



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
DEPARTAMENTO CIÊNCIAS AMBIENTAIS E TECNOLÓGICAS
CURSO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

JOSÉ THIAGO CHAGAS SALDANHA

**A IMPORTÂNCIA DA APLICAÇÃO DE SISTEMAS AUTOMATIZADOS PARA O
CONTROLE DE INCÊNDIOS FLORESTAIS**

MOSSORÓ
2011

JOSÉ THIAGO CHAGAS SALDANHA

**A IMPORTÂNCIA DA APLICAÇÃO DE SISTEMAS AUTOMATIZADOS PARA O
CONTROLE DE INCÊNDIOS FLORESTAIS**

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas para a obtenção do título de Bacharel em Ciência e Tecnologia.

Orientador: Prof. M. Sc. André Pedro Fernandes Neto – UFERSA

MOSSORÓ
2011

Ficha catalográfica preparada pelo setor de classificação e catalogação da Biblioteca “Orlando Teixeira” da UFRSA

S162i Saldanha, José Thiago Chagas.

A importância da aplicação de sistemas automatizados para o controle de incêndios florestais. / José Thiago Chagas Saldanha. -- Mossoró, 2011.

48f. il.

Monografia (Graduação em Bacharelado em Ciência e Tecnologia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido.

Orientador: Profº. M. Sc. André Pedro Fernandes Neto

1.Automação. 2.Incêndios florestais. 3.Sistemas.
4.Incêndios. I.Título.

CDD: 634.9

JOSÉ THIAGO CHAGAS SALDANHA

**A IMPORTÂNCIA DA APLICAÇÃO DE SISTEMAS AUTOMATIZADOS PARA O
CONTROLE DE INCÊNDIOS FLORESTAIS**

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas para a obtenção do título de Bacharel em Ciência e Tecnologia.

DATA DA APROVAÇÃO ____ / ____ / 2011

BANCA EXAMINADORA

Prof. M. Sc. André Pedro Fernandes Neto – UFERSA
Presidente

Prof. M. Sc. Blake Charles Diniz Marques – UFERSA
Primeiro Membro

Prof. M. Sc. Marcos Antonio Dantas de Souza – UFERSA
Segundo Membro

DEDICATÓRIA

Deus por permitir que tudo seja possível,
aos meus pais, José Milton Saldanha Maia
e Maria Ilzanir Chagas por me apoiarem
nessa nova etapa da minha vida com amor,
carinho e sacrifícios.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, pelo fato de nunca me abandonar e sempre me deram apoio.

À minha família, por sempre me apoiar em todos os momentos.

A minha namorada que me apoiou muito nessa trajetória.

Aos amigos que estiveram presentes em todas as situações.

Ao meu orientador, pela paciência e amizade que foi muito importante durante todo o trabalho.

"O mundo tornou-se perigoso,
porque os homens aprenderam a
dominar a natureza antes de se
dominarem a si mesmos."

(Albert Schweitzer)

RESUMO

Esse trabalho de monografia vem apresentar um estudo realizado sobre automação mostrando seus aspectos mais relevantes como definição, histórico, tipos, seus elementos de constituição e os efeitos que causa em todas as classes da sociedade. Apresenta também os sistemas de automação mais utilizados e eficientes e os seus funcionamentos e vem retratar mais especificamente a importância da aplicação desses sistemas automatizados para obtenção de um controle sobre incêndios florestais com o objetivo de prevenir e impedir que tais acontecimentos tomem proporções maiores e prejudiquem o meio ambiente. O fogo sempre serviu ao homem como benefício, mas a partir do momento que este o utiliza como arma de destruição do bem comum, que é a natureza, é necessário usar toda a inteligência em prol da busca de uma solução para barrar atitudes tão desumanas; vale salientar que além dos incêndios desencadeados pela negligência humana, ainda existem aqueles oriundos de fenômenos naturais. O desenvolvimento deste trabalho vai além de mostrar a importância da automação nos dias atuais e as facilidades que esta oferece ou de apenas apresentar um discurso crítico sobre incêndios florestais e os perigos que este representa; visa atentar para as possibilidades de diminuição de incêndios florestais de grande repercussão através da utilização de sistemas de automação, podendo assim, ter possibilidade de obter sucesso na detecção e controle desses incêndios.

Palavras-chaves: Automação, Incêndio, Incêndios Florestais, Meio Ambiente

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - PC conectado a CLPs ou DCS.....	23
Figura 2 - PC conectado ao barramento de IEDs.....	24
Figura 3 - IHM alfa numérica.....	30
Figura 4 - IHM gráfica.....	31
Figura 5 - Triângulo do fogo.....	32
Figura 6 - Interface rural-urbano (URI).....	41

LISTA DE SIGLAS

Eniac - Eletrical numerical integrator and calculator

CNC - Comando numérico computadorizado

APT (automatically programmed tools)

SCADA - Controle Supervisório e Aquisição de Dados (*supervisory control and data acquisition*)

CLP - Controladores Lógicos Programáveis

UTM - Unidade Terminal Mestre

UTRs - Unidades Terminais Remotas

IHM - Interface Homem-Máquina

IEDs - Dispositivo Eletrônico Inteligente (*Intelligent Eletronic Device*)

MODICON - Modular Digital Controller

CPU - Unidade central de processamento (Central processing unit)

FAO - Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IFONA - Instituto Florestal Nacional

IBDF - Instituto Brasileiro de desenvolvimento Florestal

FUPEF - Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná

Redes de Sensores sem Fio (WSN – Wireless Sensor Network)

CSEM - Centre Suisse d'Eletcronique et de Microtechnique

GIS - Informações geográficas

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

PROARCO - Sistema de Monitoramento, Prevenção e Controle de Incêndios Florestais na Amazônia

AVHRR - Advanced very high resolution radiometer

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS	12
2.1 OBJETIVOS GERAIS	12
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
3 REVISÃO LITERÁRIA	13
3.1 AUTOMAÇÃO	13
3.1.1 CONCEITO.....	13
3.1.2 DESENVOLVIMENTO.....	13
3.1.3 TIPOS E COMPONENTES.....	15
3.1.4 IMPACTOS NA SOCIEDADE	16
3.1.5 UMA VISÃO GERAL DOS SISTEMAS DE AUTOMAÇÃO DE MAIOR DESTAQUE	18
3.1.5.1 Automação industrial.....	18
3.1.5.2 Automação comercial	18
3.1.5.3 Automação predial e residencial.....	19
3.1.6 OUTRAS APLICAÇÕES.....	20
3.2 SISTEMAS DE AUTOMAÇÃO MAIS UTILIZADOS.....	20
3.2.1 SISTEMAS SCADA	20
3.2.2 CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMÁVEIS – CLP	25
3.2.3 SENSORES PARA A AUTOMAÇÃO	29
3.2.4 INTERFACE HOMEM MÁQUINA (IHM)	29
3.3 INCÊNDIO	32
3.3.1 CONCEITO.....	32
3.3.2 CAUSAS	33
3.3.3 INCÊNDIOS FLORESTAIS	35
3.3.4 DIMENSIONAMENTO DOS INCÊNDIOS FLORESTAIS NO MUNDO	36
3.3.5 DIMENSIONAMENTO DOS INCÊNDIOS FLORESTAIS NO BRASIL	37
4 MATERIAIS E MÉTODOS	39
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
6 CONCLUSÃO.....	44
REFERÊNCIAS	45

1 INTRODUÇÃO

Desde que o homem descobriu o fogo ele o utiliza em seu benefício; começando com a simples e essencial ação de preparar alimento indo até a fabricação de armas. Em nossa história podemos citar eventos com fogo descontrolado que tiveram repercussões desastrosas; como o grande incêndio de Roma, por exemplo, desencadeado por ordens do Imperador Nero com o objetivo de ampliar a área territorial do seu palácio. O fogo é o agente de maior responsabilidade por provocar prejuízos humanos, ambientais e econômicos. Qualquer tipo de incêndio causa destruição, mas neste trabalho vamos atentar para os incêndios florestais (PEREIRA, 2010).

Os incêndios florestais têm ocorrências de números espantosos, tanto no âmbito nacional, quanto no âmbito mundial. A destruição da fauna e da flora acarreta em prejuízos humanos, como perda de vidas e ambientais como extinção de espécies vegetais e animais e destruição de habitats. A sociedade também sofre prejuízos materiais, pois acontece perda de bens, reconstruções custam caro, os equipamentos de combate ao fogo também tem custo elevado.

O fator que mais impressiona é que a maioria desses incêndios é provocado pela ação humana de forma criminoso e desleal ao meio ambiente. O fogo provocado somado aos fatores naturais como a seca, a topografia local e a velocidade do vento é que fazem com que este fogo se propague e tenha efeitos mais amenos ou catastróficos (alguns países estão agravando a situação ao acumular combustível e principalmente com o crescimento populacional).

É importante que sejam elaboradas políticas de proteção contra esses incêndios e é necessário que estas sejam pensadas de acordo com cada região. Para estabelecer esses meios preventivos é preciso conhecer as características naturais daquele ambiente, fazer levantamentos das épocas que tem maior incidência e das possíveis causas. Os estudos individuais por região e os dados estatísticos colhidos são as melhores ferramentas para se arquitetar meios de controle mais eficazes.

A automação surgiu como meio facilitador do trabalho do homem; a aplicação de técnicas, softwares e equipamentos específicos para realização de processos que dependam o mínimo possível da intervenção humana é resultado de tecnologias que são aperfeiçoadas a cada dia. Desde sua origem o homem vem utilizando sua inteligência para buscar meios que poupem seus esforços físicos, trazendo mais comodidade e segurança; podemos encontrar as

primeiras iniciativas de automação na pré-história, na invenção da roda, nos moinhos de vento, em seguida nas produções artesanais, mais a diante na criação de máquinas para indústria e dos computadores, enfim, com os avanços tecnológicos e a sede de descobertas do homem, tudo que já se sabe pode ser melhorado e sempre haverá o que se criar.

As novidades tecnológicas permitiram à automação garantir seu espaço na sociedade de modo que esta passou a ser vista como necessidade. No que diz respeito à segurança podemos citar contribuições consideráveis como as dos sistemas de segurança urbano, de trânsito e dos estabelecimentos privados; os eletrodomésticos trouxeram mais praticidade ao cotidiano doméstico; a relação comercial que se tornou mais eficaz ao estreitar a relação entre o atendimento e o cliente, dando mais atenção às preferências e particularidades de cada consumidor; no setor das indústrias podemos apontar a criação das máquinas e dos sistemas fazendo com que esta possa mais facilmente atender a demanda com mais qualidade e perfeição, enfim, hoje podemos encontrar a presença da automação nos mais diversos setores de atuação humana.

As tecnologias já disponibilizam alguns sistemas que atuam em função da causa. Temos as redes de sensores sem fio, que são equipamentos mais leves e rápidos; temos a captação de sinais via satélite e temos o SCADA que é um sistema que colhe dados, analisa-os e toma as medidas cabíveis no caso de haver alguma alteração nos números encontrados.

É interessante e proveitoso utilizar todas as vantagens e benefícios da automação em favor do meio ambiente; os sistemas de automação disponíveis hoje podem ser adaptados neste contexto (e se não houvesse esta possibilidade, poderia ser pensado um sistema que suprisse essa necessidade), basta dar a devida importância à causa e estudar possibilidades.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Identificar a aplicação da automação na detecção e controle de incêndios florestais.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Especificar os sistemas e equipamentos mais utilizados nos mais diversos setores de atuação do homem e apresentar o funcionamento de cada um;
- Mostrar como a automação afeta a sociedade com suas vantagens e desvantagens;
- Identificar as dimensões dos incêndios florestais no mundo e no Brasil;
- Identificar as formas de detecção e controle de incêndios florestais;
- Discutir a aplicação da automação na detecção e controle de incêndios florestais.

3 REVISÃO LITERÁRIA

3.1 AUTOMAÇÃO

3.1.1 Conceito

Automação é o conjunto de equipamentos eletrônicos e/ou mecânicos que atuam sob técnicas que se auto regulam, substituindo o esforço humano (SENAI, 2005). Pode ser considerada uma ciência que direciona seus estudos e pesquisas à descoberta e aperfeiçoamento de sistemas que operem e controlem processos quase sem intervenção humana, sejam eles de pequeno ou grande porte. As máquinas “inteligentes” são facilitadoras do trabalho do homem, executando as tarefas de modo eficaz e seguro.

Os sistemas de automação podem ser aplicados nos mais diversos setores de atuação da sociedade como industrial, residencial, comercial, predial, em bem de consumo entre outros. Enfim, a automação surgiu com o intuito de auxiliar o homem no seu cotidiano e com os avanços da tecnologia, passou a se tornar necessidade.

Em processos produtivos, a automação tem como objetivo uma produção com baixo custo em maior quantidade, num tempo menor e, claro, com mais qualidade. Na área da indústria a automatização torna o negócio mais atrativo, gera mais competitividade entre as concorrentes (o que beneficia o consumidor), reduz a quantidade de mão de obra e aumenta os lucros. A automação destinada a residências e prédios surgiu com o intuito de proporcionar mais comodidade e tranquilidade, fazendo com que o “lar” se adéqüe às necessidades e particularidades de cada morador. Nos sistemas bancários, a automação também foi de grande importância, pois a partir dela as negociações ficaram mais seguras e discretas. Portanto a automação foi pensada a partir de necessidades e, graças à tecnologia, se encaixa em qualquer uma, independente do setor da sociedade a que pertença.

3.1.2 Desenvolvimento

A evolução histórica da automação constata que a Revolução Industrial foi o fator de maior contribuição para este desenvolvimento. A necessidade de um rendimento maior tanto no trabalho quanto na produção fez com que os processos fossem alterados por meio da indústria mecânica, fazendo surgir mais tarde a produção em série e as locomotivas e navios a

vapor (SELEME et al, 2008). A primeira fase da Revolução Industrial (1760 a 1860) foi marcada pelo acúmulo de capital e de reservas de carvão da Inglaterra que com o auxílio naval, passou a exportar os produtos que suas indústrias produziam e a importar matéria-prima. A segunda fase da Revolução Industrial (1860 a 1900) teve destaque pelo aumento da concorrência e pela ampliação da indústria dos bens de produção, já que países como França, Estados Unidos, Japão e Itália aderiram ao novo sistema produtivo; ainda na segunda fase podemos encontrar mudanças significativas proporcionadas pelas novas tecnologias como a utilização da energia elétrica e da energia derivada do petróleo, o desenvolvimento de produtos químicos e a substituição do ferro pelo aço.

O nascimento das grandes indústrias, das empresas multinacionais e transnacionais marca o início da terceira fase da Revolução Industrial (a partir de 1900); após a Segunda Guerra Mundial a indústria química e a eletrônica vêm em constante desenvolvimento; a robótica e a engenharia genética passam a ser utilizadas nos processos produtivos que cada vez menos dependem de mão-de-obra, gerando problemas como o desemprego (SELEME et al, 2008).

No início do século XX surgiram os sistemas automáticos; estes foram inventados para tornar possível que as empresas melhorassem sua capacidade produtiva, ocupando menos espaço e melhorando o aspecto ambiental da empresa; aperfeiçoando a potencialidade de se produzir mais em menos tempo e dando mais precisão à fabricação dos produtos. As fontes de energia recém descobertas foram aplicadas às novas tecnologias, diminuindo a quantidade de força humana e de energia hidráulica. No século XXI tendo disponíveis todas as inovações (que cresceram de forma espantosa e continuam crescendo) em equipamentos, sistemas automáticos cada vez mais elaborados e o computador, o índice de produtividade aumentou muito, tornando a produção mais rendosa em termos de tempo, quantidade e qualidade; ainda tem-se o auxílio dos meios de comunicação (SELEME et al, 2008).

Ainda podemos citar algumas evoluções de invenções de pequeno porte que auxiliaram a criação do primeiro computador, como a calculadora mecânica Z1 de Konrad Zuze, em 1936 e o Eniac (electrical numerical integrator and calculator) de John Mauchly e Presper Eckert, em 1946 (SELEME et al, 2008). A primeira geração de computadores utilizava válvulas, a segunda geração já continha transistor, evoluindo para a terceira geração que era dotada de circuitos integrados até chegar à quarta e atual geração, os desktops e computadores pessoais, movidos por microprocessadores (SELEME et al, 2008). Os servomecanismos que podiam executar a conversão de sinais elétricos em movimentos

mecânicos independente de um computador ou do comando numérico computadorizado (CNC) também evoluíram muito (SELEME et al, 2008). A partir do aperfeiçoamento dessas tecnologias já existentes, foram criados os comandos numéricos que permitiam que as novas máquinas fossem controladas automaticamente através de números, letras ou símbolos e também criaram a APT (automatically programmed tools) que se tratava de linguagens de programação que tornavam possível a tradução dos comandos dados para que a máquina pudesse entender as instruções e pudesse executá-los (SELEME et al, 2008). Em 1956 George Devol e Joseph Engelberger criaram a Unimation que construía robôs (vale salientar que Isaac Asimov já havia iniciado especulações sobre a criação de robôs e seu comportamento relacionado ao dos humanos, em 1940); em alguns anos que se seguiram, desenvolveram parte dos robôs para a linha de montagem da General Motors (SELEME et al, 2008).

Nos anos que se seguiram a automação continuou a evoluir criando sempre máquinas novas e principalmente sistemas automáticos que ocupem pouco espaço, mas que tenham grande potencialidade para execução dos processos. Hoje a automação oferece sistemas que se adequam aos mais diversos tipos de necessidade, sejam elas de grandes empresas, relacionadas a tempo, qualidade, segurança, lucro e economia ou as mais simples como as aplicadas em eletrodomésticos ou residências, relacionadas à comodidade e segurança.

3.1.3 Classificação

Existem três tipos de automação: A AUTOMAÇÃO FIXA, tem seu processamento definido de acordo com a configuração e características do equipamento; geralmente seu seqüenciamento é bem simples, mas a integração e coordenação de muitos comandos tornam o sistema muito complexo. De início, este tipo de automação depende de um alto investimento, mas proporciona de modo constante altas taxas de produção fazendo com que rapidamente se obtenha lucros; não permite produção diversificada, o que na maioria das vezes causa estresse e monotonia nos operários (SELEME et al, 2008).

A AUTOMAÇÃO PROGRAMÁVEL é baseada num equipamento que torna possível a mudança da seqüência das operações, ou seja, ele pode ser reprogramado para produção de produtos diversificados. A automação programável também depende de um alto investimento, mas se comparada à automação fixa, tem baixa taxa de produção; tem produção bastante flexível e os operários ficam mais satisfeitos, pois as tarefas não são tão alienadoras (SELEME et al, 2008).

Por fim temos a AUTOMAÇÃO FLEXÍVEL, que poderia ser definida como uma versão atualizada da automação programável. Como novidade este tipo de automação traz a capacidade de produzir novos produtos sem perder tempo com a reprogramação do sistema nem do equipamento. É possível produzir várias combinações diferentes de produto em horários diferentes sem a necessidade de separação por grupos ou lotes, ou seja, tem uma produção contínua de produtos variados. Depende de alto investimento em sistemas específicos, apresenta um rendimento médio de produção e proporciona um trabalho mais prazeroso e menos estressante ao funcionário (SELEME et al, 2008).

A maioria dos sistemas modernos de automação tem uma estrutura bastante complexa e que exige muitos ciclos de realimentação. Cada sistema de automação é composto pelos seguintes elementos (SELEME et al, 2008):

- Acionamento – Fornece ao sistema a energia necessária para que se obtenha determinado resultado.
- Sensoriamento – Verifica o funcionamento do sistema de automação como um todo ou de parte dele.
- Controle – Utiliza as informações fornecidas de sensoriamento para regular o acionamento.
- Comparador ou elemento de decisão – Compara os resultados que estão sendo obtidos com os resultados esperados e tem a liberdade de decidir quando deve intervir no sistema.
- Programas – Também chamados de softwares, são instruções lógicas, sequenciais. Permite controlar as interações entre os componentes do sistema, indicando ao operador ou ao computador o que fazer.

3.1.4 Impactos na sociedade

A interação dos sistemas de automação está presente nos mais diversos setores de atuação do homem. O uso de sistemas automatizados de segurança se tornou praticamente obrigatório nas grandes cidades (sobretudo devido ao alto índice da criminalidade) com o intuito de reforçar e garantir a segurança da população; esse ‘serviço’ é realizado através de centrais de monitoramento compostas principalmente por câmeras que captam imagens e sons. O uso de equipamentos como estes podemos encontrar nas ruas, nos monitoramentos de

trânsito, em agências bancárias, em *shoppings*, nas grandes empresas, estádios, escolas e até em residências.

No setor das indústrias a automação também está presente (pode-se dizer que é a modalidade de automação mais significativa quanto à quantidade e novidades tecnológicas). Para as empresas industriais, a automatização é de grande importância para manter-se nos negócios; a competitividade exige que as indústrias estejam acompanhando os avanços da tecnologia, tendo como característica a modernidade para atrair o público consumidor. Com os sistemas automatizados a produção rende uma quantidade maior num tempo menor e os produtos são construídos de forma mais perfeita, de acordo com as especificações de qualidade exigidas (SENAI, 2006). Benefícios como diminuição no consumo de energia, mão de obra mais barata e lucros maiores são garantidos; não se pode deixar de falar das vantagens para os trabalhadores dessas indústrias que agora tem um nível de segurança bem maior, pois os processos automáticos livram o trabalhador de atividades perigosas e também das repetitivas e monótonas (que contribuíam e/ou induziam o indivíduo à alienação) (SENAI, 2006).

Em meio a tantos avanços e melhorias, há um grau de exigência sobre o trabalhador que precisa acompanhar o desenvolvimento tecnológico, atualizando sempre sua qualificação, assim a experiência do trabalhador em pouco tempo de torna insuficiente; para aqueles que não buscam se qualificar ou não conseguem por inúmeros motivos (idade, grau de escolarização, condição financeira e etc.) fica quase impossível permanecer ou ingressar no mercado de trabalho; cargos que há algum tempo eram de bastante relevância, estão deixando de existir, um exemplo disso são as telefonistas que estão sendo substituídas por sistemas telefônicos automáticos. Outro fator que é importante destacar é a vida deste trabalhador no meio de trabalho, tanta automatização faz com que este fique mais ausente do serviço, provoca pouco contato com os outros funcionários, gerando falta de coleguismo. Alguns trabalhadores passam a fazer parte do mundo das drogas e do alcoolismo. Antes da automação, a alienação era gerada por atividades cansativas, agora é desencadeada pelo sentimento de submissão do homem à máquina, pela falta de desafios.

As questões citadas no parágrafo anterior, já estão sendo analisadas pelas empresas e podem ser facilmente solucionadas com projetos de aprendizagem e renovação dos profissionais, dando a eles a oportunidade de experimentar novas funções dentro da empresa e quanto ao quadro de desemprego, os sistemas de automação, vêm criando números de

empregos semelhantes aos que foram cortados do setor produtivo anteriormente e é necessário que projetos como estes prosperem.

3.1.5 Uma visão geral dos sistemas de automação de maior destaque

3.1.5.1 Automação industrial

Podemos definir automação industrial como a sistematização do trabalho do homem; geralmente é aplicada em tarefas repetitivas para serem controladas automaticamente (CRUZ, 2008). Mesmo sabendo que automação está diretamente ligada a controle programado e que não necessita tanto de atuação humana, deve-se salientar que os sistemas e processos automatizados são projetados por homens e que necessitam de uma formação bem abrangente e diversificada; é importante também que toda a equipe envolvida na formulação dos sistemas esteja da mesma forma capacitada e dedicada. A automação industrial geralmente é de alto custo financeiro, sendo adotada em sua maioria por empresas de grande porte.

A automatização das indústrias envolve três áreas: a eletrônica, que se refere ao hardware; a informática, com a parte de softwares e a mecânica responsável pela construção dos dispositivos mecânicos. Para formação dos profissionais responsáveis por esses sistemas, há algum tempo surgiu a disciplina de Mecatrônica; mas este ainda é um desafio para a educação, pois ainda não comporta todo o conhecimento necessário, tendo o aluno que buscar especializações.

Além de facilitar e tornar mais eficientes e perfeitas as tarefas dos trabalhadores, a automatização tem outros interesses mais direcionados à concorrência, como produzir mais em menos tempo, custo menor de mão de obra (apesar de custarem ‘caro’, com os sistemas de automação a produção é bem maior e logo o empresário obtém os resultados desejados), lucros mais significativos, economia no consumo de energia, acompanhar as empresas concorrentes e atender cada vez melhor ao consumidor.

3.1.5.2 Automação comercial

É um processo de tem por objetivo tornar mais sistematizado, menos burocrático e alcançar sucesso no referido ponto de venda. O processo “toma conta” do produto desde sua aquisição (no comércio) até sua venda.

A automação comercial é uma estratégia bem inteligente, pois a partir dela pode-se conhecer seus clientes com mais facilidade e objetividade através dos cadastros, dar agilidade às vendas, controlar estoque e controlar mais tranquilamente o fluxo dos negócios, enfim o intuito é fazer com que processos manuais se tornem mais mecanizados e rápidos.

Os softwares comerciais buscam armazenar de forma segura informações essenciais para o bom desenvolvimento do comércio. Informações como produtos, serviços, clientes, fornecedores, vendedores, estoque, faturamento, contas a receber e a pagar, pedidos e etc. Um projeto de automação é composto basicamente por: identificação das necessidades, definição do hardware e software, treinamento dos proprietários e funcionários, implantação, manutenção e suporte.

3.1.5.3 Automação predial e residencial

Também conhecida como Domótica, a automação predial surgiu com a intenção de obtenção de um melhor estilo de vida. A necessidade de conforto, segurança e informação foram os principais quesitos para o desenvolvimento desta modalidade de automação. Há algum tempo existe a automação em equipamentos simples como os controles de elevadores e aquecedores e detectores de incêndio; com o avanço tecnológico, foi possível englobar diversos dispositivos: de iluminação, temperatura ambiental, telecomunicações, eletrônicos, eletrodomésticos, de entretenimento e principalmente, de segurança.

A automação predial é um mercado em constante crescimento no mundo todo, pois além de racionalizar energia, é sinônimo de beleza, conforto e segurança. É responsável pelo controle de processos, sejam eles dos mais simples ou mais complexos, permitindo que cada residência seja controlada de acordo com cada particularidade dos moradores.

A automação residencial tem o mesmo intuito da automação predial que é praticidade, economia, comodidade e tranquilidade, é também uma tecnologia voltada para tornar mais ágil a vida dos moradores, tornando automáticas tarefas habituais da casa. Os sistemas automáticos podem estar controlando a ventilação, iluminação, cortinas, irrigação, eletrônicos de áudio e vídeo, detectores de incêndio, câmeras de vigilância e etc. Enfim a automação residencial é apenas a automação predial numa proporção menor e mais individual.

3.1.6 Outras aplicações

As descobertas tecnológicas e o desenvolvimento de elementos sensores cada vez mais “perfeitos” estão proporcionando a aplicação da automação nas mais diversas áreas, equipamentos e sistemas.

Os produtos de consumo estão cada vez mais automáticos: televisões, DVDs, computadores (que a cada dia adquirem inovações fantásticas), carros com direção hidráulica, por exemplo; enfim, tudo que é de muita utilidade pro homem vem sendo aprimorado de modo a facilitar seu cotidiano. No setor de comunicação também temos muitas novidades de significativa relevância; os sistemas mais tradicionais de comunicação (como o dos Correios) já fazem o serviço mais rápido e eficientemente, temos os telefones móveis, que é possível identificar e rastrear ligações, a internet, satélites e etc. A medicina também se beneficia com a automação, podendo facilitar exames e diagnósticos. Os sistemas bancários, de trânsito, na indústria (como citado anteriormente), os transportes, outra utilidade muito importante que tem de ser citada é a aplicação de sistemas automáticos com o intuito de tornar possível a detecção de incêndios para impor um controle de prevenção e amenização dos danos causados pelo fogo descontrolado (SENAI, 2006).

O dia a dia do homem da atualidade é muito corrido e aceitar, aderir aos sistemas automáticos disponíveis é sinônimo de inteligência, pois eles foram criados para nos servir, atuando como facilitadores. Em geral esses sistemas se controlam quase sem a intervenção humana, poupando esforço e principalmente tempo, que é algo tão precioso. Portanto só temos que aproveitar essas novidades que “tomaram conta do nosso espaço” e escolher a automação que se adéqua a sua necessidade.

3.2 SISTEMAS DE AUTOMAÇÃO MAIS UTILIZADOS

3.2.1 Sistemas SCADA

SCADA (*supervisory control and data acquisition*) Controle Supervisório e Aquisição de Dados é um sistema responsável pela coleta de dados de determinado processo, possibilitando supervisão, controle e tomada de decisões baseadas nos valores encontrados na coleta (ALMEIDA, 2009).

Os primeiros sistemas SCADA tinham lâmpadas e painéis com marcadores como meio para adquirir os dados e utilizavam botões e alavancas manuais para fazer o controle supervísório. O equipamento era simples e barato, pois a tecnologia ainda não havia se dedicado tanto a pesquisas nessa área, portanto não tinha sofisticação e a situação se complicava quando o sistema crescia e aumentava a fiação e o número de painéis, tornando mais propício aos operadores cometerem erros (CLARKE, 2004). O primeiro tipo de SCADA utilizado pela indústria era um simples sistema de telemetria no qual sensores eram conectados a medidores e os operadores podiam acompanhar em tempo real os valores atualizados das medidas e tomar as decisões cabíveis (MONTEIRO, 2004). Com a modernização o sistema passou a utilizar os incontáveis benefícios do computador; o trabalho que era realizado por vários painéis, contadores, medidores e etc, agora podiam ser executados por apenas uma máquina que trabalhava de maneira mais organizada e com inúmeras possibilidades a mais.

Com o crescimento do setor industrial, ficava cada vez mais difícil controlar os processos, pois eram muitas informações a serem colhidas, muitos dados a serem observados e muitos comandos a serem repassados; o SCADA surgiu para auxiliar nesse acompanhamento, facilitar os processos e executá-los de forma mais segura e precisa. Podemos perceber que este sistema é mais utilizado em empresas com grandes dimensões físicas que tem a necessidade de monitorar suas instalações. Somente a automação poderia proporcionar a coleta de dados de tantos sensores, trazê-los a um só lugar para que seja possível uma análise consciente e uma tomada de decisão coerente. As indústrias em que mais encontramos o uso do sistema SCADA são as de gestão de água e esgoto, de geração e distribuição de energia, de transporte, as petroquímicas, fábricas e etc (ALMEIDA, 2009).

A obtenção dos dados é feita através das UTRs (Unidades Terminais Remotas) ou de Controladores Lógicos Programáveis (CLPs); é feita a leitura dos valores captados pelos sensores, quando necessário são convertidos para então serem repassados para o SCADA para que o operador faça sua leitura. Os dados chegam ao operador, com uma forma visual de rápida compreensão, proporcionando assim, mais agilidade e mais precisão. Além de oferecer essa facilidade, o SCADA também possibilita ao operador acesso a históricos, gráficos, valores e medidas para comparação, visualização do andamento do processo, simulações em tempo real e etc (ALMEIDA, 2009).

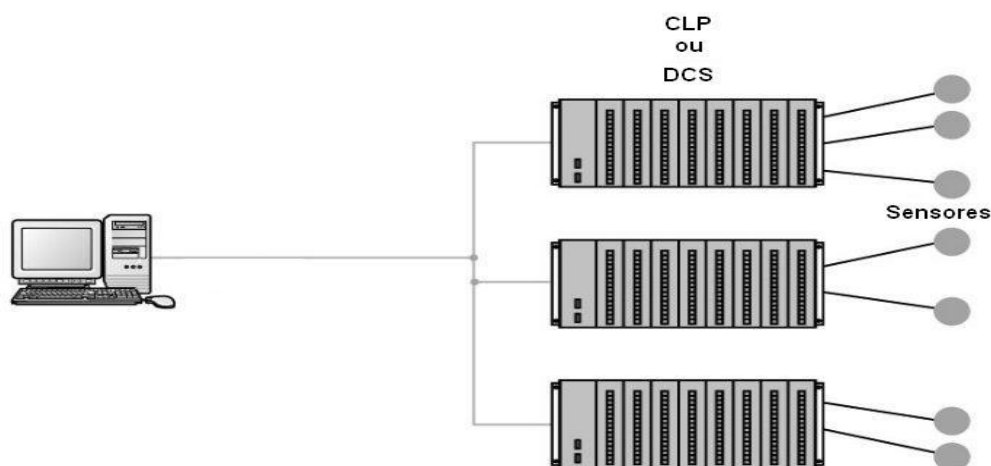
O SCADA oferece funções básicas como às de supervisão que são responsáveis por todo o monitoramento dos dados adquiridos, observando os valores e suas variações, os

históricos, gráficos e alarmes na tela. Outra função garantida é a de operação que está relacionada a toda ação sobre os elementos em campo, permitindo enviar comandos como ligar e desligar, mudanças na execução do processo, ativar e desativar. E as funções de controle que através de linguagens e opções próprias e específicas podem atuar automaticamente em situações pré-programadas de acordo com a necessidade, de forma a não depender do operador (ALMEIDA, 2009).

O sistema SCADA é formado basicamente por uma UTM (Unidade Terminal Mestre) que é um computador principal que se conecta a várias UTRs, estas funcionam como unidades autônomas de aquisição de dados, ou seja, elas colhem as informações captadas pelos sensores através de entradas analógicas e digitais; também são responsáveis por alguns comandos através das saídas digitais (CLARKE, 2004). A averiguação dos valores encontrados e o envio destes para a UTM também é função das UTRs; esse envio é realizado através de qualquer meio que se possa estabelecer comunicação, tendo o cuidado de filtrar essas mensagens e enviar para a UTM apenas aqueles dados que tiverem necessitando de reajustes para evitar congestionamento na rede de dados (ALMEIDA, 2009). A UTM absorve todos os dados enviados pelas Unidades Remotas, analisa todos os valores e se houver alguma mudança expressiva, avisa ao operador para que ele tome as providências necessárias. O dispositivo que permite ao operador visualizar todo esse processo é a IHM, que significa Interface Homem-Máquina (falaremos mais detalhadamente a diante). As entradas e saídas analógicas são muito importantes para o bom funcionamento do sistema; é por essas entradas que os dados chegam ao operador e é lá que encontramos o conversor analógico digital que converte as medidas analógicas (corrente, tensão, temperatura, pressão e etc.) em valores binários para que estes possam ser direcionados à UTM (CLARKE, 2004). As saídas analógicas têm o mesmo conversor, só que faz a função oposta. As entradas digitais também são de extrema importância para o sistema, pois é através delas que se obtêm os estados do processo; os valores 0 e 1 indicam ligado-desligado, aberto-fechado e etc. As saídas digitais tem a função de enviar comandos para os equipamentos que mandaram seus dados através das entradas digitais; essas saídas são bastante sensíveis, por isso nunca são ligadas diretamente no equipamento (CLARKE, 2004). Quanto à fonte de energia usada as UTRs são sempre ligadas em fontes de rede de corrente contínua (como baterias), além da rede de corrente alternada; isso se dá por precaução para no caso de haver uma falha na energia elétrica (CLARKE, 2004).

Antes da difusão dos sistemas automatizados que conhecemos hoje, o controle dos processos industriais era feito a base de relés; com as novas descobertas tecnológicas pôde-se diminuir o tamanho dos equipamentos e expandir suas potencialidades. Os CLPs são muito utilizados nas indústrias para controle dos sistemas e devido ao aumento da demanda, cada vez mais CLPs são instalados nas indústrias e cada vez mais são menores e mais rápidos (CLARKE, 2004).

Figura 1 - PC conectado a CLPs ou DCS



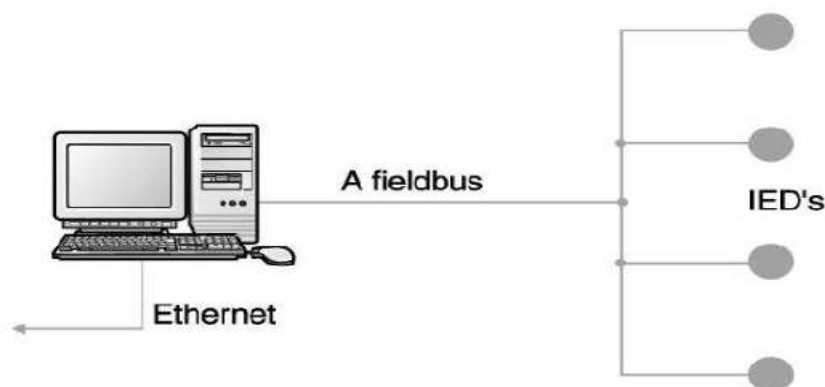
Fonte: Clarke, 2004

Essa estrutura apresenta vantagens como: os dados podem ser vistos de qualquer lugar da indústria; vários tipos de dados podem ser obtidos das UTRs; o espaço para conexão de sensores é muito grande; elevada capacidade de armazenamento; os dados podem ser acompanhados pelo operador da maneira que ele achar melhor e etc. Vale salientar que para lidar com essa estrutura de SCADA é exigido do operador habilidades como as de programador ou analista de sistemas e que quanto mais sensores tiver, mais fios estarão em campo (CLARKE, 2004).

Sob mais aperfeiçoamentos os sistemas se tornaram menores e mais inteligentes; surgiram os IEDs (*Intelligent Electronic Device* – Dispositivo Eletrônico Inteligente), eles possuem inteligência suficiente para uma aquisição mais perfeita e para proporcionar uma melhor comunicação. Esses dispositivos são conectados a um barramento de dados que é conectado ao computador e um dispositivo pode ter mais de um sensor acoplado. Esses sistemas necessitam de um número pequeno de fios para a conexão com os sensores, tem instalação bem fácil, ocupam pouco espaço e os dados colhidos são mais precisos (trazem a mais data de instalação e/ou número de série do equipamento, por exemplo). Para que uma

empresa passe a usufruir de toda essa sofisticação terá de fazer um investimento significativo, pois instalações assim possuem preços bem elevados e dependem de equipe bem treinada (CLARKE, 2004).

Figura 2 - PC conectado ao barramento de IEDs



Fonte: CLARKE, 2004

Partindo para a análise do hardware do sistema SCADA, a coleta de dados é responsabilidade das UTRs (a quantidade de UTRs a serem utilizados dependerá da extensão do sistema a ser controlado), os dados obtidos são enviados para a estação primária através do sistema de comunicação. Esse sistema pode ser de qualquer tipo e aí temos de atentar para confiabilidade, não levando em consideração apenas o aspecto econômico, pois o SCADA para ter um bom desempenho, depende do meio de comunicação; assim, as UTRs através de suas portas de entrada e saída (analógicas ou digitais) oferecem uma interface ao operador tornando possível a tomada de medidas que otimizem o processo. A estação primária é o servidor; este deve estar conectado ao ponto principal da rede de comunicação e ter boa capacidade de processamento para suportar o fluxo de informações que chegam. A dimensão deste servidor vai depender da quantidade de pontos, ou seja, da quantidade de elementos ligados às portas digitais ou analógicas. Não podemos deixar de citar também o servidor do banco de dados, que é onde são gravadas todas as informações do sistema (ALMEIDA, 2009).

Tratando-se de software destinados ao SCADA, encontramos dois tipos:

- Softwares proprietários: Esses softwares são criados para atuarem exclusivamente com equipamentos desenvolvidos por eles mesmos, portanto um só fornecedor projeta hardware e software. A aplicação deste software vem acompanhada da desvantagem da total subordinação do comprador à manutenção e suporte do próprio fabricante,

mas este quadro já está começando a mudar por causa da padronização dos protocolos de comunicação entre o SCADA e as UTRs (ALMEIDA, 2009).

- Softwares livres: Os softwares livres são projetados de forma padronizada de acordo com os protocolos de comunicação com as UTRs, tornando possível a aplicação de UTRs fornecidas por fabricantes distintos. Assim, o comprador tem a liberdade de escolher as UTRs que deseja utilizar, seguindo seu critério de qualidade, funcionalidade e preço. Outra vantagem deste tipo de software é contratação dos operadores que não são necessariamente especializados na análise dos sistemas. Essa arquitetura cada vez mais vem ganhando espaço no mercado, mas alguns empresários ainda mantêm alguma resistência no que diz respeito à confiabilidade desse software (ALMEIDA, 2009).

Tendo por base todas as informações anteriores, podemos concluir que o sistema SCADA não é completo; para que se possa obter um bom funcionamento é necessário que se combine um conjunto de sistemas, por isso sua instalação e manutenção não são simples. É necessária a instalação de uma rede de comunicação segura, instalação e configuração das UTRs (quantas forem preciso), estabelecer comunicação entre UTRs e UTM's, profissionais qualificados, enfim é um processo que exige investimento financeiro, mas que seus resultados compensam e justificam este.

3.2.2 Controladores lógicos programáveis – CLP

Controladores Lógicos Programáveis ou CLPs são computadores criados para execução de atividades de controle específicas. O equipamento eletrônico tem por base um microprocessador que desempenha as funções de controle de acordo com o hardware e software definidos pelo usuário; o aparelho dispõe de uma memória programável que armazena instruções e executa funções ligadas à lógica, temporização, seqüenciamento, contagem e etc.

O primeiro Controlador Lógico Programável foi pensado nos Estados Unidos da América pela indústria automobilística, mais especificamente em 1968, pela Hydronic Division para a General Motors. O MODICON (Modular Digital Controller) foi desenvolvido para que se pudesse eliminar o tradicional sistema de controle das máquinas baseado a relé (trata-se de um dispositivo eletromecânico acionado pela energia elétrica criando um campo magnético que atrai a alavanca responsável pela mudança de estado dos contatos. É capaz de

controlar circuitos externos de grandes correntes, a partir de pequenas correntes). A necessidade da criação de um elemento de controle mais moderno e mais versátil, capaz de modificar rapidamente sua programação, surgiu porque o uso dos relés estava se tornando muito dispendioso, pois esses painéis necessitavam freqüentemente de fiação nova, o que acarretava num alto gasto de tempo e dinheiro e para tornar o processo um pouco mais simples, era feita a troca do painel por completo, o que também tinha um custo elevado (SOUSA, 2004).

De início, os CLPs foram desenvolvidos para controlar sistemas com entradas e saídas binárias, ou seja, de dois estados apenas, como ligado – desligado e alto – baixo, por exemplo. Como a aplicação dos CLPs no controle de sistemas automatizados se tornou indispensável, muitos avanços da tecnologia foram direcionados ao aprimoramento dos mesmos; agora os CLPs que surgiram para substituir relés, já podem tratar de variáveis digitais. Além de aumentar a velocidade e produtividade nos processos industriais, adquiriu muitas outras funções como controle contínuo de multi-variáveis, tratamento de sinais analógicos, controle de posição de alta precisão e etc. Podemos considerar o CLP uma espécie de controlador universal já que pode ser utilizado em diversos setores, oferecendo ao usuário a possibilidade de alterar, expandir e melhorá-lo facilmente, além de sua capacidade de memória.

Os controladores programáveis nasceram no setor industrial e devido à sua rápida aceitação, ao desenvolvimento das tecnologias de automação e às demandas do mercado consumidor - quanto à produção e qualidade - passou-se a exigir mais dos aparelhos controladores. O controle do manejo das máquinas para impossibilitar que intrusos tenham acesso, se tornou uma das maiores necessidades; outra que podemos citar é a importância de visualizar o andamento dos processos de comando; também se tornou de significativa relevância o acompanhamento e conexão de instalações individuais comandadas por CLP; a automação possibilitou que através de um computador, não só se faça esse acompanhamento, mas também que se possa emitir comandos diferentes a cada CLP instalado (SOUTO, 2006).

Algumas vantagens do uso de CLPs (SOUTO, 2006):

- Ocupam menos espaço;
- Funcionam sem a necessidade de muita potência elétrica, portanto tem baixo consumo de energia;
- Manutenção fácil e rápida;
- São programados de acordo com as necessidades do usuário;

- Oferecem segurança e sigilo de informações, não permitindo que pessoas não autorizadas tenham acesso;
- Permitem que atividades sejam executadas de modo mais rápido e eficiente;
- Permitem intercomunicação com outros CLPs e computadores;
- Podem ter sua programação facilmente alterada, sem modificar a estrutura do aparelho, sem mexer na instalação, ou seja, apenas através da programação;
- São capazes de detectar possíveis falhas no próprio programa, na máquina e no processo.

Como podemos observar os CLPs são projetados para se adaptar aos típicos ambientes industriais, que tem níveis diferentes de calor e de umidade, irregularidades no fornecimento de energia e também os impactos mecânicos. Os modelos que vem sendo projetados são mais rápidos, tem sistemas de entradas e saídas mais compactos e interfaces diferenciadas que permitem que aparelhos sejam conectados diretamente no CLP; também apresentam novidades nos programas, apresentando linguagens diferentes, de fácil entendimento e elevada capacidade de comunicação (SOUTO, 2006).

Quanto à estrutura do CLP, é baseada em duas seções: A unidade central de processamento – CPU, que controla todas as atividades e pode ser dividida em processador e sistema de memória; e a interface de entradas e saídas do sistema, que conecta fisicamente os dispositivos, como interruptores e sensores, ou seja, proporciona contato entre a CPU e o meio externo (SOUTO, 2006).

Os componentes mais típicos de um CLP são:

Terminal de programação

É um dispositivo que conectado ao CLP permite introduzir o programa de execução desejado e a adaptação deste às necessidades do usuário. O terminal de programação também permite a visualização em tempo real do programa em atividade e ainda executá-lo passo a passo. O mais comum hoje em dia para este fim é a utilização de um microcomputador; os fabricantes de CLPs já disponibilizam softwares de programação e cabos para conexão (SOUTO, 2006).

CPU

É responsável por armazenar e executar o programa instalado; a CPU através da interface de entrada lê os dados dos dispositivos, depois realiza os comandos do programa que está armazenado na memória e em seguida atualiza as saídas. Este processo age em ciclos que continuam sempre na mesma sequência, sem interrupções nem mudanças (a menos que estas

sejam baseadas em controles do programa). É composta por um processador, memória de programa (não-volátil), memória de dados (é onde é armazenado o programa que irá controlar o processo), relógio de tempo real, fonte de alimentação e watchdog timer (é um dispositivo eletrônico temporizador que dispara um reset ao sistema caso ocorra algum erro no programa principal) (SOUTO, 2006).

Entradas e saídas

São os meios físicos de conexão entre o CLP e o meio externo; são responsáveis pela adaptação de níveis de tensão e corrente, filtragem dos sinais e conversão de sinais analógicos em sinais digitais e vice-versa (SOUTO, 2006).

O módulo de entrada tem como função converter os sinais externos recebidos em sinais que possam ser processados pelo CLP e repassá-los à unidade central; o módulo de saída tem a função contrária à do módulo anterior, ele converte os sinais do CLP em sinais que possam ser lidos pelos atuadores (SOUTO, 2006). As entradas e saídas servem como transmissores e conversores das informações, o processamento dos sinais propriamente dito ocorre na unidade central de acordo com o programa instalado na memória.

A conexão dos sensores nos pontos de entrada deve ser feitas com muita precaução, principalmente nos que diz respeito à interferência elétrica induzida por cabos de força ou acionamento. Os sinais de entrada geralmente têm baixos níveis de tensão e corrente e isso facilita a ocorrência de interferências de campos elétricos e magnéticos e ainda induções originadas de telefones celulares e rádios transmissores, por exemplo. Sabendo disso, a condução dos cabos de entrada deve ser feitas através de eletroduto ou calha específica de metal e aterrada; portanto, não se devem misturar os cabos de entrada com cabos de acionamento nem com os de força (SOUTO, 2006). Deve-se evitar também colocar os cabos de força e os cabos de entrada posicionados paralelamente em um eletroduto ou calha, pois o acoplamento indutivo e capacitivo de ambos será maximizado. As entradas analógicas a corrente costumam ter mais imunidade a ruídos elétricos do que as entradas de tensão, pois têm menos abertura a conflitos com outras possíveis acepções. Já as entradas digitais são direcionadas para a tensão de alimentação do controlador e nunca devem ser ligadas diretamente na rede elétrica, sem que o manual o permita (SOUTO, 2006).

Quanto às saídas analógicas temos pontos de baixa potência, por esse motivo, devem ser isoladas de cabos de força e de acionamento, mas podem ser inseridas no eletroduto ou calha juntamente com os cabos de entrada ao CLP. As saídas digitais devem ser isoladas das

entradas do CLP para manter os mesmos cuidados que se teve com as entradas (SOUTO, 2006).

3.2.3 Sensores para a automação

Para complementar os sistemas de automação existem os sensores. Relação dos tipos mais usuais (SELEME et al, 2008).

- Sensores Indutivos: Este tipo de sensor tem grande durabilidade e precisão; eles emitem sinais criando um campo magnético que quando atravessado por elementos metálicos, tem capacidade de converter sinais confusos em sinais compreensivos (SELEME et al, 2008).
- Sensores Capacitivos: Sensores deste tipo são os mais utilizados; são capazes de detectar qualquer material não metálico. São muito utilizados para o controle de nível e presença de líquidos (SELEME et al, 2008).
- Sensores Magnéticos: São compostos por um contato feito de material ferro-magnético, que é acionado quando se tem a presença de um campo magnético. Sua utilização é bastante presente no posicionamento de pistões em cilindros hidráulicos ou pneumáticos (SELEME et al, 2008).
- Sensores Fotoelétricos: São utilizados em todos os setores da indústria. Exercem funções simples e complexas, desde detecção de posição e monitoração até contagem de objetos. Existem linhas específicas para cores, contrastes e etiquetas, por exemplo (SELEME et al, 2008).
- Sensores Ultra-sônicos: Este tipo de sensor é bastante resistente, pois suporta as condições ambientais mais diversas como sujeira e fumaça; São muito utilizados para detecção - sem a necessidade de haver contato com o objeto – e para medição de distâncias em controle de nível e diâmetro de bobinas (SELEME et al, 2008).

3.2.4 Interface homem máquina (IHM)

Interface Homem Máquina é um equipamento que auxilia o operador na monitoração e interação dos processos industriais, seu funcionamento apresenta de forma inteligível o andamento dos comandos e o status dos sinais de sensores, atuadores, válvulas, motores,

alarmes e indicadores de falha. São dispositivos que proporcionam a conexão entre o homem e a máquina (SELEME et al, 2008).

Mesmo tendo disponíveis algumas tecnologias de controle, como os CLPs que ganharam um espaço bastante significativo no mercado das indústrias, os usuários passaram a ter necessidade de acompanhar e modificar (quando for preciso) parâmetros do programa sem ter que utilizar um computador para este fim. Os IHMs surgiram para suprir essa “deficiência”, proporcionando agilidade nos processos e um melhor relacionamento entre comando e controle, homem e máquina. Temos IHMs de dois tipos: As de interface alfa-numérica e as de interface gráfica (SOUSA, 2004).

Na interface alfa-numérica, a IHM é ligada ao CLP através de sua porta de comunicação; é importante saber que quando se está programando uma IHM é necessário ter conhecimento da marca e do modelo de CLP com que vai se comunicar (SOUSA, 2004).

Figura 3 - IHM alfa numérica.



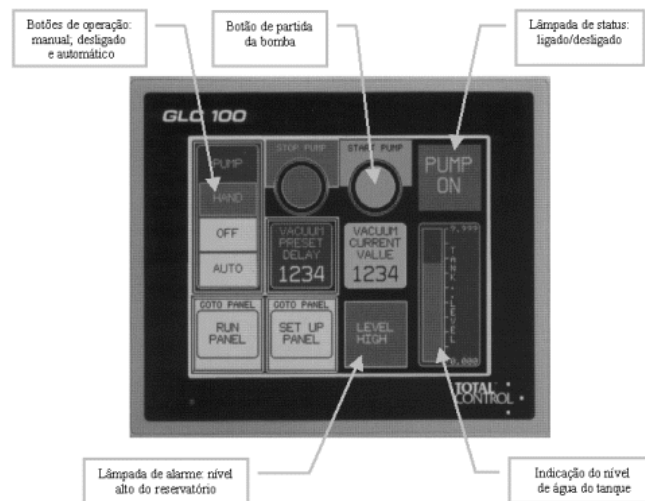
Fonte: SOUSA, 2004

O funcionamento é baseado na pré-programação dos comandos e cada comando possui um número; para se ter acesso a qualquer mensagem, o CLP coloca o número do comando que deseja acessar no registrador e este mostra apenas a mensagem referida. Esse tipo de interface contém teclas de função que podem acionar qualquer elemento do CLP; essa possibilidade é muito vantajosa, pois se torna possível enviar comandos pelo display ou acionar leds frontais apenas com lâmpadas de controle e botões, sem haver necessidade de um painel de grandes dimensões, economizando entradas e saídas que seriam destinadas a esses elementos, levando-se em consideração que a IHM faz sua comunicação com o CLP através da porta serial de comunicação (SOUSA, 2004).

Através de programas específicos as IHMs gráficas têm a capacidade de desenhar comandos em forma de botões, lâmpadas de aviso e etc. Podem dar a esses desenhos as cores,

tamanhos e formas desejadas e também definir endereços do CLP para cada elemento. Depois de ter definido o programa na IHM, deve-se projetar um programa no CLP capaz de entender a função de cada endereço da IHM. Esse processo é rápido e objetivo e pode ser alterado a qualquer momento, de acordo com as necessidades do usuário. Mais do que essas funções básicas, as IHMs gráficas possibilitam a visualização de valores de variáveis na forma numérica simples e na forma de gráficos de barra. As interfaces gráficas utilizam bastante a tecnologia touchscreen (SOUSA, 2004).

Figura 4 - IHM gráfica



Fonte: SOUSA, 2004

Os softwares destinados a servir como Interface Homem Máquina oferecem muitas facilidades no que diz respeito à configuração, mas não tem a finalidade de controlar nem máquina, nem processo; portanto se durante a aplicação automática, houver algum dano no IHM, não ocorrerá prejuízo. Esses softwares ainda têm limitações quanto à comunicação em rede, segurança de dados, comunicação remota e controle de processos.

3.3 INCÊNDIO

3.3.1 Conceito

Desde sua descoberta na pré-história, o fogo passou a ser uma necessidade indiscutível no cotidiano do homem; nossos antepassados o utilizavam principalmente para se aquecer nas cavernas. Hoje em dia, a combustão é usada para várias atividades indispensáveis como na preparação de alimentos, fabricação de ferramentas, na indústria, nos transportes, para a produção de energia e inúmeras outras necessidades. Levando em consideração os fatores acima podemos concluir que o fogo foi um dos maiores responsáveis pelo desenvolvimento da humanidade, mas vale salientar que em alguns períodos de nossa história o fogo foi utilizado como força destrutiva para produção de armas.

Podemos definir fogo como resultado de combustão rápida com emissão de luz e calor. O "Triângulo do Fogo", que é uma expressão criada para facilitar o entendimento desta reação química, onde cada ponta do triângulo representa um componente da reação, Os três elementos distintos são: O combustível (tudo aquilo que pode pegar fogo, como a madeira), o comburente (elemento que origina a queima, como o oxigênio) e o calor (é uma forma de energia que eleva a temperatura). Sem um ou mais desses elementos, não pode haver fogo (BRASIL, 2010).

Figura 5 - Triângulo de Fogo



Fonte: Autoria própria

Chamamos de incêndio a ocorrência de fogo não controlado. A propagação do fogo em grandes proporções em lugares não desejados, além de acarretar grandes prejuízos materiais, pode ser extremamente perigosa para os seres vivos. A exposição a incêndios pode resultar em problemas de saúde muito sérios causados pela intoxicação por fumaça, inalação dos gases, queimaduras leves ou graves, podendo até chegar à morte e extinção da fauna e flora.

Os tipos de incêndio são separados por classe (BRASIL, 2010):

- Classe A: Os incêndios desta classe são desenvolvidos a partir de combustíveis sólidos comuns que são caracterizados por queimar superfície e profundidade e deixar resíduos como cinzas. Madeira, papel, borracha e tecido são exemplos deste tipo de combustível.
- Classe B: Os incêndios da classe B são caracterizados por queimar apenas a parte exposta e não deixar resíduos, os combustíveis envolvidos são líquidos inflamáveis como gasolina, álcool, óleo e gases também.
- Classe C: Se enquadram nesse tipo de incêndio materiais ou equipamentos energizados. A característica fundamental desse tipo de incêndio é presença de eletricidade no material, pois qualquer destes combustíveis que não tenha a capacidade de armazenar energia pode se passar a pertencer às classes A ou B, se desligados da rede elétrica. São exemplos de combustíveis de classe C: Fios, motores, computadores eletrodomésticos e etc.
- Classe D: São incêndios desencadeados pela combustão de materiais pirofóricos como zinco, magnésio, titânio, sódio e potássio. Os incêndios de classe C são caracterizados por queimar em altas temperaturas e reagirem com alguns reagentes extintores (principalmente com água), ou seja, devido durante a sua combustão ser formada uma reação em cadeia, procedimentos convencionais não são o bastante para sua extinção.

3.3.2 Causas

É de grande importância conhecer as causas dos incêndios para que se possa promover a elaboração de planos de prevenção; ao ter conhecimento das causas principais podem-se tomar providências específicas com o intuito de reduzi-las, por isso é de significativa

importância que em cada ocorrência de incêndio seja identificada a provável causa do fogo (SOARES, 1989).

Podemos classificar as causas dos incêndios em dois grupos: Os naturais (que é o caso dos incêndios originados a partir de fenômenos da natureza, que agem por si só, independente da vontade humana) e os artificiais que são divididos em acidentais e propositais; os acidentais ocorrem devido ao descuido do homem que não tem a intenção de provocar o acidente (esta é a causa da maioria dos incêndios); os propositais ocorrem quando alguém tem a intenção de gerar o fogo, portanto é de origem criminosa (BRASIL, 2010).

De acordo com a FAO as principais causas de incêndios foram reunidas em oito categorias (SOARES, 1988):

- **RAIOS:** Os incêndios causados por raio não representam um número muito relativo dos incidentes florestais; é causado diretamente por descargas elétricas, principalmente na estação chuvosa e por ser um fenômeno geralmente seguido de chuva, não toma grandes proporções. Os raios causam incêndios através de fenômeno atmosférico, por isso, é o único grupo em não há responsabilidade humana.
- **INCEDIÁRIOS:** São incêndios provocados propositalmente em áreas e propriedade alheia por motivos inconcebíveis de vingança, urbanização, disputa por terras, retaliação e etc (SOARES, 1988). Esse tipo de incêndio é um dos mais preocupantes pelo fato de haver grande dificuldade de prevenção.
- **QUEIMA PARA LIMPEZA:** São desencadeados a partir da negligência do uso do fogo para limpeza de terreno para fins agrícolas e pecuários (SOARES, 1988); esse processo de preparação do solo ou reforma de pastagem pode ser feito através do fogo, com o devido cuidado para que o fogo não saia do controle e acabe dando prejuízos ao proprietário, nem atinja florestas nacionais. Elementos como a intensidade do vento e o grau de secagem do combustível devem ser analisados e considerados.
- **FUMANTES:** Os fumantes também devem ter precaução ao jogar pontas de cigarro acesas ou fósforos na vegetação seca, pois grandes incêndios podem ser desenvolvidos a partir de descuidos como este.
- **OPERAÇÕES FLORESTAIS:** São provocados por trabalhadores em atividade na floresta, com exceção do descuido de fumantes.

- **ESTRADAS DE FERRO:** Causados por atividades ferroviárias, de forma direta ou indireta (SOARES, 1988).
- **FOGOS DE RECREAÇÃO:** Um significativo número dos acidentes florestais acontece por causa de visitantes com fins recreativos que tem a necessidade de acender fogueiras e não sabem ou não tem o cuidado de apagar corretamente o fogo (SOARES, 1988).
- **DIVERSOS:** Aqui se encaixam os incêndios que não pertencem a nenhum dos grupos anteriores ou por motivos regionais ou por ocorrerem com baixa frequência, mas tem suas causas conhecidas. Queda de avião, acidentes de carro e balões de festa são exemplos (SOARES, 1988).

Observa-se que a grande maioria das ocorrências de incêndios florestais acontece por causa da irresponsabilidade e pouco caso do homem para com a natureza.

3.3.3 Incêndios florestais

Todo fogo não controlado que atinja a qualquer vegetação é chamado de incêndio florestal, este pode ser provocado pela negligencia do homem ou por fenômenos naturais. As perdas geradas por incêndios florestais são bastante significativas; como perda de vida, extinção de espécies animais e vegetais, mudanças na qualidade do solo, em recursos hídricos, na qualidade do ar e etc. Anualmente os incêndios florestais atingem grandes áreas das Unidades de Conservação Brasileira (IBAMA, 2002). Ao termos nossas florestas incendiadas temos como consequência alteração nas formações vegetais (naturais ou plantadas) e dentre os causadores detectados de maior preocupação encontramos a ação do homem - principalmente através de atividades rurais - aparecendo como fator de maior destaque. As áreas florestais têm sofrido essa pressão humana por causa da necessidade de mais áreas para a prática agropecuária, aumentando o índice de incêndios e a extensão de florestas queimadas (BATISTA, 2011).

Mesmo levando em consideração que o fogo é um fenômeno natural e importantíssimo para formação e conservação de vários ecossistemas terrestres, é por causa dos sérios danos ecológicos e materiais e pelo fato de terem cada vez menos áreas cobertas de florestas no mundo que se tem a preocupação com a ocorrência e propagação de incêndios florestais (SOARES, 2011). Além dos prejuízos aos habitats e ecossistemas florestais, ainda podemos

citar a má influência que esses incêndios têm sobre a poluição atmosférica e mudanças climáticas (BATISTA, 2011), portanto é de extrema importância que se faça um planejamento acerca dos métodos de detecção e monitoramento dos incêndios florestais para controlar e diminuir os efeitos do sobre o meio ambiente (BATISTA, 2011).

3.3.4 Dimensionamento dos incêndios florestais no mundo

Considerável parte dos danos às florestas no mundo todo são ocasionados a partir de incêndios florestais (SOARES, 1984). Temos um número espantoso de incêndios em florestas, terrenos florestados e reflorestados e outras áreas com vegetação na América do Norte chegando até a 1.066.633 entre os anos de 1989 e 1998, afetando uma área de 47.368.760 hectares de acordo com levantamentos realizados pelas Nações Unidas (1999). Nos Estados Unidos a maior parte dos incêndios são desencadeados principalmente por incendiários (26%), pelas queimas de limpeza (18%) e em seguida pelos fumantes (15%) (BROWN & DAVIS, 1973). No Canadá os principais incêndios ocorrem por causa de fenômenos naturais e fogos de recreação (BROWN & DAVIS, 1973).

De acordo com a FAO (1992) a Europa sofreu 35.873 incêndios florestais no período de 1981 a 1990, sendo que a maioria ocorreu nos anos de 1989 e 1990. 1985 foi o ano que teve uma maior relevância quanto à área queimada, quando houveram grandes incêndios em países como Itália, Portugal e Espanha, sendo a maioria de origem criminosa (FAO, 1992).

Países da América do Sul também sofrem muitos incêndios desta categoria; a Argentina sofre frequentemente com incêndios florestais na área da Patagônia. O Instituto Florestal Nacional (IFONA) tem um levantamento desses incidentes que afirma que no período de 1985 a 1990 houve 1.101.760 de hectares queimados por ano (em média). No Uruguai cerca de 640 incêndios deixaram 8.240 hectares de terra vegetadas queimadas, dados apontam que as principais causas do fogo advinham do transporte e do trânsito (39,4%), da agricultura e operações florestais (28,3%) e causas desconhecidas (12,3%) (FAO, 1992).

De 1964 a 1986 no Chile foram registrados 55.461 incêndios que afetaram 835.609 hectares (INCÊNDIOS FLORESTALES, 2002). A Universidade do Chile apresenta estatísticas que afirmam que no Chile nestas últimas décadas ocorreram 5.000 incêndios florestais por ano, afetando cerca de 52 mil hectares em cada época.

3.3.5 Dimensionamento dos incêndios florestais no Brasil

No Brasil o primeiro levantamento sobre incêndios em nível nacional ocorreu em 1983, promovido pelo IBDF (Instituto Brasileiro de desenvolvimento Florestal) e pelo FUPEF (Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná). Foram registrados 227 incêndios florestais que queimaram 22.269 hectares; os Estados que se destacaram foram o Pará (22% do total das ocorrências) e Minas Gerais (64% da área queimada). Como muitas empresas e instituições públicas não conservavam registros dessa categoria, acredita-se que o número de incêndios foi superior ao número adquirido na pesquisa (SOARES, 1988). A partir daí as empresas que não registravam os incidentes fielmente, passaram a fazê-los. No período de 1984 a 1987 os números foram bem mais significativos marcando 1527 incêndios e 111.838,20 hectares queimados (SOARES, 1988).

Em 2001 foi realizada uma pesquisa referente aos incêndios florestais do país ocorridos em áreas protegidas nos anos 1994 a 1997. Novamente Minas Gerais apresentou o número maior em incêndios e áreas queimadas; de 1.957 ocorrências 62,7% em originadas em região mineira. Mais uma vez os números obtidos não representam o número real, pois algumas empresas florestais e unidades de conservação não forneceram dados (ou por não ter registros, ou por negarem o fornecimento) (SOARES & SANTOS, 2002).

Além de registrar o número de incêndios e de área queimada é de extrema importância detectar em que época do ano ocorrem mais incidentes em cada região do país, pois devido a grande extensão territorial podem acontecer variações e para se ter um planejamento de caráter preventivo é necessária a obtenção de dados mais específicos (SOARES, 1988).

Outro ponto importantíssimo para uma política de prevenção é a identificação das causas prováveis dos incêndios, onde também deve-se levar em consideração a questão regional. No Brasil não se tem dados estatísticos de longo prazo, apenas os estudos realizados em 1983, de 1984 a 1987 e de 1994 a 1997. No levantamento de 1983 as principais causas foram os incendiários (34%) e as queimas para limpeza (32%) (SOARES, 1988). Na pesquisa seguinte as queimas de limpeza e os incendiários novamente foram os principais causadores dos incêndios (SOARES, 1988). De 1994 a 1997 os maiores causadores dos incêndios florestais foram os incendiários com 56,6% seguidos das queimas para limpeza com 22,1% havendo uma inversão na quantidade de hectares atingidos; os incêndios por queimada destruíram 159.633,3 hectares e os incendiários 42.623,9 hectares (SOARES & SANTOS, 2002).

Outro fator importante é a análise do tipo de vegetação para se identificar as espécies florestais mais sensíveis ao fogo em cada região; nos levantamentos de 1983 as florestas de *Eucalyptus* spp foi o tipo de vegetação mais atingido (SOARES, 1988). No período de 1984 a 1987 não houve alterações; novamente o *Eucalyptus* spp foi a vegetação mais atingida nas pesquisas de SOARES & SANTOS (2002) nos anos de 1994 a 1997. Esta vegetação representa a área mais reflorestada do país, principalmente nas regiões central e norte de Minas Gerais, onde a estação seca prevalece na maior parte do ano.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho foi elaborado baseando-se numa metodologia de caráter qualitativo. Por não utilizar instrumentos estatísticos para análise nem coleta de dados, fez-se um estudo interpretativo de dados encontrados em pesquisas bibliográficas e documentais, livros, revistas e trabalhos de monografia (LAKATOS, 1991).

O trabalho é representado por um método do tipo dedutivo; pelo fato de ser desenvolvido a partir do estudo e análise de teorias a fim de se chegar a uma conclusão (ANDRADE, 1994). É a metodologia que permite ao cientista ter consciência do próprio trabalho; partindo do trabalho realizado podem-se fazer análises críticas e trilhar com mais clareza projetos futuros; pode-se identificar as limitações do trabalho, gerando um cuidado sobre como este poderá interferir e/ou contribuir para a realidade. A metodologia é fator de extrema importância para a formação científica, pois serve como instrumento de captação da realidade (PENTEADO, 2007).

Para a análise documental e o desenvolvimento teórico deste trabalho foi necessária a realização de pesquisas bibliográficas em monografias, teses de mestrado e estudo de livros, revistas, normas técnicas, manuais e artigos que continham conhecimento teórico sobre os assuntos tratados.

A revisão bibliográfica foi estruturada da seguinte forma: A princípio foi possível apresentar a automação e seus aspectos mais gerais como o conceito; o seu desenvolvimento, fazendo um percurso pelos marcos histórico desde seu surgimento até os níveis tecnológicos atuais; seus tipos e elementos de constituição; o posicionamento da sociedade e em que aspectos foi e é afetada e as áreas em que mais se destaca. Na sequência foram citados os sistemas de automação mais utilizados e mais eficientes, demonstrando sua definição, potencialidades, seu funcionamento de forma detalhada e as vantagens e desvantagens da aplicação de cada um. Depois de fazer um estudo sobre o fogo, incêndios, suas principais causas e tipos, foi realizada uma averiguação em registros de levantamentos das ocorrências de incêndio no mundo e no Brasil.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este trabalho foi desenvolvido a partir de pesquisas que trazem posicionamentos referentes à conceituação, funcionamento, potencialidades e possibilidades de aplicação da automação; apresenta também a definição de incêndio, os tipos e suas implicações para a sociedade e o meio ambiente. Os estudos detalhados das ocorrências de incêndios somados à aplicação de um sistema de automação adequado podem amenizar o número de incêndios florestais de grandes proporções, levando-se em consideração que com o “controle” das ocorrências, das possíveis causas, do ecossistema local contribui consideravelmente para uma baixa no número de incêndios florestais. Seguem exemplos de sistemas de automação já utilizados para este fim.

Para que seja possível um planejamento acerca de métodos para o monitoramento de fogo descontrolado deve-se levar em consideração fatores como tipo de vegetação, clima, área territorial, localização e etc. Viabilizar o controle deste fogo depende de rapidez e eficiência do sistema aplicado. Dependendo da extensão da área territorial podem-se utilizar torres de vigilância, postos de observação, patrulhamento aéreo (são meios de detecção mais simples e mais utilizados em áreas menores); podem-se usar também redes de sensores sem fio, robótica e monitoramento via satélite (BATISTA, 2011). A seguir, um pouco sobre as redes de sensores sem fio – método de detecção e controle que mais cresce em pesquisa e aplicabilidade, devido a sua simples e eficaz estrutura.

As Redes de Sensores sem Fio (WSN – Wireless Sensor Network) são os sensores de maior destaque na atualidade; elas são compostas por dispositivos mais leves, mais econômicos, com uma potencialidade inteligente maior e que consomem menos energia. Nas pesquisas desenvolvidas para este trabalho encontramos a experiência de aplicação desses sensores realizadas pelo CSEM (Centre Suisse d’Electronique et de Microtechnique), na Suíça (ROUSSELOT et al, 2011). Dentre as aplicações testadas no CSEM estavam a monitoração do movimento de rochas num penhasco perto de edifícios residenciais; monitoramento de tráfego rodoviário; detecção de inundações através do controle do nível da água e a detecção de incêndios florestais. Para obtenção de uma boa instalação que não necessitasse de manutenção freqüentemente, algumas medidas essenciais foram: Uma pré averiguação das propriedades do sistema e simulação da instalação, por exemplo. Com informações mais objetivas teria mais possibilidade de garantir um tempo de vida maior ao sistema (ROUSSELOT et al, 2011).

O funcionamento desta tecnologia é baseado em sensores de temperatura e umidade que abrangem a captação de sinais dentro e fora do campo. Os sensores distribuídos por toda a área monitorada captam as medições obtidas em todos os pontos de acesso e analisam, armazenam e processam essas informações de forma que seja possível a decisão sobre algo que esteja fora do padrão (ROUSSELOT et al, 2011). Quando se encontra algum dado que represente um possível perigo são disparados alarmes para as autoridades públicas e para os proprietários do terreno (caso seja privado). Em seguida, modelos ambientais (denominação dada aos testes realizados nos mais diferentes tipos de locais com clima, vegetação e localização particulares) apropriados são executados para que se possa precaver a evolução do perigo. Esses modelos ambientais são mantidos por informações geográficas (GIS) que depois são comparadas com medidas obtidas pelos sensores (ROUSSELOT et al, 2011). A estrutura física de todo este sistema basicamente é composta por uma rede de múltiplos saltos, nós sensores e um local onde se pode enviar os dados e gerar os comandos (ROUSSELOT et al, 2011).

Na implantação de um sistema de automação como este, deve-se atentar para questões como a propagação das ondas, pois é muito difícil prever as distâncias alcançadas e esta situação se agrava quando os usuários tentam monitorar uma área com uma extensão considerável com o mínimo de sensores possível, esticando a rede até seus limites; a falta de ferramentas para observar a qualidade da captação de dados dificulta o processo. Se existisse esta observação, seria possível mudar os nós de lugar, buscando um melhor local para instalação (ROUSSELOT et al, 2011). A instalação é outra questão a que se deve dar a importância devida; Várias técnicas de fixação dos nós devem ser pensadas, pois há uma variedade muito grande de locais para isto, como árvores e postes, por exemplo. Antes de instalar definitivamente o nó, é importante testar o sistema para averiguar se a captação dos dados pode ser feita com qualidade (ROUSSELOT et al, 2011). Para obter os resultados esperados com sucesso a instalação dos nós sensores não é suficiente, são necessárias ferramentas de auxílio ao sistema. O simulador é uma ferramenta muito importante, pois é útil na localização de congestionamentos na rede, na descoberta de erros de protocolo, mau funcionamento de algum nó e qualidade do enlace (ROUSSELOT et al, 2011).

Portanto é importante ter cautelas antes da implantação de redes de sensores sem fio, algumas são:

- Simular o funcionamento para ter certeza de que os resultados obtidos serão reais;

Sistema de Monitoramento, Prevenção e Controle de Incêndios Florestais na Amazônia – PROARCO (BATISTA, 2011). O sensor AVHRR (Advanced very high resolution radiometer) capta e registra qualquer temperatura superior a 47°C e “avisa” o surgimento do foco de calor. Por volta de 1980 este trabalho de detecção passou a ser realizado pela parceria do PROARCO com o IBAMA, priorizando a vigilância da Amazônia; essa busca pelo aprimoramento surgia como esforço para diminuir o número de queimadas (BATISTA, 2011).

6 CONCLUSÃO

Através da análise das informações coletadas, pode-se notar que já existe iniciativas no sentido de monitoramento, detecção e prevenção de incêndios florestais através da automação, sendo ainda muito deficientes. Os registros das ocorrências de incêndios disponíveis para estudo não são totalmente confiáveis, pois pecam tanto na periodicidade quanto na frequência da coleta de dados; outro fator bastante relevante é a necessidade de se fazer um estudo minucioso sobre os ecossistemas de cada região (pois extensão, localização, clima e tipo de vegetação, por exemplo, são quesitos que influenciam na propagação do fogo). Também são necessárias políticas de conscientização da população, já que a maior incidência de fogo descontrolado é decorrente da ação humana.

O homem deve ter a consciência de que precisa preservar este bem tão valioso que é a natureza e é muito importante tomar providências para que os incêndios florestais (que geralmente tem conseqüências desastrosas) não ocorram com tanta frequência e que não tomem grandes proporções. Além da parte humana, na questão de consciência, o ser humano deve usar sua inteligência para buscar meios de neutralizar esses incêndios, sejam eles desencadeados pela ação humana ou pela natureza. Os sistemas de automação existentes, projetados para este fim, precisam ser aperfeiçoados e atualizados constantemente; deve-se dar a importância devida e investir na criação e inovação de sistemas direcionados à detecção e controle de incêndios florestais.

REFERÊNCIAS

CLARKE, G, Reynders, D, Modern SCADA Protocols: DNP3, IEC 60870-5 and Related Systems, Newnes, 2004.

MONTEIRO, D, Barrantes, D. B, Quirós, J. M, *Introducción a los sistemas de control supervisor y de adquisición de datos (SCADA)*, Verano 2004. Monografia, Universidad de Costa Rica.

BRASIL, Corpo de Bombeiros. Apostila do ciclo de palestras da semana de prevenção contra incêndio e pânico. Rio de Janeiro. Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2010.

SOARES, R.V. Forest fires in Brazilian plantations and other protected public land. Freiburg: Proceedings of the III Symposium on Fire Ecology, Vol I: 5-6, 1989

SOARES, R. V.; Perfil dos incêndios florestais no Brasil de 1984 a 1987. Curitiba.

Revista Floresta n^o 1 e 2 VOL XVIII: 94 – 121 .FUPEF 1988.

SOARES, R. V., Incendiários: Uma Crescente Causa de Incêndios Florestais. Revista da Madeira, Curitiba: ano 13, n^o . 78, 144-148, fev, 2004.

IBAMA. Relatório de Ocorrência de Incêndios Florestais. Documento Técnico. PREVFOGO, (2002). SP

BATISTA, C. B. Detecção de incêndios florestais por satélite. Disponível em: < <http://www.floresta.ufpr.br/graduacao/disciplinas/Firelab/homepage/artigos/artigo16>. Acesso: 08/06/2011

SOARES, R. V. Novas tendências no controle de incêndios florestais. Disponível em < <http://www.floresta.ufpr.br/firelab/artigos/artigo03.pdf>. Acesso: 08/06/2011

BROWN, A. A. & DAVIS, K. P. Forest fire control and use. New York, Mc-Graw Hill 2^a ed. 1973,686p.

ECE/FAO. Forest fire statistics 1996-1998. Geneva: United Nations, ECE/TIM/BULL, n^o . 4, Vol LII, 1999, sem paginação.

FAO. Método de lucha contra los incendios forestales. Roma: Organización de las Naciones Unidas, 1953, 131p.

FAO. Global wildland fire statistics 1981-1990. Rome: Food and Agriculture Organization of United Nations, 1999, 48p.

INCENDIOS Forestales: La importancia de la prevención. LIGNUM, n^o. 60, p 18-23, Nov 2002.

SOARES, R. V. & SANTOS, J. F., Perfil dos incêndios florestais no Brasil de 1994 a 1997. Curitiba : Revista Floresta n^o 2 VOL XXXII: 219 – 225. FUPEF 2002.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. Fundamentos de metodologia científica.3. ed. São Paulo: Atlas, 1991. 270 p.

ANDRADE, M. M. Introdução à Metodologia do Trabalho Científico. São Paulo: Atlas: São Paulo, 1994.

PENTEADO, M. H. B. MANUAL para normalização e apresentação de trabalhos acadêmicos. Escola Superior de Propaganda e Marketing: São Paulo, 2007. Acesso 25/06/10.

PIRES, P. S. M.; OLIVEIRA, L. A. H. G.; BARROS, D. N. **Aspectos de Segurança em Sistemas SCADA. Uma Visão Geral.** Disponível em: <ftp://users.dca.ufrn.br/artigos/2004/isa_scada_2004.pdf. Acesso 26/03/2011

PEREIRA, B. M. M. **Automação de Sistemas de Detecção e Alarme de Incêndios Utilizando Controladores Lógicos Programáveis.** Trabalho (Monografia para obtenção do grau de Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho). Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá. 2010.

RAMOS, P. C. M. Sistema nacional de prevenção e combate aos incêndios Florestais. Disponível em < http://www.ipef.br/publicacoes/forum_incendios/cap09.pdf. Acesso: 09/06/2011.

SOUSA, M. A. B. **Estudo comparativo entre a aplicação de sistemas dedicados e a utilização de controladores lógico-programáveis na automação se sistemas prediais.**

Trabalho (Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Engenharia). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

FACHINI, E.; WSZOLEC, L.; FERREIRA, R. **Desenvolvimento de um programa de treinamento sobre Sistemas eletrônicos de alarme e combate a incêndio**. Trabalho (Monografia para obtenção de grau de tecnólogo em eletrônica) Universidade Tecnológica federal do Paraná. Curitiba, 2007.

SOUTO, W. A.; Princípios da Automação Industrial com CLP's. I Semana da Engenharia Elétrica. Unidade de Ensino de Vitória da Conquista - Coordenação de Engenharia Elétrica – COEEL. CEFET Bahia, Bahia, 2006.

ALMEIDA, F. R. M.; Sistema SCADA e Aplicação. Trabalho (Monografia para obtenção de graduação em Engenharia Elétrica) Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2009.

SENAI; Sistemas de Automação e Controle. Espírito Santo, 2005.

CRUZ, A. J. R. S.; Automação Industrial. Apostila Técnica; 2008.

SENAI-SP. Automação de Sistemas. São Paulo, 2006.

SELEME, R.; SELEME, R. B.; Automação da Produção. Editora IBPEX, Curitiba, 2008.

ALVES, J. L. L.; Instrumentação, Controle e Automação de Processos. LTC Editora, 2005.

GEORGINI, J. M.; Automação Aplicada: Descrição e implementação de sistemas sequenciais com PLCs. Editora Érica Ltda.; 9ª edição. São Paulo, 2010.

BATISTA, Carlos Antônio. Detecção de Incêndios Florestais por Satélites. Disponível em<<http://www.floresta.ufpr.br/graduacao/disciplinas/Firelab/homepage/artigos/artigo16pdf>. Acesso: 21/06/2011.

ROUSSELOT, J. DALLEMAGNE, PH. DECOTIGNIE, J. Redes se Sensores sem Fio. RTI Redes, Telecom e Instalações, São Paulo, ano XII, n. 130, p 76-83, Março. 2011.