

## **OS DEZ MAIORES DESAFIOS DA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL: AS PERSPECTIVAS PARA O FUTURO.**

**Cleonor NEVES (1); Leonardo DUARTE (2); Nairon VIANA (3);  
Vicente Ferreira de LUCENA Jr(4)**

- (1) UFAM – Universidade Federal do Amazonas, CETELI - Av. General Rodrigo Otávio Jordão Ramos, 3000; CEP 69077-000; Manaus – AM; Tel.: (92) 3647 4495, Fax.: (92) 3647 4494, email: [cleonorneves@ufam.edu.br](mailto:cleonorneves@ufam.edu.br),  
(2) UFAM – Universidade Federal do Amazonas, email: [leonarduart@gmail.com](mailto:leonarduart@gmail.com),  
(3) UFAM – Universidade Federal do Amazonas, email: [nairon\\_viana@ufam.edu.br](mailto:nairon_viana@ufam.edu.br) ;  
(4) CEFET-AM e UFAM – Universidade Federal do Amazonas, CETELI, email: [vicente@ufam.edu.br](mailto:vicente@ufam.edu.br) ou [lucena@cefetam.edu.br](mailto:lucena@cefetam.edu.br)

### **2 RESUMO**

Nos últimos anos, o papel da automação vem sendo modificado fortemente na medida em que novos problemas surgem cada vez mais complexos. Os componentes de um sistema de automação evoluíram constantemente com os anos, desde os primeiros sistemas baseados em controle automático, mecanizado (como as primeiras linhas de montagem do século XX) até os sistemas baseados nas tecnologias atuais como a microeletrônica. O campo de atuação da automação foi expandido, rompendo os limites do ambiente de chão de fábrica, na medida em que novos tipos de processos foram surgindo e hoje se nota aplicações da automação em sistemas desde gerência de informação e negócios em tempo real até sistemas críticos no campo médico, por exemplo. Com o crescente avanço da tecnologia, e a atual necessidade de informação em todos os campos, sistemas de automação modernos passam de simples automações de processos e equipamentos para automação de negócios, lidando com grandes quantidades de informação relevante. Questões como confiabilidade e segurança são fundamentais nesse sentido, e constituem um dos muitos desafios enfrentados pela automação moderna. O presente trabalho busca fazer um apanhado geral sobre os principais problemas enfrentados pela automação em suas diversas áreas de aplicação. Faz-se um estudo sobre os campos em que os sistemas de controle atuam e as tecnologias envolvidas, os custos e os impactos que cada um determina na sociedade e no meio ambiente.

**Palavras-chave:** Automação Industrial, Novas Tecnologias, Impactos da Automação.

## 1. INTRODUÇÃO

A área de automação industrial está sendo repensada em função do grande desenvolvimento experimentado pelas técnicas digitais. No contexto industrial, há algumas décadas os problemas de automação são cada vez mais importantes. A sociedade depara-se com o avanço da tecnologia e com os seus desafios, que não são poucos. No entanto, observa-se que algumas perguntas precisam ser respondidas para melhor encaminhar esta importante área do conhecimento: como as instituições podem formar profissionais capazes de ter uma capacitação técnica suficiente para contornar suas próprias dificuldades? E garantir uma relação técnica com a sociedade sem assustá-la? O assunto é diversificado, pois abrange desde tópicos relativos à arquitetura de hardware e software, programação de controladores lógicos programáveis, controle de malhas contínuas até o gerenciamento estratégico de uma empresa, passando pela supervisão dos processos industriais e pela logística da produção. As técnicas desenvolvidas para o tratamento desses problemas atingiram hoje um relativo grau de sofisticação tecnológica e formal, exigindo pessoal técnico com formação específica para sua aplicação adequada.

Os cursos de engenharia elétrica, engenharia mecânica, engenharia de produção, engenharia de controle e automação vêm se colocando na contingência de munir seus estudantes de ferramentas que os possibilitem de, no menor tempo possível, se adequarem ao cotidiano técnico de uma empresa e, pelo maior tempo possível, estarem preparados para se atualizar tecnicamente. Estes objetivos, em parte conflitantes, conduzem para a seguinte questão: qual o compromisso ideal entre profundidade e abrangência quando se leciona uma disciplina de automação industrial? De fato, as limitações de tempo num curso de engenharia obrigam que se opte ou por aprofundar certos tópicos da matéria, deixando o aluno sem visão de conjunto, ou por dar uma idéia geral do problema, deixando lacunas na formação do estudante que tornarão mais lento o acompanhamento dos avanços de seu campo de trabalho. E assim, a formação de engenheiros qualificados para o futuro é necessária equilibrando estas decisões sobre profundidade e abrangência. Segundo, Paulo Freire, a tecnologia de um país é sua educação de qualidade, e a tecnologia é a base de sustentação da economia e soberania de uma nação.

O atual desenvolvimento da tecnologia e, em termos mais específicos, da automação, levou ao surgimento de novas técnicas de implementações de funcionalidades de forma a aperfeiçoar a produção industrial, a operação de equipamentos, construção de dispositivos simples e baratos em larga escala e, em último caso, fornecer um benefício ao usuário final. O aumento da capacidade computacional dos dispositivos de processamento, o surgimento de novas formas de comunicação industrial, com protocolos bem definidos e de desempenho eficiente, o desenvolvimento de sistemas embarcados e implementação em hardware, as novas formas de gerenciamento de informações de produção, através de sistemas especializados, enfim, a tecnologia evoluiu bastante e, a serviço da automação dispõe uma variedade de alternativas para a implementação de formas mais eficazes na resolução de problemas.

Com base nisso, serão apresentadas 10 situações como interessantes áreas nas quais a tecnologia possibilita novas perspectivas atuais e futuras para o desenvolvimento da automação. Em algumas delas, são levantados problemas comuns que surgem da própria evolução tecnológica, como problemas sociais. A maioria, porém, discute os benefícios de algumas tecnologias consideradas relevantes para a automação. Na sequência faz-se uma análise destes problemas para então concluirmos o artigo.

## **2. DEZ DESAFIOS MODERNOS DA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL**

Entre os muitos desafios da automação moderna, serão abordados neste trabalho os seguintes: no campo social, a formação técnica de profissionais e educação da sociedade quanto à evolução tecnológica proporcionada pela automação; em sistemas críticos, segurança e confiabilidade; na otimização de informações, no sentido de fornecer uma interface de software apropriada; na gerência de informações de tempo real; na área de reconhecimento de padrões; identificação de falhas em sistemas de automação; no que diz respeito à comunicação, implementação de comunicação segura entre dispositivos heterogêneos; em automação residencial, a utilização de um protótipo mínimo capaz de atender as necessidades dos mais variados tipos de residências; aplicações na área de medicina, instrumentos de precisão; e, por fim, impactos sociais e ambientais gerados pela automação.

### **2.1 Primeiro Desafio: Formação Técnica de Profissionais e Educação da Sociedade quanto à Evolução Tecnológica Proporcionada pela Automação**

Segundo o conceito de tecnologia, como o conjunto de conhecimentos que permitem conceber, produzir e distribuir bens e serviços (DEITOS, 2006), encontra-se fatores muito relevantes no que diz respeito à formação técnica de profissionais e educação da sociedade quanto à evolução tecnológica proporcionada pela automação.

Dada a política atual de desenvolvimento com sistema produtivo que exige adaptações e respostas mais flexíveis e a utilização cada vez maior de novas tecnologias nos processos de trabalho (DEITOS, 2006), o trabalhador para permanecer inserido no mercado de trabalho precisa de características profissionais intrínsecas, como: capacidade de aprendizado constante, criatividade, liderança, dentre outras. Com isso, a necessidade de um maior aprimoramento desta mão-de-obra para a sua atuação no mercado de trabalho faz-se necessário. O aprimoramento da mão-de-obra deve começar no âmbito da formação da base necessária para realizar maior preparação para o mercado de trabalho, fazendo com que os estudantes de ensino fundamental e médio tenham desde o início um preparo para os impactos que a automação futuramente trará as suas vidas.

### **2.2 Segundo Desafio: Segurança e Confiabilidade em Sistemas Críticos**

Ao avaliar este tema, identifica-se um sistema crítico em automação quando está intimamente ligado ao risco de vida humana, desastres ambientais e perdas econômicas. Para isso, há necessidade de o sistema de automação ser avaliado até para situações que poderiam ser consideradas impossíveis de acontecer. Nestas condições, estão os serviços de emergências hospitalares, aviões, fábricas (do ponto de vista da economia), etc. A segurança e confiabilidade decorrem da exaustiva execução das tarefas. Porém, a segurança e a confiança ainda perpassam pela boa qualificação do profissional que responde pela área específica do sistema.

Em sistemas críticos é essencial a busca por falhas que podem ocorrer e suas devidas soluções no momento da ocorrência ou em tempo real. Não obstante disso, está a realização de redundância para todas as tarefas que o sistema irá realizar. Isto caracteriza um Sistema de Tempo Real que pode ser classificado em função das consequências oriundas de uma falha no cumprimento dos limites de tempo especificados. Tal classificação está diretamente relacionada com a natureza do elemento (objeto ou sistema) a ser controlado. Segundo este ponto de vista, tem-se a seguinte classificação: *Soft Real Time* e *Hard Real Time* (ou Sistema de Tempo Real Crítico) (CABRAL, 1999). *Soft Real Time* são os sistemas em cuja falha no cumprimento dos limites de tempo não acarreta em danos e/ou prejuízos significativos, tais como: sistemas que envolvem compartilhamento de voz e de imagem, transações bancárias on-line, dentre outros. Por outro lado, os sistemas ditos *Hard Real Time* (Tempo Real Crítico) são aqueles cujas consequências de uma falha no cumprimento dos limites de tempo podem ser catastróficas, ou melhor, o custo de tais falhas é de uma ordem de

grandeza que é superior à da própria utilidade do sistema, tais como: controle de processos industriais, controladores de voo, dentre outros. É importante ressaltar que apesar da velocidade de execução frequentemente ajudar na construção de um eficiente Sistema de Tempo Real Crítico, este tipo de sistema não deve necessariamente ser associado à velocidade (tempos de resposta reduzidos). A ordem de grandeza do tempo de resposta necessário para o sistema está diretamente relacionada com o tipo de equipamento, processo ou sistema a ser controlado.

Além do escalonamento de tarefas, outro campo de interesse, a fim de se garantir a confiabilidade de um Sistema de Tempo Real Crítico, é a tolerância à falhas. Uma alta confiabilidade somente pode ser atingida com um alto grau de tolerância à falhas. O sistema deve ser capaz de tolerar determinados tipos de falhas e ainda concluir uma operação com sucesso. Isto pode ser atingido usando redundância de hardware e/ou software, escalonamento tolerante a falhas e estratégias de recuperação.

### **2.3 Terceiro Desafio: Otimização de Informações, no Sentido de Fornecer uma Interface Homem Máquina Apropriada**

O tempo de realização de uma determinada tarefa com rapidez e confiabilidade é característica da sociedade moderna. Neste sentido a otimização de informação, através de estudo da otimização, passa a ser um ponto de destaque entre os desafios da automação. Ainda hoje existe a incompatibilidade de interface causando transtornos para os usuários que dispõem de pouco conhecimento na área tecnológica, além de outros tipos de conseqüências de um mal projeto de interface como perdas industriais, econômicas, ecológicas e até de vidas humanas. A pesquisa na busca de otimizar a automatização entre as interfaces é percebida no momento da utilidade do equipamento de automação.

As empresas de grande reconhecimento no mercado de Hardware atuam na compatibilidade de interfaces. Isso facilita para o mercado, pois o usuário pode escolher com segurança e confiabilidade de interfaces compatíveis. Porém, neste artigo, busca-se uma maneira de otimizar as informações sem a interferência de hardware ou software. Neste sentido, há necessidade de estabelecer um critério de detectar como estabelecer a otimização das informações.

### **2.4 Quarto Desafio: Reconhecimento de Padrões**

A busca pelo critério de reconhecimento de determinado padrão é um desafio da atualidade. O homem identifica objetos e qualifica a sua ordem através de comparações, porém, a automação das máquinas para realizar este trabalho de identificar tarefas inerentes ao reconhecimento de padrões é bem mais difícil. Os grupos de pesquisa na área de processamento digital de imagens e reconhecimento de padrões estão caminhando para a sua perfeição com uma boa qualidade. Para isso, é necessário um estudo interdisciplinar das ciências co-relacionadas. Neste sentido, o processamento digital de imagens é uma ferramenta que auxilia através da aquisição, digitalização e quantificação de uma imagem.

A pesquisa diária por métodos e algoritmos que façam o reconhecimento de padrões ser mais bem desempenhado é o estado da arte do momento. Tanto prova que na medicina a contribuição está sendo de grande relevância, conseguindo identificar algum tipo de doença e garantindo a sua prevenção ou tratamento. Além disso, o trato com identificador de padrões também está evitando o desmatamento de áreas verdes, de vital importância para a humanidade. Isso caracteriza que o estudo para futuras décadas nesta área de reconhecimento de padrões estará diretamente ligado com a Engenharia.

Para ter-se um objeto reconhecido considerando padrões possíveis, a necessidade das ferramentas estatísticas é essencial. Neste contexto, o desafio está em estimar com máxima veracidade possível. Quando se trata de estimar, o reconhecimento ideal perde parte de suas propriedades, já que é necessário um classificador ótimo para garantir que o padrão está bem definido. Na atualidade os classificadores utilizados precisam de critério para a sua classificação ideal e os estimadores usados segundo a teoria da decisão Estatística são: estimadores por máxima verossimilhança e os estimadores Bayesiano (PEREIRA, 2001). Há muito que se pesquisar sobre o assunto e os artigos nestas linhas têm mostrado grandes melhorias nos estimadores existentes, quando considerados reconhecimento de padrões supervisionados. Mas, e quando não são supervisionadas, as classes mudam e o problema aumenta seu grau de complexidade. Neste caminho, o reconhecimento de padrões para a automação ainda é uma estrada sem rumo. Isso deixa a Engenharia e os seus especialistas, pesquisadores e curiosos, a ter o seguinte pensamento “será que existe um padrão ideal possível”. Resposta que só tempo dará.

## **2.5 Quinto Desafio: Identificação de Falhas em Sistemas de Automação**

Junto ao tema proposto acima está à identificação de falhas em sistema de automação que pode ser resolvido com um classificador de defeitos, possibilitando possíveis projetos para identificar as grandes falhas em sistemas. Claro que a necessidade de implementar um outro elemento que identifique as possíveis falhas de determinado equipamento está intimamente ligada ao bom desempenho do reconhecimento de padrões. O problema está em estimar uma máquina “inteligente” para informar quando ocorrer defeitos através dos padrões construídos com especialistas. Com isso, poderíamos resolver o problema das falhas de sistema de automação com uma boa ferramenta de reconhecimento de padrões.

## **2.6 Sexto Desafio: Comunicação Segura entre Dispositivos Heterogêneos**

No campo de Automação Industrial, a busca pela comunicação entre dispositivos heterogêneos por meio da criação de protocolos eficientes sempre foi um grande desafio. Muitos são os requisitos que uma rede eficiente de um sistema de automação deve satisfazer. Um sistema de rede com o mínimo de segurança deve prover *confidencialidade*, *autenticação*, *autorização* e *integridade* para monitoramento remoto e controle em tempo real dos dispositivos de automação (BERGSTROM, 2001).

Atualmente existem muitas propostas de novos protocolos de comunicação entre dispositivos de automação. Os dispositivos de campo (*field bus*) comunicam-se com sistemas de automação através dos protocolos conhecidos como as tecnologias CANBUS e PROFIBUS. Além destes, hoje existem outros tipos de redes industriais em outros níveis da arquitetura de um sistema de automação industrial, como redes de sensores. O grande desafio hoje é aliar novas tecnologias de comunicação com a tecnologia da informação que trafega não só no ambiente de fábrica, mas também em automação residencial. Em nível gerencial, os protocolos de comunicação devem permitir a ligação à execução dos processos em si, ao nível de campo e o monitoramento das atividades pela alta cúpula da empresa, ao passo que num modelo residencial, as redes de comunicação devem fornecer uma interface apropriada entre os dispositivos de automação e o usuário.

A segurança é também um fator relevante nesse contexto. A garantia de confidencialidade dos dados trafegados, integridade, autenticação e outras características essenciais a uma rede confiável são fundamentais para manter um sistema de automação, seja industrial ou residencial, em bom funcionamento.

## **2.7 Sétimo Desafio: Sistemas de Automação Residencial**

Ao se falar em automação residencial, vários são os indicadores de muitas perspectivas de crescimento. O conceito de casa/escritório automatizado evoluiu bastante e hoje já não é mais visto com uma noção futurística e sim como uma opção de conforto, bem estar e qualidade de vida ao permitir o controle da residência remotamente, economia de tempo e esforço com tarefas repetitivas e interação com usuários à distância. A própria evolução tecnológica contribuiu muito para que idéias que antes eram vistas como impraticáveis pudessem ser implementadas e hoje se vê muitos projetos ousados de automação residencial integrando vários dispositivos como computadores, celulares e a TV Digital. Os avanços tecnológicos na área de microeletrônica baratearam os custos dos dispositivos, tornando fácil a disponibilidade de processadores, microcontroladores de tamanho reduzido, baixo consumo, bem como barramentos eficientes para melhoria de comunicação.

A evolução da automação residencial passa atualmente por um período de migração de toda a tecnologia desenvolvida ao longo das décadas em automação predial e industrial, adequando-se a infra-estrutura de uma residência. Dentre as funcionalidades a serem desenvolvidas e implementadas pelos sistemas de automação residencial pode-se destacar (ARAÚJO E PEREIRA, 2003) *o gerenciamento, monitoramento e otimização do consumo de energia; conforto térmico através do controle HVAC (Heating, Ventilation and Air Conditioning); controle de iluminação, controle de acesso, monitoramento e segurança física de dispositivos; dispositivos de manutenção inteligente*, entre outros.

## **2.8 Oitavo Desafio: Gerência de Informações de Tempo Real**

O desenvolvimento da automação ligado à evolução de tecnologias tem, na comunicação industrial, importante ligação com o crescimento da tecnologia da informação, principalmente na relação entre os níveis gerencial e operacional de um ambiente de Automação Industrial. A TI (tecnologia da informação) que alterou bastante as hierarquias e estruturas no ambiente de escritório passa agora a influenciar também o ambiente industrial, nos mais diversos níveis, desde indústrias de processos, prédios e sistemas logísticos, entrando até no nível de automação residencial.

A gerência de informações industriais surgiu na medida em que, com o amadurecimento das tecnologias dos equipamentos de campo inteligentes, uma grande quantidade de informações possibilitadas por eles pode agora ser disponibilizada para outras aplicações em outros níveis de tecnologias, sendo possível organizá-las, por exemplo, em formato conveniente para análise no nível de gerência de processos industriais.

Os modernos sistemas de gerência de informações web permitem facilitar a análise e interpretação dos dados obtidos pela comunicação com outras camadas do sistema de automação industrial. Implementar tais ferramentas, em ambiente industrial, em tempo real, é um grande desafio para a automação.

## **2.9 Nono Desafio: Aplicações na Área de Medicina**

Na área de medicina, a automação encontra vários obstáculos no Brasil, ao contrário do que ocorre com os países desenvolvidos europeus, Estados Unidos e alguns países do oriente como a Coreia do Sul (OLIVEIRA, 2004). Exemplos visíveis para esta realidade podem ser citados, como a falta de interação entre Universidade e Empresa para esta linha de pesquisa, que possui poucas publicações de artigos, pesquisas e verbas de P&D. Dentro desta realidade pode-se detectar que um dos principais problemas é a falta de investimento em mão de obra especializada na área, visto que a automação na área de medicina enfrenta uma realidade no Brasil que já foi superada nos países europeus. Devido ao investimento na área de hardware e componentes ser dispendioso, adotou-se no Brasil que a automação nestas áreas limita-se à compra de equipamentos e montagem de

laboratórios, visto que em países como a Suécia investe-se no profissional de desenvolvimento de hardware, para que, existindo a necessidade “final” de uma implementação física, busque-se *design* - *houses* norte-americanas, chinesas e etc.

Dadas as devidas diferenças culturais, encontra-se um escopo de pesquisas dentro da automação na área de medicina muito promissor para o futuro, tendo sua interligação com outras áreas afins, como processamento digital de imagens, arquitetura em hardware e outras. Tendo nesta linha uma melhor consistência de investimentos bem empregados, há uma maior probabilidade de sucesso e crescimento não só intelectual, mas também crescimentos significativos a cunho social.

## **2.10 Décimo Desafio: Impactos Sociais e Ambientes Gerados pela Automação**

Dentro do âmbito social, torna-se visível que a maior dificuldade a nível ético-social para a automação é a eliminação de atividades primárias. Estas atividades, a princípio são executas por mão-de-obra humana, e tendem a ser substituídas por máquinas, realidade esta que tem sido cada vez mais enfrentada e com um grande valor social, visto pelo ângulo dos países em desenvolvimento. Nestes países ao contrário dos modelos dos países desenvolvidos, ainda possuem atividades sustentadas única e exclusivamente pela falta “opcional” de automação (CARVALHO, 2003).

Dada esta realidade, enfrenta-se no Brasil um grande desafio no que diz respeito aos impactos sociais gerados pela automação, visto que não se possui uma política de tratamento do problema adequada, tratando o mesmo com métodos paliativos sem atuação na “fonte educacional” (SOUZA, 2000) onde se encontra a raiz desta falta de desenvolvimento, acarretando desinteresse das autoridades governamentais pela automatização de atividades profissionais.

Dentro do âmbito ambiental, no que diz respeito a automação, torna-se cada vez mais visível o inter-relacionamento entre esses tópicos, dado a maior consciência em responsabilidade social (AZEVEDO, 2004) em relação ao meio ambiente, desde a sua utilização para fins tecnológicos mais banais, quanto os mais essenciais ao homem, como a geração de energia elétrica.

No contexto apresentado, dentro do tema automação, a correlação com meio ambiente é interessante para ambas as partes, regulamentada na atual ISO 14.001, que estipula uma normalização ambiental, além de um conselho específico que atendesse ambas as partes (INATOMI, 2000) viabilizando normas de seguranças mais precisas para a automação em termos de industrialização, que é uma realidade iminente no Brasil e em termos ambientais, dado que existem órgãos de cunho legislativo e pouco ostensivos, no que diz respeito às atividades voltadas para automação, indústria, processos e etc.

## **3. CONCLUSÕES**

No mundo moderno, a automação está presente no dia-a-dia e modelando o comportamento da sociedade. Neste sentido, este trabalho estabelece 10 desafios que os pesquisadores e estudiosos devem se preocupar para solucionar os problemas de automação. Conforme apresentado, esses problemas aparecem principalmente pela evolução tecnológica que ocorre atualmente e causam consequências dos mais variados tipos: sociais, ambientais, econômicas entre outras.

O objetivo do trabalho apresentado não é o de fornecer soluções definitivas e únicas para os problemas e sim indicar um possível caminho a ser seguido para que futuramente possam ser solucionados. Não se pretende também mostrar que estes 10 problemas apresentados sejam os únicos, mas sim complementares ao um conjunto muito vasto de problemas enfrentados não só pela automação industrial, mas também por muitas outras ciências correlacionadas.

#### **4. REFERÊNCIAS**

ARAUJO, J.J.; PEREIRA, C. E. **Framework Orientado a Objetos para o Desenvolvimento de Aplicações de Automação Predial e Residencial**. Instituto de Informática. UFRGS, 2003.

AZEVEDO, A. A. **Análise dos impactos Ambientais da Atividade Agropecuária no Cerrado e suas inter-relações com Recursos Hídricos na Região do Pantanal**. Dissertação de Mestrado. UFMT, 2004.

BERGSTROM, P; et al. **Making home automation communications secure**. IEEE Computer Science. 2001.

CABRAL, T.A. **Tolerância a falhas em sistemas de tempo real crítico**. III Wola – Workshop Interno do LASIB. UFBA, 1999.

CARVALHO, E. G. de. **Globalização e Estratégias Competitivas na Indústria Automobilística: uma Abordagem a Partir das Principais Montadoras Instaladas no Brasil**. Dissertação de Mestrado UNICAMP, 2003.

DEITOS, M. L. M. de S. **As políticas públicas de qualificação de trabalhadores e suas relações com a inovação tecnológica na Indústria Brasileira**. Dissertação de Mestrado. UNICAMP, 2006.

INATOMI, T. A. H. **Análise dos impactos Ambientais na produção de Energia dentro do Planejamento Integrado de Recursos**. Dissertação de Mestrado. USP, 2000.

OLIVEIRA, J. P. **A cadeia produtiva do setor de equipamentos médicos, hospitalares e odontológicos no Brasil e a formação de clusters**. USP, 2004.

PEREIRA, J. R. G. **Misturas Finitas de Densidades com Aplicações Estatísticas de Padrões**. Tese de Doutorado. UNICAMP, 2001.

SOUZA, J. G. de. **Educação e Desenvolvimento: uma abordagem crítico-analítica a partir do Pólo Tecnológico de Santa Rita do Sapucaí**. Dissertação de Mestrado. UNICAMP, 2000.

#### **5. AGRADECIMENTOS**

Agradecemos ao CETELI – Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Tecnologia Eletrônica e da Informação da Universidade Federal do Amazonas, que ofereceu suas dependências para o desenvolvimento do trabalho de pesquisa aqui apresentado.