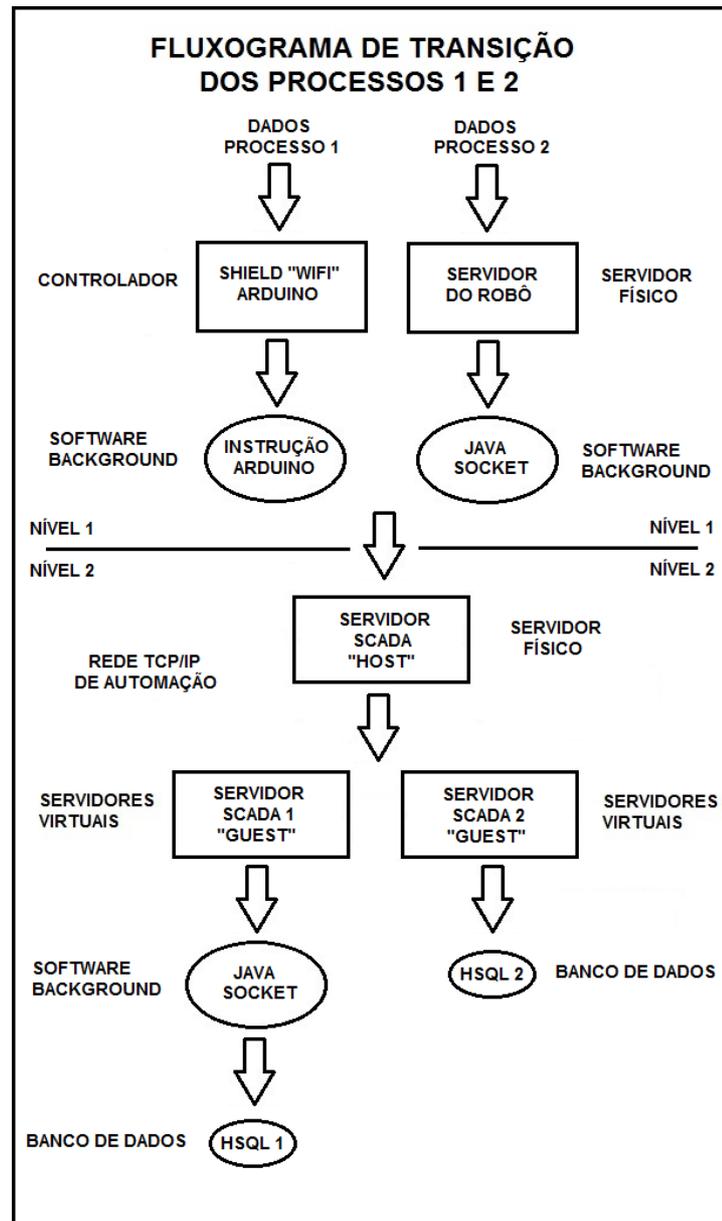


Figura 31 – Recursos utilizados na transição entre o primeiro e o segundo nível de automação dos processos 1 e 2.

Fonte: Próprio Autor

Importante destacar que não foi mostrado no fluxograma os clientes de acesso, ou seja, para a visualização dos dados no nível foi composta uma aplicação desenvolvida em JAVA com função de supervisor da planta, na qual para o processo 2, a estratégia de apresentação foi acumular o dado por hora e por dia, para dar uma melhor visibilidade para o operador, pois se tivesse sido construído no mesmo molde do processo 1, teria apenas o numero (1) sem funcionalidade no primeiro campo. Veja na sequencia a figura 31 com a tela do supervisor do processo 2, importante salientar que conforme visto na figura 28 a gestão de ativos

também foi desenvolvida com a variável que se adquire deste processo, com uma tela monitorando ambos os processo.



Figura 32 – Tela do processo 2 no supervisório desenvolvido.

Fonte: Próprio Autor

4.3.3 AUTOMAÇÃO NÍVEL 3 – SUPERVISÃO DA PLANTA (PROCESSOS 1 E 2)

Uma vez toda a infraestrutura de automação criada para os processos 1 e 2, o nível 3 se encarrega de levar a informações adquiridas no campo para os usuários administrativos. Na teoria esse nível, além de estar em um estágio acima de monitoramento de processos, ele deve conter uma visão diferente das variáveis medida de operação, ou seja, deve haver um tratamento dos dados, já que no campo o operador deve saber informações como, por exemplo, quais equipamentos estão ligados e quais os valor estão sendo medidos em determinado momento, por outro lado a supervisão da planta tem que conhecer esses valores e também garantir que a planta esteja funcionando como planejado sem nenhuma variável

esteja com desvios de projeto e ainda poder administrar não só um processo mais todos os processos da planta no que diz respeito a consumos, produtividade, eficiência e manutenção, de modo que variáveis entres os processos podem ser combinadas para tal administração como realizado no experimento.

Seguindo essa lógica de supervisão de processos, foi desenvolvido um sistema de monitoramento, que em termos práticos poderia se chamar de supervisor do terceiro nível, porém como esse sistema não está alocado em máquinas de operação de campo, nem salas de controle e monitoramento, conseqüentemente não está na rede de automação, se optou por chama-lo simplesmente de sistema, já que como abordado este estará disponível para usuários com o perfil administrativo, e será instalado em uma máquina cliente da rede do terceiro nível ou corporativa.

Na prática o sistema poderia ser acessado também pela internet através de servidores “web” dessa rede corporativa, se tivéssemos essa infraestrutura criada que propriamente se resume a uma aplicação criada no servidor que disponibiliza o acesso a internet. No entanto a internet na rede corporativa é disponibilizada através de um segundo “gateway” de rede, mas sem qualquer aplicação que permitiria um acesso externo. Além da internet para a rede corporativa, a função desse segundo “gateway” é também fazer o acesso da máquina física que hospeda o banco de dados criado exclusivamente para esse sistema.

Quando se observa a arquitetura se identifica que existe esta máquina física chamada de servidor “PI”, cujo referencial é aos servidores “*plant information*” ou informações de planta, que tem a função armazenar os dados extraídos da rede de automação em seu banco para os sistemas instalados em máquinas clientes da rede corporativa possam fazer o acesso aos dados. O servidor “PI” tem acesso tanto à rede de automação através da sua interface sem fio e o “gateway” de automação, quanto à rede corporativa através de sua interface cabeada nesse segundo “gateway”.

Em resumo uma aplicação JAVA no servidor “PI” busca os dados dos servidores SCADA do processo 1 e 2 na rede de automação e transfere para o banco de dados “PI”, e o sistema que foi concebido assim como o supervisor em JAVA, acessa esse banco a partir de qualquer máquina que esteja na rede corporativa. Na pratica é possível efetuar o acesso dos dados pelo sistema se o mesmo estiver instalado em uma máquina na rede de automação, porém as informações presentes no sistema foram desenvolvidas para o perfil administrativo o

que não justificaria ser visualizado por um perfil operacional. Veja abaixo na figura 33 um fluxograma de transição de software/hardware do nível de automação 2 para o 3. Importante destacar que na figura 33 só estão sendo apresentados os elementos servidores, já que subentende-se que os clientes são desenvolvimentos de software JAVA que acessam os banco de dados relacionados em sua rede correspondente.

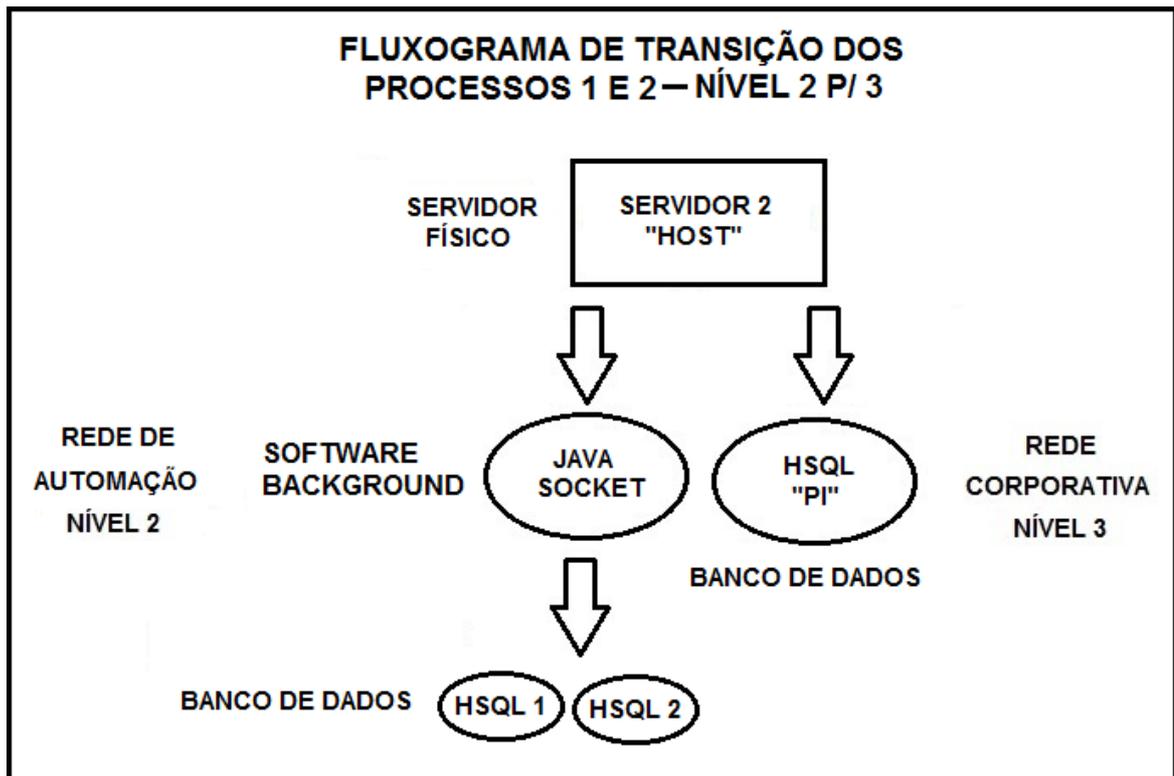


Figura 33 – Recursos utilizados na transição entre o segundo e o terceiro nível de automação dos processos 1 e 2.

Fonte: Próprio Autor

Essas informações que são visualizadas no sistema, são informações combinadas de ambos os processos, o que proporciona valores diferentes do que são vistos nos supervisório de campo em função da necessidade que o nível três tem de fazer a gestão da planta como um todo e não apenas de um processo.

Lembrando que conforme descrito anteriormente o conceito do experimento foi retirado de um processo real, então o processo 1 representa um abastecimento de matéria prima e o processo 2 representa o uso dessa matéria prima em uma estação cíclica de manufatura

Assim os desenvolvimentos realizados no sistema foram basicamente três telas com informação combinada entes ambos os processo que nos deram a possibilidade de monitorar

principalmente o consumo, sendo que a produtividade também presente não foi implementada, falaremos na sequencia a respeito dessas variáveis e por fim a eficiência de máquina na qual foi possível monitorar para o processo 2 de manufatura.

A formula de obtenção do consumo na planta foi feita dividindo o valor de vazão medida no processo 1 pelo numero de ciclos realizados no processo 2, então o valor de uso de matéria prima por ciclos, tem a possibilidade de simular a função de consumo. Veja na figura 34 abaixo como ficou o sistema para visualização do consumo.



Figura 34 – Tela de consumo do sistema de supervisão da planta.

Fonte: Próprio Autor

A tela de consumo da à possibilidade também de visualizar em tempo real o valor de consumo da ultima hora e o valor de consumo acumulados no dia, outros detalhes que o sistema como um todo traz diferentemente do supervisório são os menus de relatório e gráficos não implementados, mas que são muito utilizados para a gestão e exclusão dos alarmes que são mais justificáveis este uso na operação dos processos.

A formula para obtenção da eficiência é composta de uma constante como referência de capacidade máxima de operação, obtida a partir do numero de ciclos por minuto que o robô foi parametrizado a trabalhar e conseqüentemente o valor em uma hora de ciclos do seu trabalho. Com a capacidade conhecida, o valor alcançado durante um período, que em

condições reais será sempre menor que a capacidade, e que nas teorias de produção utiliza-se 75% da capacidade como parâmetro de alcance, divide esse valor pela capacidade então para obtenção de um percentual que corresponde à eficiência alcançada pela máquina. Abaixo a figura 35 apresenta a tela do sistema criada para eficiência.



Figura 35 – Tela de eficiência do sistema de supervisão da planta.

Fonte: Próprio Autor

A mesma ideia é empregada com relação à possibilidade de visualizar a eficiência em proporções menores de hora e uma proporção maior referente à todo o dia de trabalho que a máquina efetuou.

A produtividade é conhecida quando tem um valor que representa em um período qualquer o volume de produção que é dividido pelo volume de ciclos realizados no mesmo período, o que normalmente em função de retrabalhos e perdas no processo, o valor de produção sempre será menor que o volume de ciclo correspondente do mesmo período. Apesar de não ter sido implementada, veremos na proposta de continuidade os requisitos necessários, mesmo assim podemos ver na figura 36 abaixo a tela desenvolvida para a produtividade.



Figura 36 – Tela de produtividade do sistema de supervisão da planta.

Fonte: Próprio Autor

Com as telas do sistema de gestão implementadas encerram os desenvolvimentos realizados no experimento desta obra, assim como já exposto, algumas aplicações ficaram em aberto para continuidade e desenvolvimento de novas obras e linhas de pesquisa com base no estudo de integração de processos e inovações na indústria, como é o caso da própria produtividade, assim na sequencia abordaremos essas possibilidades.

4.4 PROPOSTAS DE CONTINUIDADE

Basicamente existem duas classificações que pode ser encaradas como proposta de desenvolvimento do sistema criado nesse experimento de integração dos processos. O primeiro se refere em necessidades de implementação, seja ele do supervisorio ou do próprio sistema de gestão, que preveem a inserção de um dado que não está disponível. O segundo refere-se as melhorias do sistema, pois são funcionalidade que não são criticas mas que podem ser criadas no intuito de desenvolver ambos sistemas.

4.4.1 NECESSIDADE DE IMPLEMENTAÇÃO

Uma variável muito importante no contexto industrial é a medição de produção, com ela é possível saber como anda a produtividade do processo, para o experimento em questão a produtividade do processo 2 que simula a manufatura de um produto como visto nas abordagens anteriores, é componente importante pra ser contemplada no sistema de gestão. De modo que não foi realizada nesse projeto a funcionalidade da tela correspondente a produtividade conforme pode ser visto na figura 35.

A ideia para fazer aquisição de dados de produção envolve equipamento de automação com base nos conceitos da indústria 4.0. Um produto seja ele intermediário ou final dentro dos processos industriais deverá ser monitorado através das tecnologias de identificação, a mais conhecida como já citado é a RFID. Assim um elemento identificador que podemos considerar como um sensor de campo, porém equipando um produto em processo industrial, fornece os subsídios necessários para que um produto que um valor quantificado seja transmitido para os seus receptores que por sua vez em suas redes privadas possam se comunicar nas redes de automação com os servidores de aquisição. Assim pensando no desenvolvimento realizado até o momento, um banco de dados que pode se chamar até de SCADA 3, hospedado em uma máquina virtual junto com as demais máquinas de mesma função, faria a aquisição e onde com um tratamento poderia ser publicado em um banco de dados em paralelo na máquina física, para que o sistema de gestão pudesse realizar a leitura dos dados em sua tela, obviamente observando os critérios de cálculo especificados para essa aplicação na abordagem anterior.

Um ponto a destacar é que na substituição do RFID por conseqüentemente não termos processos simulados, não existe de fato uma produção e seus produtos fabricados, assim uma leitura a partir de um dispositivo móvel celular, poderia estar simulando com o uso da ferramenta QR code, a leitura de um valor proporcional aos valores encontrados dos processos do experimento e apresentar valores coerentes, então conseguindo que o aparelho móvel publique o dado em um computador ou terminal qualquer na rede de automação, este poderia ser enviado para o banco do SCADA 3 e assim seguir o fluxo conforme as outras aplicações.

Para quem deseja criar suas aplicações nas plataformas de dispositivos móveis, uma sugestão é desenvolver uma aplicação que faça a leitura da informação como um todo, de um

QR code, de uma maneira que outra aplicação de baixo nível em um computador na mesma rede do dispositivo possa encaminhar esses dados para um banco em um servidor baseando nas aplicações apresentadas.

4.4.2 MELHORIAS DO SISTEMA

De acordo com os padrões seguidos na indústria, todo o supervisor tem um campo de alarmes em sua extremidade inferior, o que sinaliza as situações que o operador deve ter em atenção ao processo. Normalmente é mapeado os pontos críticos no que se refere as características de um processo e assim quando uma variável medida atingir algum valor extremos que possa causar um risco para com a segurança do operado e ou mesmo do próprio equipamento uma mensagem aparece, de modo que os alarmes são uma proposta de melhorias aos processos simulados.

Nessa linha de raciocínio, se esses processos se mantiverem com as mesmas características sem alterações, ou seja, somente uma variável de monitoramento e sem funções de controle, para o processo 1 e 2 o que fica de sugestão para implementação é simplesmente para efeito de funcionalidade do campo alarmes, a sinalização de ligado e desligado dos equipamentos com base na publicação ou não, de valores no banco de dados. Veja na figura 37 abaixo o campo circulado em vermelho dedicado a implantação de alarmes.



Figura 37 – Implantação de alarmes no sistema supervisorio como forma de melhoria.

Fonte: Próprio Autor

No caso do sistema gestão, uma regra também foi seguida nessa modalidade de visualização, pois é muito comum os sistemas em geral dar a possibilidade de ser fazer relatórios de dados agrupados, principalmente quando existe combinações de dados na mesma base e outra questão bastante importante quando o sistema é personalizado para o processo em específico e que pode gerar gráficos que já servem para uma avaliação e ou mesmo uma apresentação de resultados, pois já contempla o resultado da operação.

Assim o sistema de gestão do experimento que foi personalizado às características de integração dos processos, poderá ter condições de tirar um relatório em função do tempo, seja de consumo, produtividade e eficiência e um gráfico de evolução do próprio resultado a fim de produzir informação de análise sem tratamento necessário. Veja na figura 38 os campos não implantados circulos em vermelho.

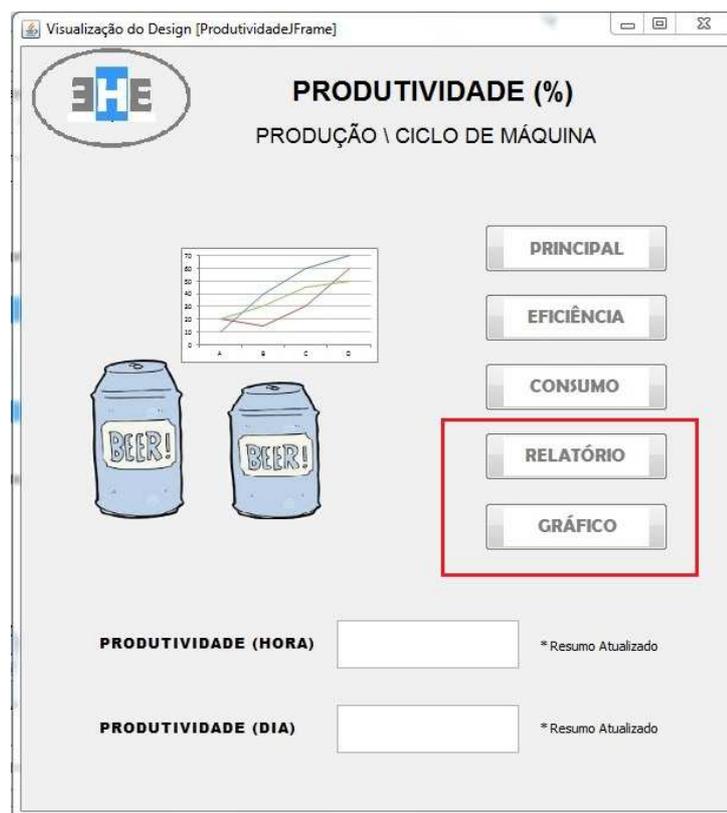


Figura 38 – Implantação de relatórios e gráficos no sistema de gestão como forma de melhoria.

Fonte: Próprio Autor

Levando em consideração ainda esses pacotes de desenvolvimento não executados, pode-se pensar que inúmeras possibilidades estão em aberto para incluir no sistema como um todo, como por exemplo, novos elementos de hardwares, tanto no que se refere a monitoramento de

novas variáveis de processo ou mesmo um terceiro processo, até a possibilidade de simular outros níveis de automação não trabalhados e ainda buscar simular os conceitos da Indústria 4.0 no que se refere a publicação de dados em cluster virtualizados, o importante é que com recursos principalmente os “open source”, facilita bastante colocar as ideias em pratica.

4.5 RESULTADOS

Depois de desenvolvido todos os pacotes planejados para esse experimento, em laboratório foram possíveis realizar as simulações com a integração entre os equipamentos do processo contínuo e processo de manufatura.

Inicialmente no funcionamento da máquina física foram instaladas as duas máquinas virtuais de aquisição de dados e colocadas em operação, o que basicamente foi funcionar os bancos de dados e deixa-los em operação. Porém no servidor SCADA do processo 1, é necessário que uma aplicação em de baixo nível seja também colocada em operação. Na sequência foi colocado os equipamentos em funcionamento, a planta do processo 1 continuo com o medidor de vazão e o robô e o seu servidor com a aplicação de baixo nível para transmitir as informações de aquisição.

Após essa etapa iniciou à máquina cliente com o supervisor que se conecta no banco e publica as informações nos campos dedicados a cada variável e combinação programada. Todo esse procedimento nos resultou em um acompanhamento dos processos sem necessidade de visualizar outras operações já que tudo estava concentrado nesse desenvolvimento.

A segunda etapa foi colocar o banco de dados da máquina que fez a transição das informações da rede de automação para a rede corporativa, o chamado “PI SERVER”. Também um software de baixo nível para trazer dos servidores SCADA 1 e SCADA 2 os valores necessários para o sistema de gestão foi necessário rodar nessa máquina. O ultimo procedimento foi instalar o supervisor já compilado nas máquinas clientes que estavam na rede corporativa e supervisionar então os valores correspondentes ao consumo e eficiência de máquina.

O resultado novamente foi o esperado, ou seja, foi possível supervisionar a planta a partir de máquinas clientes que acessaram a rede corporativa e com isso perceber o quanto de

equipamentos e softwares é necessário para funcionar um sistema de automação bem projetado.

5. PERSPECTIVAS

5.1 TENDÊNCIAS DAS TECNOLOGIAS UTILIZADAS

As tendências para indústria de acordo com os estudos do governo Alemão, mais também com o que tem se discutido nas comunidades do segmento de automação, é relacionado aos padrões de comunicação nesse sentido inicia-se destacando um dos tópicos trabalhados nessa obra que é o padrão “*wifi*” em termos técnicos o 802.11 A/B/G/N.

O transmissor Arduino utilizou um padrão de comunicação 802.11 B, o que é limitado com relação as suas taxas de transmissão a qual o padrão permite 11 Mbps, o transmissor não alcançou mais do que 2 Mbps, assim esse é um ponto a se destacar na instrumentação sem fio, os padrões e mesmo os equipamentos que simulam os processos deverão estar evoluindo paralelamente às tecnologias. No que diz respeito ainda a tecnologia atual, já existe o padrão 802.11 AC, que tem uma proposta de entrada na casa dos 1 Gbps, em destaque roteador DIR-868L da marca DLINK já pode ser encontrado no padrão prometendo taxas de 1,7 Gbps. Veja na figura 39 a proposta de marketing da DLINK para essa tecnologia.



Figura 39 – Marketing da DLINK para o padrão atual de transmissão “*wi-fi*” 802.11 ac.

Fonte: DLINK

No campo industrial efetivamente, padrões como o 802.15.4 conhecido também como “*WirelessHart*”, menção a rede cabeada digital de campo “*Hart*”, estão hoje ainda transmitindo a uma taxa de 0,25 Mbps, ou seja, a indústria com seus fornecedores e produtos específicos tem muito que desenvolver e principalmente na padronização desse protocolos.

Quando se observa as tecnologias sem fio, um ponto a destacar é o uso dos identificadores de campo, como citado a radio frequência e suas evoluções deverão contribuir para que os produtos intermediários ou não, esteja sendo contabilizados através desses dispositivos.

No que se refere as tecnologias de virtualização o desenvolvimento será muito em função das redes, servidores e aplicativos em nuvem, o desenvolvedor da ferramenta que foi utilizada nos experimentos o “VMware” já possui uma solução para acesso de dados e aplicativos em nuvem que é o “VMware vCloud Air” na qual realiza o acesso a servidores virtuais em cluster de parceiros contratados.

O experimento utilizou o “VMware Workstation” que permite aplicações em um conjunto de hardware apenas, não dando suporte para conexão de outras máquinas virtuais através de rede seja ela local ou mesmo em nuvem. Veja na figura 40 abaixo que o software desenvolvido pelos analistas da “VMware”, possibilita a utilização de qualquer aplicativo em uma interface que se comunica diretamente da sua rede local para a nuvem privada e gerenciamento simples com suporte telefônico da “VMware”, assim esse tipo de plataforma será tendência em direcionar as informações dos vários níveis de automação de uma planta industrial.

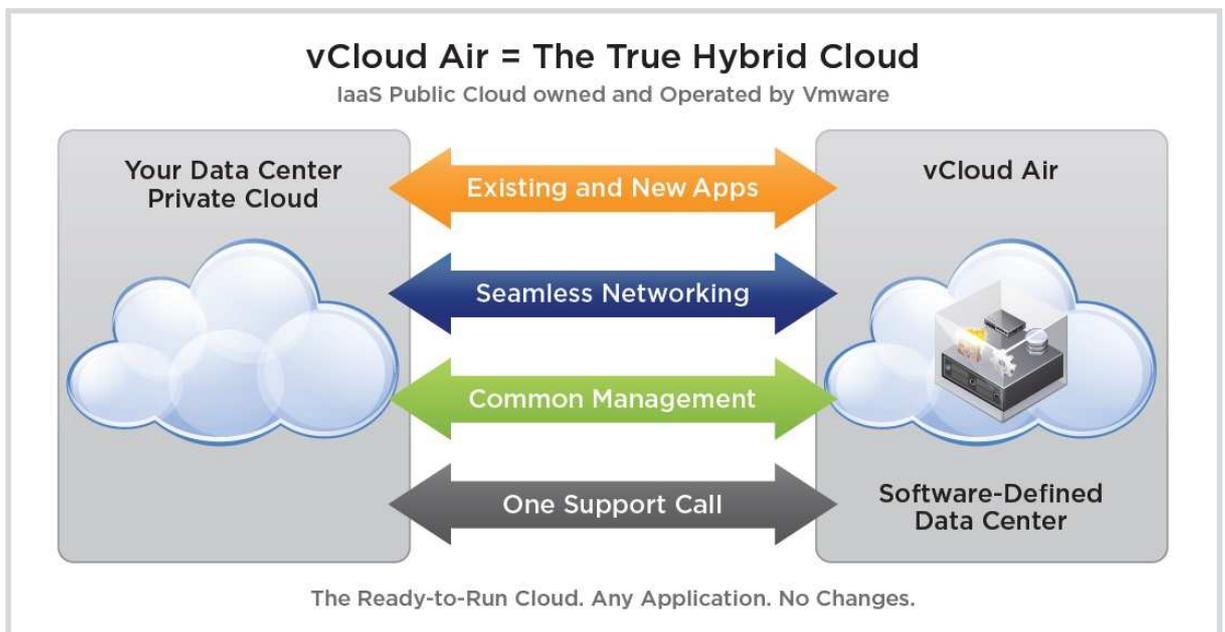


Figura 40 – Serviços realizados pelo software “vCloud Air” do desenvolvedor “VMware”.

Fonte: VMware

No aspecto da supervisão, existe uma forte tendência no uso cada vez maior de dispositivos móveis nas aplicações, principalmente em função do ganho de popularidade nos últimos três anos em função da redução de custo e melhorias no desempenho e capacidade, assim acessos remotos que antes necessitariam de uma rede e um computador conectado a ela,

hoje com um simples toque em um botão o seu dispositivo já se conecta em uma rede 4G e já é possível fazer o acesso remoto ao processo, gestão de processo, e gestão de planta rapidamente.

Pegando carona no desenvolvimento dos dispositivos estão as plataformas de desenvolvimento “*open source*” ou código aberto, que invadirão esses dispositivos para se comunicarem com máquinas e equipamentos na indústria.

Aqui foram alguns exemplos das perspectivas que puderam ser apuradas em função do estudo das novas aplicações na indústria especificamente utilizando as ferramentas descritas acima, na sequência será abordado quais são as lacunas que devem ser preenchidas nas plantas industriais com as tecnologias e aplicações das abordagens anteriores.

5.2 BOAS PRÁTICAS DE ENGENHARIA DE AUTOMAÇÃO

Em resumo, as boas práticas devem ser percebidas em duas fases do desenvolvimento das atividades de automação em uma empresa, no sentido de se atentar as condições que serão encontradas, primeiramente na concepção e implantação do projeto e em uma segunda fase, mais avançada é relacionada a operação.

No que se refere à implantação de projetos, fica muito evidente a necessidade que existe em conhecer principalmente a atividade principal da planta industrial, pois normalmente se dividem as plantas entre o processo efetivo do segmento em questão, como energia, papel, petróleo à qual recebe uma estrutura de equipamentos e automação dedicados e exclusivos para tal função que nem sempre estão prevendo a possibilidade de integração com plantas auxiliares de utilidades a este processo.

Ainda nem sempre estão sendo previstos a elevação de nível para publicação de dados de processo e variáveis combinadas de uma rede de automação para uma rede corporativa utilizando obviamente a boa prática simulada nessa obra. Identificar esses pontos, sugerir que os fornecedores dos principais sistemas se atentem a essa necessidade, apresentando principalmente uma arquitetura conceitual, pode ser um diferencial para um profissional de automação, pois os benefícios que em operação estas implantações darão justificarão não só os investimentos iniciais mais os ganhos em eficiência como um todo para o projeto sem contar na qualidade do sistema implantado.

No contexto industrial em operação, identificar a possibilidade de integração entre processos é uma boa prática que pode também ser diferencial para o profissional e sua equipe no desenvolvimento de novos indicadores, da mesma maneira que o experimento dessa obra integrou dois processos e identificou uma lacuna de monitoramento, ou seja, consumo, eficiência, produtividade, essas implantações podem ser feitas sistematicamente onde normalmente o que se encontra, são dados preenchidos à mão.

A melhor boa prática que o profissional de automação deverá saber é qual o seu segmento de atuação e qual as particularidades do seu processo no que se refere não somente ao contexto eletro, eletrônico, mecânico, mecatrônico, mas conhecer bem como funciona o contexto produtivo, os fundamentos para que soluções em automação de maneira mais amplas possam surgir como benefício para a empresa.

6. PRÁTICAS ADQUIRIDAS

O diferencial de um trabalho científico que proporciona condições para que seja executado também um trabalho e experimentos práticos, no sentido de evidenciar as teorias apresentadas, amplia as margens de conhecimento do autor junto ao estímulo do leitor a buscar o aprofundamento nos conceitos assimilados na leitura, de maneira que surge como proposta dessa obra justamente a continuidade com as sugestões apresentadas anteriormente.

Abaixo são algumas das principais praticas adquirida no desenvolvimento do experimento de integração dos processos, cujo nível de automação envolvido, proporcionou trabalhar em três níveis adendo aos conceitos principais de inovação na indústria, o que nem sempre é possível dependendo do ponto de vista e maturidade do autor.

- Funcionamento de linguagens de programação – Nesse trabalho foram utilizadas pelo menos três linguagens de programação, sendo o próprio JAVA responsável pela integração dos processos e supervisão dos níveis de automação; a linguagem do Arduino, que serviu para configurar o transmissor de vazão; e o RAPID linguagem de programação do robô ABB.

Obviamente que somente com um empenho maior e outras aplicações é possível dominar essas ferramentas, porém assimilar como é seu funcionamento dentro dos sistemas desenvolvido, sabendo onde são os campos de aplicação e até mesmo buscar por ferramentas similares e acompanhar as suas atualizações, abre um horizonte de conhecimento não presente antes.

- Desenvolvimento de banco de dados – A modelagem da ferramenta HSQL também pode ser realizada de maneira mais efetiva em um empenho maior voltado para seus comandos, porém com o breve conhecimento adquirido nessa obra foi possível, por exemplo, entender como é a instalação e funcionamento de um banco até o passo de iniciar um novo banco de dados em uma máquina, também entender como trabalhar com banco paralelos, definir os caminhos que sistema deve ter parametrizado em seus executáveis e entender que um banco de dados deve ter auxílio de outras ferramentas para o seu manuseio.

- Universo Arduino – Apesar de já citado o Arduino em forma de linguem de programação, existe ainda todo um aparato que cerca esse hardware poderoso de código aberto, desde inúmeros sensores até válvulas solenoides, que permite simular plantas indústrias no contexto de supervisão e controle e que aplicações em outros campos de trabalho estão sendo viabilizados como é o caso da automação residencial. Assim detentores

desse conhecimento tem uma oportunidade grande de desenvolver um produto que caia no mercado com aceitação, basta talento e inovação.

- Máquinas Virtuais – A utilização de máquinas virtuais para aplicações mais complexas como servidores em rede ajudou a desvendar dois mistérios que grosso modo para quem talvez trabalhe diariamente com a ferramenta, não encontrasse dificuldade alguma na implementação que foi realizada. Inicialmente o primeiro desafio foi saber como uma máquina virtual isolada por padrão do software era capaz de ser visualizada em rede como se fosse uma máquina física, o que ficou obscuro até o momento de se descobrir a opção “*bridge*”. O segundo desafio foi como alternar o dispositivo de rede da máquina hospedeira, ou seja, interface de rede cabeada e interface de rede sem fio, e manter a máquina virtual em perfeito funcionamento, assim foi sem conectividade até perceber a função de alteração de “*driver*” na mesma configuração geral de rede do software “*VMware*”.

Com esses pequenos detalhes aprendidos na construção do experimento e desenvolvimento desta obra, um embasamento teórico e prático de qualidade com maior maturidade foi alcançado principalmente com grande esclarecimento de parte dos outros conceitos agregados ao longo de cada matéria da especialização em automação, dando inclusive subsídios e incentivos para um possível mestrado.

7. CONCLUSÕES

No que se refere aos conceitos inovadores da indústria 4.0, serão estes que determinarão as tendências, sendo no campo científico onde é provável que se concentre os estudos e pesquisas para o desenvolvimento de novos padrões e tecnologias que se integrarão em prol da indústria, no campo mercadológico os fabricantes promoverão flexibilidade nos seus produtos desenvolvendo soluções que atendam a necessidade dos profissionais integradores e os profissionais que tiverem os recursos intimamente alinhados nesses conceitos estará se beneficiando e fazendo história na quarta revolução industrial.

Apesar dos resultados do experimento já terem sido apresentados é importante concluir que os objetivos foram alcançados, já que foi possível trabalhar os fundamentos da indústria 4.0 com os recursos disponíveis, em primeiro plano com a virtualização de sistemas no qual foi possível se aprofundar e descobrir o caminho árduo que essa tecnologia passou até chegar ao status atual contribuindo de maneira grandiosa para as tecnologias de automação e informação. Em um segundo plano as tecnologias de comunicação sem fio que tem grandes desafios a vencer na indústria mais que reduzirão muitos esforços de implantação no que se compete a recursos financeiros e prazos de instalações.

E por fim produzir automação industrial de alto nível e clareza nas aplicações é cada vez mais importante para que os recursos humanos, na qualidade dos profissionais de automação industrial, tenham a capacidade de se desenvolver manuseando essas ferramentas tecnológicas e possam posteriormente contribuir para o desenvolvimento de novas necessidades tecnológicas que a indústria tem, em acordo com seus diversos segmentos, adendo aos conceitos da nova revolução.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

HWANG, Kay *Distributed and Cloud Computing from Parallel Processing to the Internet of Things*. Massachusetts, USA: Editora ELSEVIER, 2012.

RARIZ, Felipe. Bem-vindo ao Futuro da Indústria. **BRAZIL Automation**, São Paulo, Ed. 157, p.22-31, nov-dez. 2014.

BENITEZ, Epifanio. M2M (Machine to Machine) Cloud Gateway: aquisição de dados na nuvem. **CONTROLE & Instrumentação**, São Paulo, Ed. 181, p.72-73, Set. 2012.

ROESSLER, Dan. Aprimorando o Desempenho da Manufatura com Aplicativos Móveis de Gerenciamento de Informação. **MECATRÔNICA Atual**, São Paulo, Ed. 62, p.20-23, Maio/Junho. 2013.

AJMERI, Amit. Field Wireless Network. **InTECH**, Internacional, Ed. 60, p.30-35, Novembro/Dezembro 2013.

ACATECH. **Recommendations for implementing the strategic initiative Industry 4.0**. Alemanha: Abril de 2013.

COELHO, **Virtualização - VMware e Xen**

Rio de Janeiro, Junho de 2008, acesso em 21/02/2015

Disponível em: <http://www.gta.ufrj.br/grad/09_1/versao-final/virtualizacao/index.html>

Site Brasil Escola, Primeira Revolução Industrial. Acesso em: 24/01/2015

Disponível em: <<http://www.brasilecola.com/geografia/primeira-revolucao-industrial.htm>>

Site Mundo Educação, Terceira Revolução Industrial. Acesso em: 27/01/2015

Disponível em: <<http://www.mundoeducacao.com/geografia/terceira-revolucao-industrial.htm>>

Site AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL, Indústria 4.0: Uma Visão da Automação Industrial. Acesso em: 28/01/2015

Disponível em: <<http://www.automacaoindustrial.info/industria-4-0-uma-visao-da-automacao-industrial/>>

Site (MFEPA) Ministério Federal de Educação e Pesquisa Alemão: Projeto do Futuro: Indústria 4.0. Acesso em: 29/01/2015

Disponível em: <<http://www.bmbf.de/en/19955.php>>

Disponível em: <http://www.bmbf.de/pubRD/Umsetzungsempfehlungen_Industrie4_0.pdf>

Site da BOSCH REXROTH: A Indústria do Futuro 2013. Acesso em 29/01/2015

Disponível em: <www.boschrexroth.com/country_units/south.../Industria_4.0_rex.pdf>

Site FORBES: Transformando o Crescimento Econômico com a Internet Industrial das Coisas. Acesso em 30/01/2015

Disponível em: <<http://www.forbes.com/sites/valleyvoices/2015/01/21/transforming-economic-growth-with-the-industrial-internet-of-things/2/>>

Site WIKIPEDIA: “*Big Data*”. Acesso em 30/01/2015

Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Big_data>

Site WIKIPEDIA: Redes sem Fio. Acesso em 04/02/2015

Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Rede_sem_fio#Wifi>

Site WIKIPEDIA: “*Virtual Private Server*”. Acesso em 08/02/2015

Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/Virtual_private_server>

Site WIKIPEDIA: “x86”. Acesso em 10/02/2015

Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/X86>>

Site WIKIPEDIA: “*Application Programming Interface*”. Acesso em 10/02/2015

<http://en.wikipedia.org/wiki/Application_programming_interface>

Site WIKIPEDIA: Acesso em 02/03/2015

Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.15.4>

Site SIEMENS: “*Gaining Ground: Wireless Communication in Industry*”. Acesso em 30/01/2015

Disponível em:

<<https://www.industry.siemens.com/topics/global/en/magazines/advance/advance-archive/Documentsadvance-2012-3-en.pdf>>

Site IBM: “VM History and Heritage”. Acesso em 05/02/2015

Disponível em: <<http://www.vm.ibm.com/history/>>

Site INFOESTER: “O que é virtualização e pra que serve?”. Acesso em 06/02/2015

Disponível em: <<http://www.infowester.com/virtualizacao.php>>

Site SLIDESHARE: “Plataforma VCE – Data Center Virtual (DCV)”. Acesso em 06/02/2015

Disponível em: <<http://pt.slideshare.net/alexhubner/dcv-treinamento-tecnico15>>

Site ALEXSOUZA: “Sobre o “*Hypervisor*”. Acesso em 10/02/2015

Disponível em: <<http://www.alexsousa.com.br/virtualizacao/sobre-o-hypervisor/>>

Site MLAUREANO: “Máquinas Virtuais e Emuladores”. Acesso em 19/02/2015

Disponível em: <http://www.mlaureano.org/aulas_material/so/livro_vm_laureano.pdf>

Site VMWRARE: “Understanding Full Virtualization, Paravirtualization, and Hardware Assist” Acesso em 20/02/2015

Disponível em: <http://www.vmware.com/files/pdf/VMware_paravirtualization.pdf>

Site BOCHS: Acesso em 21/02/2015

Disponível em: <<http://bochs.sourceforge.net/>>

Site INFOWESTER: Acesso em 27/02/2015

Disponível em: <<http://www.infowester.com/wifi.php>>

Site DLINK: Acesso em 02/03/2015

Disponível em: <<http://www.dlink.com>>


```

                                0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, // Key 2
                                0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00 // Key 3
                                };

```

```
// setup the wireless mode
```

```
// infrastructure - connect to AP
```

```
// adhoc - connect to another WiFi device
```

```
unsigned char wireless_mode = WIRELESS_MODE_INFRA;
```

```
unsigned char ssid_len;
```

```
unsigned char security_passphrase_len;
```

```
// End of wireless configuration parameters -----
```

```
int NbTopsFan;
```

```
int Calc;
```

```
int hallsensor = 2;
```

```
int leit;
```

```
void rpm ()
```

```
{
```

```
    NbTopsFan++;
```

```
}
```

```
void setup()
```

```
{  
  WiServer.init(sendMyPage);  
  //Serial.begin(57600);  
  WiServer.enableVerboseMode(true);  
  pinMode(hallsensor, INPUT);  
  //attachInterrupt(1, rpm, RISING);  
}  
  
void loop ()  
{  
  WiServer.server_task();  
  delay(10);  
}  
  
// This is our page serving function that generates web pages  
boolean sendMyPage(char* URL) {  
  
  if (strcmp(URL, "/") == 0) {  
  
    NbTopsFan = 0;  
  
    for(int i=0;i<60;i++){  
      delay(5);  
      leit = digitalRead(hallsensor);
```

```
if(leit == 1){  
    i = 61;  
    NbTopsFan = 60;  
}  
}  
  
if(NbTopsFan > 0){  
    Calc = (NbTopsFan * 60 / 5.5); //(Pulse frequency x 60) / 5.5Q, = flow rate  
}else{  
    Calc = 0;  
}  
delay(10);  
WiServer.print(Calc);  
return true;  
}  
  
// URL not found  
return false;  
  
}
```

9.2 P1 - APLICAÇÃO EM JAVA PRINCIPAL

```
/*
```

```
* To change this license header, choose License Headers in Project Properties.
```

```
* To change this template file, choose Tools | Templates
```

```
* and open the template in the editor.
```

```
*/
```

```
package tccfernando;
```

```
/**
```

```
*
```

```
* @author oberdan
```

```
*/
```

```
public class AppMain {
```

```
    public static void main(String[] args) {
```

```
        Runnable runnable = new TCCFernando();
```

```
        Thread thread = new Thread(runnable);
```

```
        thread.start();
```

```
    }
```

```
}
```

9.3 P1 - APLICAÇÃO EM JAVA SCADA 1

```
/*
```

```
* To change this license header, choose License Headers in Project Properties.
```

```
* To change this template file, choose Tools | Templates
```

* and open the template in the editor.

```
*/
```

```
package tccfernando;
```

```
import java.io.*;
```

```
import java.net.MalformedURLException;
```

```
import java.net.URL;
```

```
import java.sql.Connection;
```

```
import java.sql.DriverManager;
```

```
import java.sql.PreparedStatement;
```

```
import java.text.SimpleDateFormat;
```

```
import java.util.Calendar;
```

```
import java.util.Locale;
```

```
/**
```

```
*
```

```
* @author oberdan
```

```
*/
```

```
public class TCCFernando implements Runnable{
```

```
    public static final String DRIVER = "org.hsqldb.jdbcDriver";
```

```
    public static final String DBURL = "jdbc:hsqldb:hsqldb://192.168.0.103:9001/";
```

```
/**
```

```
* @param args the command line arguments
*/
public void run() {
    URL url = null;
    Calendar c = null;
    while(true){
        try {
            c = Calendar.getInstance();
            System.out.println("Data / hora: "+c.getTime());
            url = new URL("http://192.168.0.180/");
            new TCCFernando().getPage(url);
            Thread.sleep(30000);
        } catch (MalformedURLException e) {
            e.printStackTrace();
        } catch (Exception e) {
            e.printStackTrace();
        }
    }
}

public void getPage(URL url) throws IOException {
    BufferedReader in = new BufferedReader(new InputStreamReader(url.openStream()));
    String inputLine;
    int valor = 0;
    while ((inputLine = in.readLine()) != null) {
```

```
try{
    valor = Integer.parseInt(inputLine);
    inserir(valor);
} catch(Exception e){
    System.out.println(inputLine);
}
}

in.close();
}

public void inserir(int valor){

try{
    Class.forName(DRIVER);
    Connection conn = DriverManager.getConnection(DBURL, "SA", null);
    PreparedStatement st = null;
    conn.setAutoCommit(true);
    StringBuilder sql = new StringBuilder();
    sql.append("INSERT INTO VAZAO ( VAZA_CD_VAZAO,
VAZA_DT_CONSUMO, VAZA_VL_CONSUMO) ");
    sql.append("VALUES (DEFAULT,SYSDATE,?)");

    st = conn.prepareStatement(sql.toString());
    st.setInt(1, valor);
```

```
st.executeUpdate();

conn.commit();

st.close();

conn.close();

} catch (Exception ex) {
    ex.printStackTrace();
}

}
```

9.4 P1 - BANCO DE DADOS – SCADA 1

```
CREATE TABLE VAZAO (
    VAZA_CD_VAZAO INTEGER GENERATED BY DEFAULT AS IDENTITY
    PRIMARY KEY ,
    VAZA_DT_CONSUMO DATETIME ,
    VAZA_VL_CONSUMO FLOAT
);
```

9.5 P2 - APLICAÇÃO EM RAPID MÁQUINA P2

```
MODULE MainModule
```

```
VAR socketdev socket1;
```

```
VAR string received_string;
```

```
PROC main()
```

```
    MoveL Offs(CRobT(),20,0,0), v100, fine, tool0;
```

```
    MoveL Offs(CRobT(),-20,0,0), v100, fine, tool0;
```

```
    WaitTime 30;
```

```
    SocketCreate socket1;
```

```
    SocketConnect socket1, "192.168.125.2", 1025;
```

```
    ! Communication
```

```
    SocketSend socket1 \Str:="Hello server";
```

```
    TPWrite "OK";
```

```
    SocketClose socket1;
```

```
ENDPROC
```

```
ENDMODULE
```

9.6 P2 - APLICAÇÃO EM JAVA SCADA 2

```
/*
```

```
* To change this license header, choose License Headers in Project Properties.
```

```
* To change this template file, choose Tools | Templates
```

```
* and open the template in the editor.
```

```
*/
```

```
package tccfernando;
```

```
import java.io.DataInputStream;
```

```
import java.net.ServerSocket;
```

```
import java.net.Socket;
```

```
import java.sql.Connection;
```

```
import java.sql.DriverManager;
```

```
import java.sql.PreparedStatement;
```

```
import static tccfernando.TCCFernando.DBURL;
```

```
import static tccfernando.TCCFernando.DRIVER;
```

```
/**
```

```
*
```

```
* @author oberdan
```

```
*/
```

```
public class TCCFernandoRobo{
```

```
    public static final String DRIVER = "org.hsqldb.jdbcDriver";
```

```
public static final String DBURL = "jdbc:hsqldb:hsqldb://192.168.0.106:9001/";

public static void main(String[] args) {
    new TCCFernandoRobo().start();
}

private void start(){
    try {
        //SimpleDateFormat simple = new SimpleDateFormat("DD/MM/YYYY");
        int port = 1025;
        ServerSocket server = new ServerSocket(port);
        System.out.println("## SERVER ON-LINE ##");
        while (true) {
            Socket client = server.accept();
            DataInputStream dis = new DataInputStream(client.getInputStream());
            String msg = dis.readLine();
            System.out.println(msg);
            inserir(1);
            client.close();
        }
    } catch (Exception e) {
        e.printStackTrace();
    }
}
```

```
public void inserir(int valor){

    try{

        Class.forName(DRIVER);

        Connection conn = DriverManager.getConnection(DBURL, "SA", null);

        PreparedStatement st = null;

        conn.setAutoCommit(true);

        StringBuilder sql = new StringBuilder();

        sql.append("INSERT INTO CICLO ( CICL_CD_CICLO, CICL_DT_CICLO,
CICL_VL_CICLO) ");

        sql.append("VALUES (DEFAULT,SYSDATE,?)");

        st = conn.prepareStatement(sql.toString());

        st.setInt(1, valor);

        st.executeUpdate();

        conn.commit();

        st.close();

        conn.close();

    } catch (Exception ex) {

        ex.printStackTrace();

    }

}

}
```

9.7 P2 - BANCO DE DADOS – SCADA 2

```
CREATE TABLE CICLO (
```

```
    CICL_CD_CICLO INTEGER GENERATED BY DEFAULT AS IDENTITY PRIMARY  
KEY ,
```

```
    CICL_DT_CICLO DATETIME ,
```

```
    CICL_VL_CICLO INTEGER
```

```
);
```

9.8 P1/P2 – APLICAÇÃO EM JAVA “PI” SERVER

```
/*
```

```
* To change this license header, choose License Headers in Project Properties.
```

```
* To change this template file, choose Tools | Templates
```

```
* and open the template in the editor.
```

```
*/
```

```
package piserver;
```

```
import java.sql.Connection;
```

```
import java.sql.DriverManager;
```

```
import java.sql.PreparedStatement;
```

```
import java.sql.ResultSet;
```

```
import java.text.SimpleDateFormat;
```

```
import java.util.Calendar;
```

```
import java.util.Date;
```

```
/**
```

```
*
```

```
* @author adm
```

```
*/
```

```
public class ClientSGBD implements Runnable{
```

```
    public static final String DRIVER = "org.hsqldb.jdbcDriver";
```

```
    public static final String DBURL = "jdbc:hsqldb:hsqldb://192.168.0.121:9001/";
```

```
    public static final String DBURLF = "jdbc:hsqldb:hsqldb://192.168.0.103:9001/";
```

```
    public static final String DBURLC = "jdbc:hsqldb:hsqldb://192.168.0.106:9001/";
```

```
int valorF = 0;

int totalF = 0;

int valorC = 0;

int totalC = 0;

public void run() {

    while(true){

        try {

            System.out.println(new Date());

            valorF = 0;

            totalF = 0;

            valorC = 0;

            totalC = 0;

            initFlow();

            initCicle();

            updateBD();

            Thread.sleep(60000);

        } catch (Exception e) {

            e.printStackTrace();

        }

    }

}
```

```
private void initFlow(){  
  
    SimpleDateFormat format = new SimpleDateFormat("dd/MM/yyyy");  
  
    Date data = null;  
  
    try {  
  
        Class.forName(DRIVER);  
  
        Connection conn = DriverManager.getConnection(DBURLF, "SA", null);  
  
        ResultSet rs = null;  
  
        PreparedStatement st = null;  
  
        StringBuilder sql = new StringBuilder();  
  
        sql.append("SELECT VAZA_DT_CONSUMO, VAZA_VL_CONSUMO FROM ");  
        sql.append("VAZAO ");  
  
        sql.append("WHERE    TO_CHAR(VAZA_DT_CONSUMO,'DD/MM/YYYY')    =  
"+format.format(new Date()+"");  
  
        sql.append(" AND VAZA_VL_CONSUMO > 0 ");  
  
        st = conn.prepareStatement(sql.toString());  
  
        rs = st.executeQuery();  
  
        while(rs.next()){
```

```
        data = new java.util.Date(rs.getTimestamp(1).getTime());
        if(data.getHours() == Calendar.getInstance().getTime().getHours()){
            valorF+= rs.getInt(2);
        }
        totalF+= rs.getInt(2);
    }

    rs.close();
    st.close();
    conn.close();

} catch (Exception ex) {
    ex.printStackTrace();
}
}

private void initCicle(){
    SimpleDateFormat format = new SimpleDateFormat("dd/MM/yyyy");
    Date data = null;

    try {

        Class.forName(DRIVER);
        Connection conn = DriverManager.getConnection(DBURLC, "SA", null);
```

```
ResultSet rs = null;

PreparedStatement st = null;

StringBuilder sql = new StringBuilder();

sql.append("SELECT CICL_DT_CICLO, CICL_VL_CICLO FROM ");
sql.append("CICLO ");
sql.append("WHERE      TO_CHAR(CICL_DT_CICLO,'DD/MM/YYYY')      =
"+format.format(new Date()+"");

st = conn.prepareStatement(sql.toString());

rs = st.executeQuery();

while(rs.next()){
    data = new java.util.Date(rs.getTimestamp(1).getTime());
    if(data.getHours() == Calendar.getInstance().getTime().getHours()){
        valorC+= rs.getInt(2);
    }
    totalC+= rs.getInt(2);
}

rs.close();
st.close();
conn.close();
```

```
    } catch (Exception ex) {  
        ex.printStackTrace();  
    }  
}  
  
public void updateBD(){  
  
    try{  
        Class.forName(DRIVER);  
        Connection conn = DriverManager.getConnection(DBURL, "SA", null);  
        PreparedStatement st = null;  
  
        StringBuilder sql = new StringBuilder();  
  
        sql.append("UPDATE PROCESSO SET PROC_VL_PROCESSO = ? WHERE  
PROC_CD_PROCESSO = ?");  
  
        if(valorF>0){  
            st = conn.prepareStatement(sql.toString());  
            st.setInt(1, valorF/valorC);  
            st.setInt(2, 0);  
            st.executeUpdate();  
        }  
  
        if(totalF>0){  
            sql = new StringBuilder();
```

```
sql.append("UPDATE PROCESSO SET PROC_VL_PROCESSO = ? WHERE  
PROC_CD_PROCESSO = ?");
```

```
st = conn.prepareStatement(sql.toString());
```

```
st.setInt(1, totalF/totalC);
```

```
st.setInt(2, 1);
```

```
st.executeUpdate();
```

```
}
```

```
if(valorF>0){
```

```
sql = new StringBuilder();
```

```
sql.append("UPDATE PROCESSO SET PROC_VL_PROCESSO = ? WHERE  
PROC_CD_PROCESSO = ?");
```

```
st = conn.prepareStatement(sql.toString());
```

```
st.setDouble(1, new Double(valorC)/new Double(120));
```

```
st.setInt(2, 2);
```

```
st.executeUpdate();
```

```
}
```

```
if(totalC>0){
```

```
sql = new StringBuilder();
```

```
sql.append("UPDATE PROCESSO SET PROC_VL_PROCESSO = ? WHERE  
PROC_CD_PROCESSO = ?");
```

```
st = conn.prepareStatement(sql.toString());
```

```
        st.setDouble(1, new Double(totalC)/new Double((120*24)));  
        st.setInt(2, 3);  
        st.executeUpdate();  
    }  
  
    st.close();  
    conn.close();  
  
    } catch (Exception ex) {  
        ex.printStackTrace();  
    }  
    }  
  
}
```

9.9 P1/P2 - BANCO DE DADOS – “PI” SERVER

```
CREATE TABLE CICLO (  
    CICL_CD_CICLO INTEGER GENERATED BY DEFAULT AS IDENTITY PRIMARY  
    KEY ,  
    CICL_DT_CICLO DATETIME ,  
    CICL_VL_CICLO INTEGER  
);
```