

A photograph of a computer lab with several students in white shirts and blue trousers working at desks with CRT monitors. The image is slightly faded and serves as the background for the cover.

CADERNOS TEMÁTICOS

Fevereiro de 2008 – Nº 19

EXPEDIENTE

Conselho Editorial

Patrícia Barcelos, Solange Moreira Corrêa, Maria Amelia Ayd Corrêa, Sonia Ana Charchut Leszczynski, Sandra Branchine e Cinara Barbosa

Coordenação Editorial

Cinara Barbosa

Produção Executiva

Patrícia Barcelos e Sandra Branchine

Reportagens

Marco Aurélio Fraga, Rodrigo Farhat, Sophia Gebrim e Stela Rosa

Assistente de Produção Gráfica

Muriele Cristina de Oliveira

Relações Públicas

Pablo Viana

Revisão

Denise Goulart

Diagramação

www.grifodesign.com.br

Impressão

Cromos

Impresso no Brasil

A exatidão das informações, os conceitos e opiniões emitidos nos artigos e nos resumos estendidos, relatos de experiência e práticas pedagógicas são de exclusiva responsabilidade dos autores.

2008 Ministério da Educação

É permitida a reprodução parcial ou total desta obra, desde que citada a fonte

Série Cadernos Temáticos

Tiragem: 10.000 exemplares

Ministério da Educação

Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica

Esplanada dos Ministérios, Edifício Sede, bloco L, 4º andar

CEP: 70047-900 – Brasília/DF

Telefones: (61) 2104-8127/9526

Fax: (61) 2104-9744

setec@mec.gov.br

www.mec.gov.br

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Centro de Informação e Biblioteca em Educação (CIBEC)

Cadernos temáticos / Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica.
v. 1, (nov. 2004). – Brasília : Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica, 2004–.

1. Educação profissional. 2. Práticas educativas. 3. Experiências pedagógicas. I. Brasil. Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica.

CDU 377

Apresentação 5

Editorial 7

Reportagens 8

- Escola de Guanambi lança cultivar resistente a fungos 8
- Sonda diminui seqüelas do câncer de mama 14
- Pesquisa incorpora microondas em processos industriais 18
- Ensino aliado à tecnologia 22

Artigos 25

- A trajetória de uma empresa incubada no hotel tecnológico: o caso Forlogic Software 25
- A metrologia no cotidiano e suas principais funções 33
- Bioinformática estrutural aplicada à farmacogenética 41
- Classificação de falhas em máquinas rotativas utilizando redes neurais artificiais 48
- Utilização da flora nativa com potencial econômico 56
- Alternativas de minimização dos impactos ambientais da silvicultura nas microbacias do Rio Grande do Sul 63
- Produtividade de três cultivares de mamona em consórcio com feijão caupi, com e sem adubação 71
- Efeitos da temperatura e umidade do solo na produtividade do milho 77
- Análise experimental da influência de Redes PLC na qualidade da energia elétrica 83

Resumos Estendidos, Relatos de Experiência e Práticas Pedagógicas 91

- Uso da realidade virtual na melhoria do processo de ensino da física 91
- Acessibilidade aos portadores de deficiência visual no uso do telefone celular 94

Contatos 96





Esta publicação tem história. Resulta de um trabalho iniciado em meados de 2004. Àquela época, a equipe de Comunicação Social da Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica do Ministério da Educação tinha alguns desafios à frente: revelar o cotidiano das escolas de formação de trabalhadores; mostrar a diversidade dessas unidades; valorizar a produção cultural e científica de servidores, estudantes e professores. Havia, ainda, algumas barreiras a vencer, como manter e aperfeiçoar a qualidade de textos e imagens das publicações.

Quinze edições depois, as tentações são outras. Luta-se para ampliar a tiragem, de forma a aumentar o número de leitores, assim como avaliar qualitativamente cada edição.

Nesse percurso, mais precisamente em 2007, a coletânea Cadernos Temáticos da Educação Profissional passou a integrar o Qualis, lista de periódicos com qualidade recomendada pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes). Ao lado de anais, revistas e jornais, os cadernos se tornaram divulgadores avalizados da produção intelectual de professores e alunos de programas de pós-graduação. Os cadernos receberam classificação em três áreas distintas: ciência de alimentos (nível C em âmbito nacional), educação (nível C nacional) e multidisciplinar (nível B nacional). Dessa forma, os trabalhos produzidos por professores e estudantes da Rede Federal de Educação Profissional ganharam mais visibilidade e ampliaram o diálogo com as agências de fomento à pesquisa.

Hoje, todas as escolas da Rede Federal de Educação Profissional e Tecnológica recebem exemplares dos Cadernos Temáticos. Consegue-se, também, atender às escolas estaduais de educação profissional. Entretanto, a cobertura não atinge ainda as instituições públicas de ensino médio. É uma meta a ser alcançada.

Em quatro anos, o projeto gráfico-editorial pouco foi alterado. A principal preocupação para as modificações foi o refinamento do projeto gráfico, de forma a facilitar a leitura da revista e a compreensão de seu conteúdo, tornando-a de leitura mais ágil. Barras coloridas passaram a servir de indicadores das seções: reportagens em vermelho, artigos em azul, resumos, relatos e práticas em verde, de forma a diferenciar uma página da outra. No quesito editorial, buscou-se ampliar a abrangência, de maneira a descortinar o mosaico de ações e estudos produzidos pelas escolas, numa ligação explícita com a realidade de cada região.

A finalidade dos Cadernos Temáticos continua a mesma, ou seja, divulgar trabalhos, pesquisas e projetos de servidores, professores e alunos da Rede Federal de Educação Profissional e Tecnológica. A seleção do material enviado pelas escolas é feita de acordo com alguns critérios. Os mais importantes são a pertinência ao tema e a relevância das informações, de forma a que os artigos contidos nesses cadernos reflitam a diversidade e a realidade de cada local, de cada cidade e de cada escola. Todos mostram, por meio de texto – artigos, resumos, relatos, práticas e reportagens –, a realidade da formação de profissionais no Brasil.

O desafio de editar cada número dos Cadernos Temáticos, entretanto, é o mesmo desde o início deste projeto da Setec: escrever a história da educação profissional e tecnológica no país.



Cadernos são retratos do Brasil

Os volumes 16 a 20 dos Cadernos Temáticos mostram experiências inovadoras, práticas pedagógicas, pesquisas e resumos de artigos que contribuem para o desenvolvimento da educação profissional e tecnológica no Brasil. São um retrato da harmonia das quase duas centenas de escolas da rede com as realidades regionais do país.

De 1909 a 2002, 140 escolas técnicas foram construídas no país. De 2003 a 2010, serão mais 214, dentro do plano de expansão da rede federal de educação profissional e tecnológica. A meta do Ministério da Educação é chegar a 354 unidades, com a oferta de 500 mil vagas, num investimento total de R\$ 933 milhões.

A Rede Federal de Educação Profissional e Tecnológica oferece cursos de qualificação, de ensino técnico de nível médio, superior e de pós-graduação. As áreas variam de acordo com a realidade regional, em sintonia com os arranjos produtivos locais.

O lançamento de um cultivar de bananeira resistente a fungos pela EAF Guanambi/BA e a sonda criada por professor do Cefet/PE para reduzir seqüelas de câncer de mama são destaques deste número dos Cadernos Temáticos da Educação Profissional, assim como os artigos sobre os efeitos da temperatura e da umidade na produtividade do milho e as funções da metrologia no cotidiano.

Com a ampliação da rede, mais experiências poderão ser temas de reportagens e cenários de experiências, práticas pedagógicas e pesquisas. A diversidade brasileira tratará de enriquecê-las. Aguardem.

Fotos: Rodrigo Farhat

Fruticultura aquece negócio no interior da Bahia

Escola de Guanambi lança cultivar resistente a fungos

Pesquisas foram desenvolvidas em parceria com a Embrapa

YES, NÓS TEMOS BANANA
(Alberto Ribeiro e João de Barro)

"Yes, nós temos banana/Banana pra dar e vender/Banana menina/Tem vitamina/Banana engorda e faz crescer/Yes, nós temos banana/Banana pra dar e vender/Banana menina/Tem vitamina/Banana engorda e faz crescer/Vai para a França o café, pois é/Para o Japão, o algodão, pois não/Pro mundo inteiro/Homem ou mulher/Banana para quem quiser".

Professores da Escola Agrotécnica Federal Antônio José Teixeira (EAFJ-IT), de Guanambi/BA, estão na linha de frente na pesquisa de novos tipos de bananas. Em conjunto com pesquisadores da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical), desenvolveram um novo cultivar de banana, o PA42-44, resistente tanto à sigatoka negra quanto ao mal do Panamá.

A pesquisa responde à soberba dos norte-americanos, que sempre consideraram os países da América Latina como "banana republics" e reforça a sátira de Alberto Ribeiro e João de Barro, que, em 1938, lançaram a marchinha **"YES, NÓS TEMOS BANANA"**.

Sem entrar no mérito da polêmica, o fato é que o Brasil é um grande produtor da fruta. Em 2005, produziu 6,9 milhões de toneladas. O volume de exportações de bananas, no ano seguinte, foi de 179,9 mil toneladas, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC). No Brasil, os **MAIORES PRODUTORES** são os estados de São Paulo e Bahia, seguidos de Santa Catarina, Pará e Minas Gerais. Em 2005, a Bahia produziu 1 milhão de toneladas da fruta, 21,5% a mais do que em 2004 (872 mil toneladas).

No estado nordestino, professores da Escola Agrotécnica Federal Antônio José Teixeira (EFAJT) têm buscado melhorar a produção e a qualidade do produto e, para isso, em 1997, iniciaram uma parceria com a Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical para avaliar e selecionar variedades e híbridos de bananeira.

MERCADO – Foram conduzidos experimentos de avaliação de diferentes genótipos de pés de bananas originários do Programa de Melhoramento de Bananeira da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, entre 1997 e 1999, 2002 e 2004, 2004 e 2006, no **PERÍMETRO IRRIGADO** de Ceraíma, na área da EFAJT, e de 2006 até hoje, no perímetro irrigado do Estreito, em terreno de produtores.

Alessandro de Magalhães Arantes é um desses produtores rurais. Também professor de fruticultura e coordenador-geral de produção e pesquisa da EAF de Guanambi, tem 10 hectares de banana, pinha e maracujá. Ele diz que a produtividade média no perímetro é de mil caixas por hectare e que os principais mercados estão em Aracaju, Belo Horizonte, Brasília, Juiz de Fora, Recife, Rio de Janeiro e Salvador.

MAIORES PRODUTORES

No mundo, o Equador, embora tenha produção menor do que a brasileira, é o líder em exportação da fruta, com cerca de 30% do comércio mundial do produto, enquanto o Brasil possui menos de 2%. A produção mundial está em torno de 72 milhões de toneladas, quando apenas bananas são consideradas, e de 105 milhões de toneladas, quando se incluem os plátanos (banana de fritar e cozinhar). Índia, Brasil, Equador, China e Filipinas são os maiores produtores.

PERÍMETRO IRRIGADO

Os perímetros irrigados foram implantados pela Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco (Codevasf), a partir da segunda metade dos anos 1960. Sete pólos de desenvolvimento foram criados na bacia do São Francisco: norte de Minas, Guanambi, Formoso e Correntina, Barreiras, Irecê, Juazeiro e Petrolina e Baixo São Francisco. O de Guanambi, na margem direita do rio São Francisco, abrange os perímetros de Estreito e Ceraíma, totalizando 2,5 mil hectares em operação.

A fruticultura é a principal fonte de renda dos irrigantes.

Setor emprega 6,7 mil pessoas no perímetro





Produtores negociam preço de bananas no *campus* da escola

As frutas são comercializadas em caixas de 22 quilos, com preço pago ao produtor entre R\$ 7,00 e R\$ 7,50, e variação de R\$ 3 a R\$ 18, dependendo do período.

Alessandro começou a plantar bananas pela demanda do mercado. “Era a cultura mais difundida, estável e com mão-de-obra qualificada disponível”, lembra.

O perímetro, que comercializa 60 caixas por semana, responde por R\$ 12 milhões a R\$ 15 milhões por ano. São 560 agricultores e cada um emprega, em média, três trabalhadores. O setor emprega 1,7 mil pessoas diretamente e outras 5 mil indiretamente.

RESULTADOS – As pesquisas, desenvolvidas pelos professores Sérgio Luiz Rodrigues Donato, Alessandro de Magalhães Arantes e equipe, serviram para avaliar e selecionar cultivares superiores com relação à produtividade, resistência a problemas fitossanitários, como os relacionados à sigatoka negra, sigatoka amarela e ao mal do Panamá (veja box), e precocidade para recomendação e incorporação aos sistemas produtivos dos agricultores.

Como atividades de extensão, foram realizados seminários, dias de campo e cursos. As ações de extensão foram direcionadas para três perímetros irrigados da Bahia: de Ceraíma (Guanambi), do Estreito (Urandi e Sebastião Laranjeiras) e do Formoso (Bom Jesus da Lapa).



Os resultados desses trabalhos foram divulgados para os agricultores da região em seminários e cursos. Como resultados práticos, pode-se destacar, segundo o professor Sérgio, a recomendação e posterior incorporação de cultivares selecionados aos sistemas de produção do agricultor regional, como Grande Naine, FHIA-18 e PA42-44, aumentando, assim, o espectro de cultivares utilizados.

Os resultados gerados pelos experimentos conduzidos em Guanambi, juntamente com outros ensaios de mesma natureza implantados em diversos locais do país, respaldaram o lançamento pela Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical de outros cultivares, como o FHIA-01 (Maravilha), SH36-40 (Prata Graúda), Caipira, Nam, FHIA-18, PV42-85 (Preciosa), PV42-142 (Japira), PV42-68 (Pacovan Ken).

Fungos são os maiores limitadores da bananicultura

As sigatokas negra e amarela e o mal do Panamá são as três principais doenças que afetam as bananeiras. Para o pequeno produtor são os maiores limitadores da produção.

A sigatoka negra é a mais grave. A sigatoka amarela, apesar de menos destrutiva, também causa grandes perdas na bananicultura. Pesquisadores avaliam em cerca de 80% e 50% as perdas provocadas na produção pelas sigatokas negra e amarela, respectivamente.

O mal do Panamá tem sido um fator limitante para o cultivo da banana maçã e já começa a atacar as produções da prata anã em algumas regiões brasileiras. O fungo, quando ocorre em variedades como a banana maçã, provoca perda de 100% na produção. Já nas do tipo prata, com menor suscetibilidade, a incidência do mal do Panamá, geralmente, situa-se num patamar de 20% de perdas.

PA42-44 é resistente a fungos

Os resultados gerados pelos experimentos conduzidos pelos professores da escola de Guanambi ilustram de maneira consistente a inserção da EAFAJT no mundo da investigação científica para geração e extensão de conhecimentos básicos e aplicados, de forma a assegurar bases sólidas para o desenvolvimento sustentável.

Os trabalhos de melhoramento empreendidos pela EAFAJT em parceria com a Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical resultaram na indicação para lançamento de um cultivar de bananeira tipo prata, o híbrido PA42-44, descendente da prata anã, resistente à sigatoka negra, sigatoka amarela e ao mal do Panamá.

A EAFAJT avaliou o material por quatro ciclos de produção no perímetro irrigado de Ceraíma e por dois ciclos de produção no perímetro irrigado do Estreito, apresentando os resultados à comunidade de produtores, em 2003, num dia de campo em Ceraíma, e, em 2007, no Estreito. O produto deverá ser lançado no mercado brasileiro em 2008.





Guanambi forma profissionais comprometidos com problemas do semi-árido

Os professores da Escola Agrotécnica Federal Antônio José Teixeira, em Guanambi/BA, ensinam a seus alunos diferentes formas de enfrentar os problemas do semi-árido. O diretor do Departamento de Desenvolvimento Educacional da instituição, Sérgio Luiz Rodrigues Donato, explica que há duas maneiras de trabalhar com a escassez de água: pela redução ou pela convivência com o problema. Enquanto a primeira solução envolve maior custo e nível tecnológico, a segunda exige menos recursos e tecnologia.

A construção de sistemas de barramento de água, de irrigação e o cultivo de frutíferas nobres, como a mangueira e a bananeira, e a produção de forrageiras, como capim elefante e cana-de-açúcar para alimentação animal, são exemplos de redução do problema da escassez de água. Já o uso de plantas que exigem pouca irrigação, como o umbuzeiro e a palma forrageira, são mostras da convivência com o problema. Ele conta que ambas as possibilidades têm que ser mostradas ao aluno.

Atualmente, os cursos de Guanambi são oferecidos nas áreas de agricultura, agropecuária, informática, zootecnia. São 520 alunos, dos quais 142, internos. De acordo com o diretor Ariomar Rodrigues dos Santos, em 2008, dois novos cursos serão abertos, de agroindústria e informática, nas versões pós-médio e para jovens e adultos.

A produção de estudos e pesquisas científicas também segue o princípio de contribuir para melhorar as práticas de adubação em frutíferas nos perímetros irrigados da Bahia.

Entre 1997 e 2001, pesquisadores da escola adotaram práticas de indução floral na cultura da mangueira e extrapolaram os resultados para o perímetro irrigado de Ceraíma por meio de visitas técnicas e cursos de mangicultura, generalizando o uso desta técnica na região. A EFAJIT contribuiu, dessa forma, para a reabertura das exportações de manga do perímetro irrigado do Brumado, em Livramento de Nossa Senhora/BA, para os Estados Unidos. Esse trabalho se efetivou através da realização de trabalhos técnicos de campo, desenvolvimento de planilhas de controle do programa de moscas das frutas e palestras proferidas para auditorias realizadas pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (Usda), o órgão responsável pela abertura das exportações.

Atualmente, implantado e em avaliação na EFAJIT, projeto de pesquisa com a cultura da mangueira, de autoria dos professores Carlos Elizio Coirim, Márcio Mota Ramos, Eugênio Ferreira Coelho, Maurício Coelho Filho e Paulo Roberto Cecon, trata de experimento contemplando avaliações de redução de lâmina de água na cultura da mangueira. A experiência, realizada em parceria com a Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical e a Universidade Federal de Viçosa (UFV), busca desenvolver alternativas de manejo de irrigação para projetos instalados no semi-árido que promovam aumento na eficácia de uso da água pela cultura da manga.

Segundo o estudo, em países com escasso recurso de água, como Austrália, Espanha e Israel, muitas pesquisas têm sido feitas com a proposta

de economizar o uso da água sem afetar significativamente a produção da cultura e a qualidade do fruto. Ao final da pesquisa, os resultados vão mostrar um balanço de água no solo, por meio do qual se poderá saber, de toda a água aplicada através da irrigação, quanto ficou armazenada no solo, quanto foi usada pela planta na transpiração, quanto se perdeu por evaporação, quanto se perdeu por percolação profunda ou quanto se ganhou por ascensão capilar.

Banana é alimento completo

A banana, uma das frutas mais consumidas no mundo na forma fresca, é cultivada em todas as regiões do país. **CONTÉM** hidratos de carbono, vitaminas, minerais, carboidratos, proteínas, gordura e baixo teor calórico (de 90kcal a 120kcal/100g).

Utilizada como calmante intestinal, a banana estimula o apetite e as funções digestivas, evita e regula a hipertensão arterial. Além disso, ajuda no sono e melhora o humor. É a preferida de bebês, por sua consistência pastosa, e de atletas, por ser ótima fonte de energia.

Estudo desenvolvido por pesquisadores da Universidade Estadual Paulista (Unesp) mostrou que cascas, folhas e talos de alimentos possuem nutrientes como vitamina C, carboidratos, cálcio e fibras, muitas vezes em quantidades superiores às da própria polpa. Os estudiosos avaliaram o valor nutricional, em cada 100 gramas, das 20 espécies de frutas e hortaliças mais consumidas pelos brasileiros. Por falta de conhecimento sobre o valor nutricional de talos, folhas e cascas e de como aproveitá-los na alimentação, as pessoas acabam jogando-os no lixo, o que é inadmissível em um país em que a desnutrição atinge cerca de 22 milhões de pessoas, como declarou, em **ENTREVISTA** ao jornal da instituição, a professora do Departamento de Bioquímica da Unesp, Giuseppina Lima.

O estudo revelou que as camadas externas de várias frutas são ricas em carboidratos. A casca da banana, por exemplo, tem o dobro de potássio (0,9g) em relação à polpa (0,4g).



CONTÉM

A fruta tem, em sua composição, vitaminas A, B1, B2 e C, cálcio, cloro, enxofre, ferro, fósforo, magnésio, niacina, potássio, silício e sódio, entre 23g a 32g de carboidratos, 1,0g a 1,3g de proteínas e 0,37g a 0,48g de gordura, em cada porção de 100g. O destaque é para o teor de potássio, cerca de 400mg/100g¹.

ENTREVISTA

Ver *Jornal Unesp* nº 213, de julho de 2006, disponível na internet, no endereço <http://www.unesp.br/aci/jornal/213/desperdicio.php>.

Fruticultura é a principal atividade dos perímetros irrigados

Reportagem: Rodrigo Farhat





Fotos: Sophia Gebrim

Sonda diminui seqüelas do câncer de mama

Tecnologia desenvolvida no Cefet/PE tem preço inferior ao do mercado

MASTECTOMIA

Cirurgia de câncer de mama.

LINFONODOS

Defesa do organismo que filtra impurezas do sangue.

Quando uma mulher realiza a **MASTECTOMIA**, não é apenas a região da mama que fica afetada. A paciente também apresenta inchaços e dificuldade de movimento no braço que vão acompanhá-la pelo resto da vida. Isso ocorre devido ao chamado esvaziamento axilar, que retira todos os **LINFONODOS** presentes na região da axila, evitando, assim, o risco de metástase. Pensando no desconforto de um braço seqüelado, o engenheiro eletrônico e doutor em instrumentação nuclear Iran José Oliveira da Silva, professor do Centro Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco (Cefet/PE), desenvolveu, para sua tese de doutorado na Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), uma sonda que pode evitar a extração dos linfonodos, sem o risco que o tumor se dissemine pelo corpo.

A sonda SGHI-01 é a primeira tecnologia nacional desse tipo. Ela foi elaborada no Laboratório de Instrumentação Nuclear do Departamento de Energia Nuclear, sob a orientação da professora Helen Khoury, da UFPE. A sonda é um equipamento que possibilita ao médico encontrar, no momento da cirurgia, o primeiro linfonodo da cadeia linfática, chamado sentinela. Através desse, que prediz o estado dos demais, o médico vai saber se deve ou não retirar todos os outros.

O que ocorre é que nem todas as mulheres com câncer de mama possuem os linfonodos comprometidos. Nos procedimentos usuais, o médico não tem como saber se eles apresentam ou não células tumorais, retirando-os por precaução. Com a sonda, é possível localizar, pouco antes da cirurgia, o local exato onde se encontra o sentinela. Após detectá-lo, o cirurgião o retira, encaminhando-o para a biopsia, que ocorre imediatamente. Se ele estiver contaminado, realiza-se o esvaziamento axilar; se não, a paciente preservará os demais e não terá seqüela alguma na região.

Existem tecnologias importadas de sondas com essa mesma finalidade que vêm sendo desenvolvidas há 10 anos nos EUA. Porém, o preço dessas sondas é alto, o que limita a quantidade de médicos que podem ter acesso ao procedimento, não coberto pelos planos de saúde. “Essas sondas custam na faixa de U\$ 15 a U\$ 17 mil. Então, não é qualquer médico que tem coragem de investir nelas. Já a nossa sonda está orçada num preço que mal chega a um terço disso”, explica Iran Oliveira.

Com o barateamento do equipamento, a sonda fica mais acessível aos médicos e, em consequência, aos pacientes. “O preço da nossa sonda pode tornar esse procedimento mais comum no meio médico, já que hoje ele é limitado devido ao alto custo da sonda. É possível que nós possamos fazer protótipos e implantar essa tecnologia até no sistema público, o que traria maior qualidade de vida às pacientes de baixa renda”, declara o pesquisador.

“O grande passo é este: nós dominamos a tecnologia e fizemos um sensor diferente do que é utilizado na sonda convencional”, acrescenta Iran Oliveira.

“Construímos um sensor diferente do que é utilizado na sonda convencional”

Iran Oliveira

A sonda SGHI-01 é a primeira tecnologia nacional do tipo

Próximo passo é testar em pacientes



**Intenção é baratear
técnica e torná-la mais
acessível a hospitais e
planos de saúde**



Professor Iran e aluna Sloana realizam testes em laboratório

FUNCIONAMENTO – Essa análise prévia evita a extração desnecessária de todos os linfonodos das axilas (**ESVAZIAMENTO AXILAR**), procedimento preventivo adotado nas cirurgias que deixa seqüelas como dores nos braços e comprometimento da produção de anticorpos. A sonda brasileira poderá substituir as similares importadas, feitas com material mais caro.

Com o uso da cirurgia **RADIOGUIADA** é possibilitado ao médico selecionar os gânglios a serem retirados para biópsia e definir com maior precisão a área da cirurgia.

Já existe há algum tempo no país técnicas para identificar e retirar o linfonodo sentinela. No método que usa a sonda, uma substância radioativa à base de tecnécio – que libera raios gama – é injetada na área do tumor inicial 24 horas antes da cirurgia. Esse líquido migra para o linfonodo sentinela (estação linfática mais próxima), que fica marcado pelo tecnécio. Durante a cirurgia, a radiação gama é detectada pela sonda e traduzida em sinal luminoso que, por sua vez, é convertido em um sinal sonoro por meio de um sistema eletrônico, permitindo que o método identifique o linfonodo.

Atualmente, são usadas nesse procedimento sondas importadas, que custam cerca de US\$ 16 mil. A sonda brasileira custaria cerca de três vezes menos. O diferencial do novo instrumento é o sensor (cintilador) que transmite a radiação em sinal luminoso. Segundo o criador da sonda, os aparelhos importados usam um cintilador do tipo cristal, mais caro e menos resis-

ESVAZIAMENTO AXILAR

Nas cirurgias tradicionais de câncer de mama, geralmente retiram-se gânglios linfáticos junto à axila para reduzir a possibilidade de metástase do tumor. O esvaziamento axilar acarreta à paciente desconforto e limitações no movimento dos braços. Além disso, exames realizados nos gânglios linfáticos, retirados nas cirurgias, têm mostrado que grandes percentuais dos tecidos não apresentavam células tumorais. Isso significa que, em grande parte das vezes, a mulher se submete ao esvaziamento axilar sem necessidade.

RADIOGUIADA

Com a utilização de uma sonda que auxilia a encontrar o tumor.

tente a choques mecânicos. Para a sonda brasileira, o pesquisador adaptou um cintilador plástico, comumente usado na detecção de partículas beta, para se tornar sensível também à identificação dos fótons gama emitidos pelo tecnécio. A eficácia da nova sonda já foi comprovada em laboratório e os testes em pacientes deverão começar no segundo semestre deste ano. “Nossa intenção é baratear a técnica e torná-la mais acessível a hospitais e planos de saúde”, afirma Iran.

Destaque no curso de radiologia

A estudante do curso superior de tecnologia em radiologia, Sloana Giesta Lemos, recebeu no final de 2007 um prêmio de menção honrosa, na área de Exatas e Engenharia, pelo trabalho que desenvolveu em sua bolsa de iniciação científica do Cefet/PE/Facepe, entre o ano de 2006 e 2007. A pesquisa sobre “Desenvolvimento e estudo de sonda gama para cirurgia radioguiada de câncer de mama” é um desdobramento da tese de doutorado do seu orientador e professor, Iran José.

Baseada no trabalho do professor Iran, a estudante realizou medidas em laboratório utilizando um simulador de mama. “A legislação brasileira proíbe testes em humanos, portanto, a melhor forma de realizarmos as experiências com a sonda é em laboratório”.

Depois da simulação, o próximo passo são os testes em pacientes. “O objetivo das medidas preliminares realizadas em laboratório é a viabilização dos testes da sonda, em hospitais, nos procedimentos cirúrgicos”, esclarece o professor.

HISTÓRICO – O câncer de mama é provavelmente o mais temido pelas mulheres, devido à sua alta frequência e, sobretudo, pelos seus efeitos psicológicos, que afetam a percepção da sexualidade e a imagem pessoal. Ele é relativamente raro antes dos 35 anos de idade, mas acima desta faixa etária sua incidência cresce rápida e progressivamente.

Esse tipo de câncer representa, nos países ocidentais, uma das principais causas de morte em mulheres. As estatísticas indicam o aumento de sua frequência tanto nos países desenvolvidos quanto nos países em desenvolvimento. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), nas décadas de 1960 e 1970, registrou-se um aumento de 10 vezes nas taxas de incidência ajustadas por idade nos Registros de Câncer de Base Populacional de diversos continentes.

Reportagem: Sophia Gebrim

Experimento garante a funcionalidade da sonda





Fotos: Divulgação Cefet/PB e Bentonisa

Danilo Ferreira, aluno que integra o grupo de pesquisa, aprende na prática

Pesquisa incorpora microondas em processos industriais

Microondas sai da cozinha e começa a fazer parte do dia-a-dia da indústria

MICROONDAS

É uma onda eletromagnética. O uso desse equipamento para aquecer alimentos foi aplicado pela primeira vez na década de 1940 por um pesquisador da empresa norte-americana Raytheon, especializada em radares. Em 1946, a empresa patenteou o processo e, em 1947, construiu o primeiro forno microondas da história, que pesava 340 kg, tinha quase 1,70 m de altura e produzia uma enorme radiação, quase três vezes mais do que a radiação normal de um forno de microondas moderno.

Docentes e alunos do Cefet/PB inovam na área de pesquisa e estão realizando estudos sobre a utilização do **MICROONDAS** nos processos industriais. Incipientes, essas investigações estão em fase inicial na maior parte do país. Na Paraíba, parcerias entre a escola e empresas locais estão garantindo o desenvolvimento de pesquisas na área industrial e hospitalar.

Um dos estudos que estão sendo realizados é o processo de secagem de **ARGILA**. A pesquisa objetiva otimizar a produção, com economia energética, reduzir os impactos ambientais, melhorar a qualidade final do produto e, conseqüentemente, gerar mais retorno financeiro para as empresas que fabricam o produto.

Forte na economia da Paraíba, o estado é responsável por mais de 90% da produção bruta e beneficiada da argila do tipo **BENTONITA** no Brasil. Para se ter uma idéia da extensão desse mercado, são consumidas no mercado interno quase 300 mil toneladas ao ano, o que corresponde a dois terços do total produzido no país, segundo estimativa do Ministério de Minas e Energia.

De extração simples, esse material pode ser utilizado nos mais diversos fins industriais, como em moldes para fundição, **PELOTIZAÇÃO** de minério de ferro, rejeito de dejetos animais, na indústria química e farmacêutica, clarificantes, tratamento de águas e **EFLUENTES** e em fluidos de perfuração, aplicação de grande interesse na indústria de extração de petróleo.

Augusto Fonsêca, especialista em química inorgânica, professor do curso Técnico de Recursos Naturais do Cefet/PB e um dos responsáveis pela pesquisa, explica que o uso do microondas nos processos de secagem traz benefícios para as empresas e para o meio ambiente. A maioria das empresas usa fornos a gás, elétricos ou a carvão, ou ao ar livre. Processo que, segundo ele, é prejudicial ao meio ambiente e, quando feito a céu aberto, pode contaminar o produto com bactérias, inviabilizando a comercialização para a indústria de cosméticos. “Ao fazer uso do microondas, evita-se a geração do CO₂ e de outros gases nocivos ao meio ambiente, como as **DIOXINAS** e os **FURANOS**”, explica, acrescentando que isso também contribui no combate ao aquecimento do planeta. Outro benefício, segundo ele, é que nesse tipo de secagem remove-se apenas a água, sem alterar a estrutura do produto. Ainda tem a vantagem de possibilitar o controle da umidade final do produto, de acordo com as necessidades de sua utilização, exigência comum na indústria de cosmético.

O leque de descobertas proporcionado pelos testes ainda está em fase de estudo. Augusto Fonsêca informa que também serão monitorados os resíduos gerados nesse processo de secagem, os quais podem ser reaproveitados.

Processo de secagem ao ar livre tem risco de contaminação



Microondas caseiro é usado para pesquisa

ARGILA

Podem receber várias definições, é denominada de barros, rochas e materiais naturais, terrosos, de granulação fina, que geralmente adquirem plasticidade quando umedecidas com água. São formadas essencialmente por silicatos hidratados de alumínio, ferro e magnésio.

BENTONITA

Dentre os diversos tipos de argila, encontram-se as bentonitas, de grande valor econômico e grande interesse industrial. Esse mineral, utilizado em áreas tão distintas quanto a siderurgia e a higiene de animais domésticos, movimenta um mercado de US\$ 300 milhões ao ano no Brasil.

PELOTIZAÇÃO

Processo de aglomeração que, através de um tratamento térmico, converte a fração ultrafina gerada no beneficiamento do minério de ferro em esferas de tamanhos na faixa de 8 a 18 mm, com características apropriadas para alimentação das unidades de redução (Fonte: Wikipédia).

EFLUENTES

São produtos líquidos ou gasosos produzidos por indústrias ou resultante dos esgotos domésticos urbanos que são lançados no meio ambiente. Podem ser tratados ou não (Fonte: Wikipédia).

DIOXINAS E FURANOS

São subprodutos de processos industriais e incineração de resíduos perigosos e hospitalares. São formados, também, em queimadas e na combustão em veículos, especialmente os movidos a diesel.



Pesquisador Augusto Fonsêca desenvolve projetos com uso de microondas em escala industrial

Parceria para desenvolver pesquisa

A utilização do microondas nos processos industriais ainda carece de investigações. Para acelerar os estudos, empresas e instituições de ensino estão fazendo parcerias. Em João Pessoa, a **BENTONISA**, empreendimento que beneficia argila, está financiando a pesquisa realizada pelos docentes e alunos do Cefet/PB. Os testes feitos em laboratório com equipamento caseiro já comprovam a eficiência do processo de secagem. Em função disso, já está sendo fabricado um forno microondas de esteira com maior potência, para ser usado para secagem contínua e em maior escala.

Adriana Almeida Silva, pesquisadora do Centro de Pesquisas e Tecnologia da Bentonisa, avalia que o maquinário trará diversos benefícios, dentre eles a eficiência de processo e a esterilização do produto. “Poderemos garantir mais qualidade, homogeneidade e rapidez durante a secagem, com a vantagem de podermos controlar o processo, sem riscos de contaminação. Além disso, passaremos a utilizar uma tecnologia ecologicamente correta, fato que também agrega valor ao produto final e segue a tendência mundial de qualidade ambiental”, ressalta. Analisando-se a relação custo-benefício, ela acredita que é fundamental investir em pesquisas para que possam ser desenvolvidos novos processos e produtos. “O empreendimento só evolui se houver investimentos em tecnologia, caso contrário, a empresa poderá perder *market share* (fatia de mercado) para concorrentes”, ressalta.

Para Augusto Fonsêca, a parceria gera benefício para ambos, possibilitando a ampliação de conhecimento para o corpo docente e alunos e o aprimoramento dos empreendimentos locais. “Este tipo de associação permite que possamos desenvolver pesquisas e aplicá-las na prática, o que também retorna para a comunidade com a ampliação de postos de trabalho e melhora a qualificação técnica dos profissionais na escola”, pontua. O entusiasmo do professor Augusto Fonsêca é compartilhado por outros docentes. Atualmente, o Cefet conta com um núcleo de pesquisa que está investigando a aplicação do microondas em diversas áreas. Além da secagem industrial, o equipamento está sendo testado na desinfecção do lixo hospitalar.



Adriana Almeida é pesquisadora da empresa

Em outros estados, pesquisadores estão verificando o uso da tecnologia na secagem de madeiras, na aceleração de reações químicas e também para o tratamento de determinados tipos de câncer. “As aplicações são variadas, precisamos investir em pesquisa, pois isso representa desenvolvimento tecnológico para o país”, avalia Augusto Fonsêca.

A integração de alunos na pesquisa é outra vantagem ressaltada pelo professor. Segundo ele, uma das prioridades da escola é formar profissionais qualificados e com capacidade para responder aos desafios demandados pela economia local. “Em qualquer parceria que estabelecemos com as empresas locais, a participação dos estudantes é uma exigência inegociável”, conta.

José Adriano Lins de França é um dos alunos que integra a equipe de pesquisa. Estudante do curso Técnico em **RECURSOS NATURAIS**, ele acredita que a experiência será útil para a sua atuação profissional. “O ramo de novas tecnologias está crescendo. Seria importante se todo aluno pudesse vivenciar a aplicação da teoria que aprendemos em sala de aula na prática. A participação nesse estudo ampliará os meus conhecimentos e as minhas chances de ingressar no **MERCADO DE TRABALHO**”, comemora.

Para Danilo Ferreira, que faz o mesmo curso de Adriano, essa parceria é uma via de mão dupla. “Nós aprendemos e a escola contribuiu com conhecimentos que estimulam o desenvolvimento da economia local”, analisa.

Pelo potencial econômico, alunos e docentes têm motivos de sobra para investir na área. De acordo com o Sindicato dos Mineradores Não-Metálicos (Sindiminerais), a produção de bentonita gera um faturamento anual da ordem de R\$ 60 milhões, correspondendo a uma média de R\$ 3 milhões por ano em impostos para o estado. Além disso, estão empregados hoje, no setor de mineração e beneficiamento, aproximadamente, 500 trabalhadores, com renda média mensal de R\$ 300,00.

Reportagem: Stela Rosa

São consumidas no mercado interno quase 300 mil toneladas de argila do tipo bentonita, ou dois terços do total produzido no país



O estudante José Adriano Lins de França também participa da pesquisa

RIQUEZA NATURAL

A Paraíba é, hoje, o maior berço de argilas bentoníticas, estando suas jazidas localizadas principalmente no município de Boa Vista, distante 60 km da cidade de Campina Grande e 180 km da capital, João Pessoa. As reservas de Boa Vista totalizam cerca de 16 milhões de toneladas de argila e a quantidade de bentonita bruta e beneficiada (bentonita sódica) produzida representa 96% da produção nacional. Os 4% restantes são produzidos no estado de São Paulo.

MERCADO DE TRABALHO

A argila é fonte de renda para o estado da Paraíba, onde hoje estão instaladas nove empresas, entre mineradoras e beneficiadoras, sendo as argilas utilizadas para os mais diversos fins industriais.





Fotos: Divulgação Cefet/MT

O kit didático de desenvolvimento microcontrolado possibilita a realização de montagens práticas

Ensino aliado à tecnologia

Estudantes do Cefet/MT criam kit e desenvolvem práticas na área da microeletrônica

SISTEMAS

A necessidade de diminuir custos e aumentar a produção fez da eletrônica digital, especialmente de sistemas microprocessados, uma ferramenta de grande utilidade para o engenheiro eletrônico. Dispositivos cada vez menores e potentes surgiram, e dentre eles encontram-se os microcontroladores.

Com o avanço da tecnologia e a necessidade de um constante aprimoramento da qualidade e capacidade de produção das empresas, de forma a atender às exigências do mercado, **SISTEMAS** digitais microcontrolados vêm sendo utilizados em larga escala nos processos de produção das indústrias automotivas e de eletroeletrônicos.

Acompanhando essa tendência de mercado e o necessário aprimoramento profissional de seus estudantes, o Centro Federal de Educação Tecnológica do Mato Grosso incluiu, há dois anos, em suas atividades de classe, um kit didático de desenvolvimento microcontrolado que propicia aos alunos dos cursos técnico em Eletrônica e superior de Tecnologia em Automação Industrial o estudo e aplicação prática de sistemas para a automação de tarefas.

“A idéia de elaborar um sistema didático de desenvolvimento microcontrolado surgiu da necessidade de ter um instrumento facilitador de ensino”, explica o professor que idealizou o projeto no ano de 2003, Ghilson Rama-

lho Corrêa. De acordo com Ramalho, o sistema teria que fornecer ao futuro profissional uma base sólida para o desenvolvimento de novas soluções em aplicações industriais, automotivas, médicas, domésticas, ou até mesmo aperfeiçoar as existentes com tecnologia moderna e compacta.

Hoje em dia, a maioria dos **ELETRDOMÉSTICOS** de uma casa reúne em si o princípio dos microcontroladores. O usuário envia ordens ao sistema através de botões e comandos que são transmitidas à parte mecânica que executa a ação. Para o usuário do dia-a-dia, a complexidade das ações que se integram no corpo desse sistema é confortavelmente oculta por uma interface de metais e plásticos. “Mas para o profissional técnico ou tecnólogo que atua no campo da microeletrônica, saber interpretar e interferir em cada uma dessas etapas é essencial ao correto funcionamento e contínuo desenvolvimento desses sistemas”, explica Ramalho.

Segundo Ramalho, o kit didático é resultado de um projeto de pesquisa iniciado em agosto de 2002. Durante o desenvolvimento da pesquisa, o objetivo principal era construir uma plataforma de estudo para aplicações práticas baseadas em microcontroladores, e que pudesse ser efetivamente aplicada ao ensino profissionalizante, demonstrando assim características e vantagens da utilização de microcontroladores em sistemas reais. “Hoje, esta plataforma de desenvolvimento proporciona ao aluno interessado em estudar sistemas de controle conhecimentos correlatos importantíssimos e uma grande fonte de aprendizado”, explica Ramalho. Para o docente, ela também permite a união de diversas áreas do conhecimento tecnológico, colaborando para a formação de profissionais dotados de bases teóricas e práticas em sistemas microcontrolados.

Antes mesmo de ser utilizado em sala de aula, o kit didático participou de uma exposição na primeira feira de ciências Amazon-Tech, realizada em Cuiabá/MT. “Na divulgação do kit, ainda em fase experimental, houve grande interesse por parte de estudantes de escolas técnicas públicas e privadas, hobistas, técnicos e engenheiros ligados à área de sistemas digitais, controle e automação, eletrônica embarcada, aquisição de dados, alarmes e miniaturização de equipamentos”, conta Ramalho.



ELETRDOMÉSTICOS

Os sistemas que empregam microcontroladores têm provocado uma revolução ainda em andamento na vida das pessoas. Seja no trabalho, no lar, na escola ou no lazer, as soluções integradas são encontradas nas mais inesperadas situações do nosso dia-a-dia. Exemplos contemporâneos são os carros mais seguros e confortáveis, eletrodomésticos inovadores e equipamentos portáteis com múltiplas funções.

Exposição do kit didático durante a Amazon-Tech



A idéia de elaborar um sistema didático de desenvolvimento microcontrolado surgiu da necessidade de ter um instrumento facilitador de ensino



**Com o kit didático,
houve uma melhora
significativa na
qualidade da
informação que é
passada aos alunos**

MICROCONTROLADORES

Trata-se de um conjunto de componentes integrados que reúnem todos os circuitos necessários à implementação de diversos sistemas digitais e que podem ser programados com o auxílio de um computador comum.

Facilidade no aprendizado

Na opinião do estudante do curso técnico em Eletrônica, Marcos Antônio Mendes, na elaboração de um projeto digital é quase impossível deixar de utilizar um microcontrolador, principalmente pensando na redução de custo, consumo de energia, tamanho do equipamento, confiabilidade e proteção do software que é gravado internamente. “O kit didático possibilita a realização de montagens práticas de eletrônica e faz despertar ainda mais a nossa curiosidade”.

De acordo com Mendes, o kit proporciona, de forma simples, o funcionamento de dispositivos utilizados nos diversos campos comerciais com extrema perfeição. Sua aplicação vai desde um simples acender de uma lâmpada com tempo programado ao mais complexo dispositivo de visualização de imagens através do display alfanumérico. “As aulas de programação de **MICROCONTROLADORES**, que antes eram interminavelmente cansativas, agora são simples e envolventes”.

Ramalho insere a visão de educador: “Percebíamos que os alunos tinham potencial para aprender mais, mas não tínhamos o elemento principal: uma ferramenta para praticar. Quando incluímos o kit e os estudantes começaram a observar resultados práticos, o interesse e a satisfação pelo trabalho aumentaram, mostrando que esta é uma poderosa ferramenta didática”, argumenta ele.

Hoje, há 25 kits que ficam no laboratório da instituição. A ferramenta didática já beneficiou o aprendizado de cerca de 140 alunos dos cursos técnicos de Eletrônica e Telecomunicações e ainda o tecnológico em Automação Industrial. Bene Jazem Bandeira Nobre foi um dos estudantes que colaboraram na implantação do projeto e que viu as turmas seguintes aprenderem a partir da plataforma. “Com o kit didático, houve uma melhora significativa na qualidade da informação que é passada aos alunos. Hoje, eles têm a oportunidade de utilizar ferramentas avançadas de desenvolvimento e observar imediatamente o resultado do trabalho”.

Agora, o desafio da escola é continuar aprimorando a ferramenta para que ela acompanhe as rápidas mudanças da área de tecnologia. Ramalho exemplifica: “Daqui a dois anos esta ferramenta vai estar obsoleta. Vamos tentar desenvolver versões melhoradas por meio de novas pesquisas e propostas. O conhecimento é fruto de construções permanentes: quanto mais se cria, maior o sentimento de continuar construindo”.

Para o diretor do Cefet/MT, Henrique do Carmo Barros, esta plataforma de desenvolvimento proporciona um salto adiante na qualidade do ensino oferecido pela instituição. “Ela representa apenas o primeiro passo no desenvolvimento de seus alunos e, sem dúvida, irá inspirá-los à busca de novas idéias”. Segundo o diretor, com o apoio necessário, essas idéias poderão ser concretizadas, proporcionando uma constante evolução na qualidade de ensino aos alunos da escola.

Reportagem: Marco Fraga



Fotos: Márcio Jacometti

A trajetória de uma empresa incubada no hotel tecnológico: o caso ForLogic Software

DE BASTIANI, Jeison A.; MARINHO, Diogo A.; JACOMETTI, Márcio

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Campus Cornélio Procopio

Palavras-chave: Empresa Incubada; Programa de Incubação; Acesso a Mercado.

RESUMO

Este artigo apresenta a trajetória da ForLogic Software, uma das empresas incubadas no hotel tecnológico da UTFPR/*Campus Cornélio Procopio*, desde a fase de projeto, iniciada em 2003. Atualmente, a empresa está lutando para se consolidar no mercado e contribuir para modificar o ambiente em que está inserida. Apesar das dificuldades enfrentadas, os empreendedores têm demonstrado comprometimento com seus objetivos e alcançado progressos significativos. O texto descreve a importância do apoio do programa de empreendedorismo e inovação da universidade para que a empresa pudesse

Jeison Arenhart de Bastiani é graduado em Tecnologia em Sistemas de Informação pela UTFPR/*Campus* Cornélio Procópio e sócio-proprietário da ForLogic Software.

Diogo Arenhart Marinho é graduado em Tecnologia em Sistemas de Informação pela UTFPR/*Campus* Cornélio Procópio e sócio-proprietário da ForLogic Software.

Márcio Jacometti é mestre em Administração, linha de pesquisa: gestão da produção e estudos de estratégias para o desenvolvimento local, especialista em gestão da qualidade total e desenvolvimento gerencial, coordenador da incubadora de inovações da UTFPR/*Campus* Cornélio Procópio.

dar seus primeiros passos e entrar no difícil mercado de comercialização de softwares, menciona a conquista de bolsas junto ao CNPq para manter uma equipe de desenvolvedores, apresenta um esboço de seus principais produtos e serviços, bem como os principais clientes referenciais conquistados e as parcerias realizadas. Permanecer e crescer no mercado é um grande desafio e o diferencial que a ForLogic possui é a personalização de suas soluções com foco na qualidade. Desta forma, a empresa pretende atingir suas metas e contribuir para o desenvolvimento tecnológico e social na região de atuação.

Introdução

A ForLogic Software¹ é uma jovem empresa pré-incubada inicialmente no hotel tecnológico da UTFPR, *Campus* de Cornélio Procópio, desde agosto de 2003, quando ainda era um projeto. No início, sua equipe era formada por quatro alunos graduandos do curso superior de Tecnologia em Sistemas de Informação. Constituída legalmente em maio de 2004, atua na área de desenvolvimento de sistemas e atualmente atende instituições financeiras, indústrias e órgãos públicos, desenvolvendo softwares de qualidade, fáceis de usar e seguros. Em 2005, a empresa passou para a fase de incubação e utilizou uma sala cedida pela universidade. A partir de então, a incubadora de inovações foi inaugurada em março de 2008 e a empresa já migrou para este novo *habitat* de inovação. O foco de atuação é a criação de soluções para aumentar a produtividade e reduzir os custos operacionais dos clientes.

O artigo busca apresentar a empresa, seus produtos, clientes, casos de sucesso e as instituições parceiras, sendo dividido da seguinte forma: descrição do suporte oferecido pelas instituições que apóiam a empresa e apresentação das soluções criadas em termos de produtos e serviços. Os casos de sucesso são apresentados na sequência, bem como os depoimentos de alguns clientes referenciais e a visão da empresa em relação a seu futuro na região onde está situada, suas estratégias e seus objetivos sociais.

Apoio e infra-estrutura

Para se iniciar um empreendimento, na maioria das vezes, são necessários investimentos para compra de materiais, pagamento de serviços de terceiros e de colaboradores (funcionários, estagiários, bolsistas, fornecedores etc.). Arrecadar esses recursos financeiros pode ser um problema para uma empresa que está iniciando e ainda não tem um fluxo de caixa estável.

Através da UTFPR, a ForLogic Software e os outros empreendimentos incubados têm apoio técnico e econômico, além de participar de projetos de pesquisa e extensão em parceria com a universidade. Essa interação empresa-universidade oferece uma troca de informações excelente para a disseminação do conhecimento em ambas as partes.

Uma empresa não pode ser criada apenas com boas idéias e força de vontade, o problema da falta de recursos financeiros é comum. Por esse motivo, os apoios citados são fundamentais para que o empreendimento possa crescer. Com a parceria, os profissionais puderam se fixar na empresa e batalhar por ela, sabendo que outras instituições de renome acreditam na idéia.

1. A ForLogic Software é uma empresa que desenvolve softwares que buscam aumentar a produtividade e auxiliar na gestão da qualidade em indústrias de médio e grande porte. Atua também na criação de soluções em softwares sob encomenda. Possui três produtos: MyLogical – Gestão de Calibrações e Instrumentos de Medição; GEDi – Gerenciador Eletrônico de Documentos e Informações e NCTracker – Controle e Acompanhamento de Não-Conformidades.

Mediante projetos submetidos ao hotel tecnológico, foram realizadas viagens a eventos, treinamentos freqüentes, visitas gerenciais, participações em feiras, além da oferta de ambiente de trabalho adequado com acesso gratuito à internet, limpeza, vigilância e energia elétrica.

Vários professores se tornaram colaboradores e orientam a empresa em editais de fomento junto aos órgãos do Governo Federal, como foi o caso do CNPq (2006), quando a ForLogic foi contemplada no Edital RHAE Inovação, em 2005, para empresas do setor de informática. Com isso, a empresa conseguiu oito bolsas por 18 meses para colaboradores que já estão trabalhando no projeto contemplado e aprendendo a desenvolver *software* com qualidade.

O Proem – Programa de Empreendedorismo e Inovação da UTFPR conta, em Cornélio Procópio, com dois ambientes de incubação: o hotel tecnológico (2007) e a incubadora de inovações, buscando incentivar a formação de futuros empreendedores, através de uma infra-estrutura que possibilite a transformação de idéias em negócios, contribuindo para a transferência de conhecimento e tecnologia, além da consolidação do empreendimento.

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná é a primeira assim denominada no Brasil, tendo sido criada em outubro de 2005, com a transformação do Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná (Cefet/PR). Tem uma ampla abrangência, com onze *campi* no estado (UTFPR, 2007). Cada *campus* mantém cursos planejados de acordo com a necessidade da região onde está situado, ofertando cursos técnicos, tecnologias e engenharias, todos reconhecidos pelo Ministério da Educação, sendo a maioria com conceito A, além de cursos de pós-graduação *lato* e *stricto sensu*.

A ForLogic Software está instalada na cidade de Cornélio Procópio/PR, com mesas, cadeiras, computadores e outros equipamentos já adquiridos pela própria empresa. Foi a primeira empresa que realmente incubou no hotel tecnológico. Atualmente, possui um escritório dentro da UTFPR, que reduz custos e aumenta a proximidade com a academia. Além disso, o Proem disponibiliza laboratórios, salas de reunião, entre outros, além de apoiar com consultorias específicas, cursos de gestão empresarial e oferecer suporte para a abertura legal da empresa.

A empresa utiliza tecnologia de ponta no desenvolvimento de sistemas, inovando em seus produtos. Atualmente, estabeleceu um processo de desenvolvimento próprio, utilizando metodologias e tecnologias já consolidadas, porém voltadas para a realidade de equipes de desenvolvimento reduzidas.



Apoio do CNPq

O Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq (2006), através de edital do Programa de Desenvolvimento de Recursos Humanos para Atividades Estratégicas em Apoio à Inovação Tecnológica (RHAIE-Inovação), selecionou um projeto da ForLogic Software para financiamento.

Este projeto propõe uma nova versão de um dos produtos da empresa, o software MyLogiCal. O projeto, que visa desenvolver o software em camadas com interface web e novas funcionalidades, teve início em janeiro de 2006 e está sendo concluído em agosto de 2007. Através do CNPq, foram investidos R\$ 69.926,72 em bolsas para colaboradores atuarem em desenvolvimento de software. Além de desenvolver a nova versão do MyLogiCal, estes investimentos foram utilizados para realizar pesquisas, buscando formas de melhorar o processo de desenvolvimento deste e de outros produtos.

Outro parceiro fundamental é a Associação de Desenvolvimento Tecnológico de Londrina – Adetec, que possibilita o contato com indústrias da região que estejam interessadas no desenvolvimento tecnológico do norte do Paraná. Através da Adetec, foi feita uma parceria com a sociedade Softex, que auxilia empresas de desenvolvimento de software na busca da qualidade e da excelência, criando caminhos para a exportação dos softwares desenvolvidos no Brasil. Este é um caminho que está no planejamento estratégico da empresa, além da busca pela certificação no desenvolvimento de softwares.

Produtos e desenvolvimento sob demanda

A ForLogic Software presta serviços desenvolvendo soluções sob demanda para seus clientes, ou seja, identificando uma necessidade do cliente e desenvolvendo uma solução específica para aquele caso.

Um suporte informatizado permite que a informação seja assimilada sempre da mesma maneira, de modo que qualquer funcionário retome o trabalho sem quebra de continuidade. Afinal, é muito mais fácil acessar o arquivo de um cliente num sistema informatizado do que encontrar referências numa pilha de pastas não padronizadas de um colega num sistema

operacional. Com o advento da internet, a ForLogic Software também desenvolve soluções sob demanda a distância, com todas as entrevistas com usuários, levantamento de requisitos e avaliações feitas a distância (através telefone, videoconferências, Messenger, e-mails e chats).

Os produtos são desenvolvidos com foco no cliente e surgem de necessidades que são compartilhadas por diversas empresas. Alguns dos produtos estão descritos na sequência.



ForLogic
softwares

MyLogiCal – Gestor do processo metrológico

O MyLogiCal é um software gestor do processo metrológico para gerência de instrumentos de medição, padrões e calibrações, desenvolvido para atender a normas internacionais de qualidade, como ISO 9000, QS 9000, ISO 10012 e ISO/IEC 17025 (FORLOGIC, 2007).

O público-alvo do projeto são indústrias que possuam ou pretendam possuir um laboratório metrológico para a aferição/calibração de seus instrumentos de medição ou que possuam um número considerável de instrumentos a serem calibrados e que realizam essas calibrações com laboratórios terceirizados.

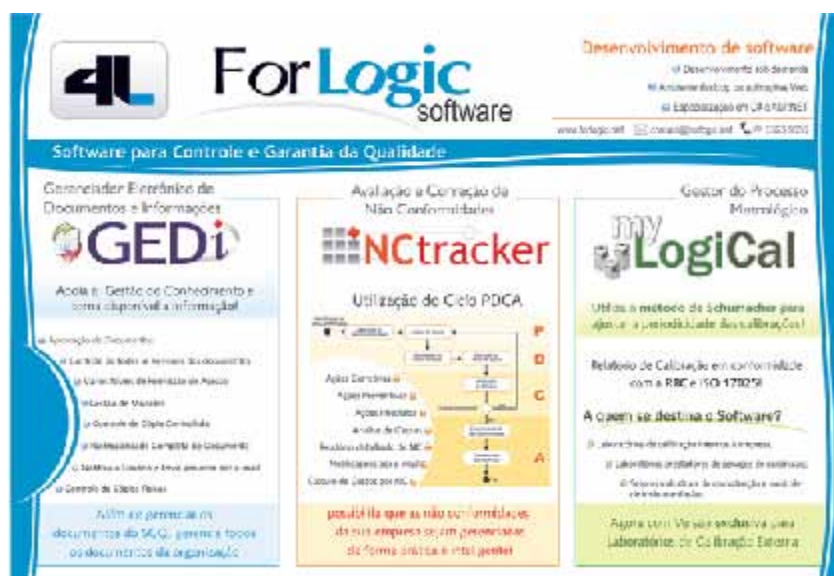
O MyLogiCal integra diversas funcionalidades para uma completa gestão de instrumentos, padrões e calibrações. Essas funcionalidades estão divididas em gerências, o que possibilitou a centralização das operações e funcionalidades com mesmo propósito, tornando a utilização do sistema muito simples. A interface amigável e fácil de ser utilizada foi projetada sob conceitos de ergonomia e usabilidade para reduzir o trabalho e o desgaste de quem utiliza o sistema.

GEDi – Gestor eletrônico de documentos e informações

O GEDi (FORLOGIC, 2007) realiza a gerência eletrônica dos documentos de uma organização. Com ele, todos os documentos de uma empresa podem ser compartilhados entre os funcionários, de forma que um funcionário consegue acessar seus documentos de qualquer computador da empresa, facilitando assim o *back-up* dos arquivos e a disseminação da informação, já que um funcionário pode disponibilizar seus documentos para outras pessoas, se achar conveniente. Documentos como propostas, contratos, relatórios, formulários, entre outros, poderão ser facilmente compartilhados e distribuídos na organização.

NCTracker – Controle e acompanhamento de não conformidades

Atualmente, as empresas estão cada vez mais preocupadas em aumentar a qualidade de seus produtos e se diferenciar no mercado. Isso pode ser conseguido através dos sistemas de gestão, tais como ISO 9000 (gestão da qualidade), ISO 14000 (gestão ambiental), entre outros que exigem o tratamento e acompanhamento das não conformidades identificadas. O NCTracker é um software que tem o objetivo auxiliar de acompanhar as ocorrências e correções de não conformidades (NC) dentro de uma organização. Para isso, se propõe a gerenciar os usuários, ações corretivas, preventivas e demais informações das etapas de correção das NCs.



Casos de sucesso

Cia. Iguaçu de Café Solúvel

A ForLogic implantou o LogiCal na Cia. Iguaçu de Café Solúvel, um dos maiores exportadores de café do Brasil. O aplicativo ajudou a equipe de controle e garantia da qualidade a aumentar sua produtividade e eficiência, otimizando o tempo dos colaboradores envolvidos com as tarefas de calibração dos instrumentos de medição, garantindo a rastreabilidade do processo e oferecendo acesso imediato à informação.

UTFPR

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná é a primeira assim denominada no Brasil. Possui onze *campi* no estado e oferece 41 cursos superiores de tecnologia e engenharias, entre outros. Anualmente, todos os *campi* precisam preencher relatórios sobre a gestão de relações empresariais e comunitárias e enviá-los à Pró-Reitoria da UTFPR. A ForLogic Software desenvolveu uma solução para integrar essa gestão dos *campi*, agilizando e dando maior confiabilidade a este processo. O software instalado controla todos os indicadores de desempenho das gerências de relações empresariais e comunitárias de cada *campus* e facilita a integração das informações.

Sicredi

O Sicredi é uma cooperativa de crédito que atua na região Sul do Brasil. A ForLogic Software proporcionou, no primeiro ano, uma economia de seis vezes o valor investido pelo Sicredi Norte do Paraná (que controla 17 postos), com a implantação de ferramentas de automação de escritório, reduzindo o retrabalho e otimizando o tempo dos funcionários.

Sicoob

O Sicoob também é uma cooperativa de crédito distribuída por vários estados do país. A ForLogic atende a uma regional situada em Londrina que administra três agências e suas soluções poderão ser implantadas em diversas cooperativas do Paraná.

Foi desenvolvida uma solução que funciona como intranet, ligando todos os postos do Sicoob Norte do Paraná. Com isso, a troca de informações ficou muito mais rápida e eficiente, assim como a emissão e o acompanhamento de comunicados e informativos.

Contribuições sociais da empresa

A região de Cornélio Procopio possui poucos investimentos voltados para geração de empregos na área de tecnologia. Também não possui um número adequado de empresas que atuam no setor tecnológico para absorver a mão-de-obra qualificada gerada pela UTFPR.

Muitos egressos da UTFPR envolvem-se em outras atividades não relacionadas ao curso superior realizado ou precisam se deslocar para centros

maiores em busca de emprego. Com a criação de empresas de tecnologia próximas à UTFPR os benefícios são mútuos.

A comunidade se beneficia com a criação de empregos de tecnologia mediante programas de incubação de empresas de base tecnológica na universidade. Assim, surgem os habitats de inovação, dando oportunidades de estágios e empregos para os alunos, troca de informações e geração de produtos e serviços inovadores. A empresa ganha com a mão-de-obra qualificada, além de ter seus custos reduzidos e intercâmbio com as outras empresas no ambiente de incubação.

Visão de futuro

A ForLogic possui uma visão de futuro muito clara. Pretende, juntamente com o Programa de Empreendedorismo¹ e Inovação da UTFPR e entidades parceiras, realizar uma mudança no perfil da região, criando um ambiente propício à inovação e ao desenvolvimento tecnológico.

A empresa sabe do peso desta responsabilidade e da dificuldade na tarefa, porém, tanto sócios como colaboradores já vislumbram uma empresa que desenvolva software no interior e comercialize nos grandes centros. A equipe de desenvolvimento é composta apenas por profissionais da cidade e região. Num futuro breve, os produtos serão comercializados também em Curitiba, São Paulo e assim sucessivamente, em cada capital que demonstrar potencial e onde sejam prospectados novos clientes.

Política de recursos humanos

Para os colaboradores, a ForLogic oferece a oportunidade de crescimento junto com a empresa, pessoal e profissionalmente. No ambiente de trabalho, prevalece o bom relacionamento interpessoal durante a jornada, com intervalos regulares para café e demonstrações de como cada colaborador é importante para o crescimento da empresa.

Os colaboradores recebem treinamentos constantes que enriquecem seus currículos e proporcionam a experiência necessária para atuar no mercado de trabalho. A empresa oferece treinamentos técnicos, humanos e organizacionais, que muitas vezes são ministrados por alguns dos próprios colaboradores. Todos os colaboradores também participam de reuniões periódicas para ficarem cientes dos rumos da empresa e das dificuldades enfrentadas, opinando muitas vezes em decisões estratégicas. Com isso, os colaboradores atuam como intra-empresendedores e não apenas como empregados da empresa, visualizando outros valores que vão além da remuneração. Esta política foi adotada em função dos seguintes problemas:

- dificuldades para contratar colaboradores para período de experiência sem remuneração;
- alta rotatividade de profissionais na área de desenvolvimento de software; e
- manter colaboradores com remuneração compatível para uma empresa *start-up*.

1. A Incubadora de Inovações (IUT) é um projeto iniciado em 2006, em parceria com a Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Ensino Superior do Paraná (SETI-PR) e a Fundação de Apoio à Educação, Pesquisa e Desenvolvimento Científico e Tecnológico da UTFPR (FUNTEF-PR). Trata-se de um *habitat* de empreendimentos de base tecnológica, lotado na Universidade, com o objetivo de apoiar empresas nascentes, tanto da comunidade interna quanto da externa. A Incubadora é um mecanismo de apoio do Programa de Empreendedorismo e Inovação (PROEM) que dá continuidade aos trabalhos desenvolvidos na pré-incubação do Hotel Tecnológico, acolhendo também empresas da região. O diferencial da Incubadora é o de estar localizada dentro de uma entidade promotora e criadora de tecnologia, com infra-estrutura própria, podendo agregar alunos e pesquisadores da UTFPR.



Assim, para resolver esta situação, decidiu-se realizar investimentos no bem-estar e na satisfação dos colaboradores. Reuniões periódicas foram realizadas para esclarecer a situação da empresa (dificuldades financeiras, estratégicas e organizacionais); procurou-se ouvir e adotar sugestões; responsabilidades foram delegadas e buscou-se reconhecer os méritos dos colaboradores. Para tanto, a empresa adotou a realização de dois intervalos para o café e ginástica laboral, criando um momento de lazer dentro da empresa e passou a ofertar capacitação diversificada para os todos os colaboradores.

O trabalho em escritório muitas vezes pode causar lesões por esforço repetitivo, principalmente quando os colaboradores trabalham o dia todo com o computador. A empresa acredita que seu maior patrimônio é o capital humano e, por isso, precisa estabelecer uma prática que evite lesões que ocorrem no ambiente de trabalho, devido ao excesso de utilização do computador. A ginástica laboral, portanto, habitua todos os colaboradores a realizar exercícios de alongamento, procurando exercitar as partes que mais sofrem durante a jornada de trabalho e todos os colaboradores têm a oportunidade de conduzir os exercícios. Esta prática simples e eficaz minimiza os malefícios causados pela utilização contínua do computador.

Como resultado, o ambiente de trabalho tornou-se mais agradável; aumentou a confiança entre as pessoas da equipe e a identificação do colaborador com a empresa; houve redução do desgaste ocorrido pelo trabalho diário e, conseqüentemente, do estresse, aumento da produtividade e da satisfação dos colaboradores no ambiente de trabalho. Com isso, a empresa tem conseguido manter colaboradores que recebem outras propostas de trabalho com salários superiores aos oferecidos, por muito mais tempo, reduzindo a rotatividade.

Considerações finais

A ForLogic Software espera colaborar para mudar o perfil da região, continuar a gerar empregos na área de tecnologia, melhorar a remuneração dos colaboradores gradativamente e contribuir para o desenvolvimento tecnológico juntamente com seus parceiros. Seus produtos e serviços são claros e objetivos, buscando firmar, com isso, uma relação de confiança com os clientes e torná-los, acima de tudo, parceiros. A empresa conta com doze colaboradores e teve um crescimento no faturamento em 2007 de 70%. Os colaboradores da empresa já possuem essa visão de parceria e compartilham o sonho de que num futuro próximo a empresa possa atingir seus objetivos.

REFERÊNCIAS

- CNPq. **Edital MCT/CNPq 03/2006** – RHA-E-Inovação. Brasília, 2006. Disponível em: <http://www.cnpq.br/editais/ct/encerrados.htm>. Acesso em: 26 de setembro de 2006.
- _____. Cornélio Procópio, 2008. Disponível em: <http://www.cp.utfpr.edu.br/noticia.php?noticia=128>. Acesso em: 18 de março de 2008.
- HOTEL TECNOLÓGICO. **Programa de Empreendedorismo e Inovação**. Cornélio Procópio, 2007. Disponível em: <http://www.cp.cetpr.br/empreendedor>. Acesso em: 23 de agosto de 2007.
- FORLOGIC Software. **Empresa**. Cornélio Procópio, 2007. Disponível em: <http://www.forlogic.com.br>. Acesso em: 23 de agosto de 2007.
- UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2007. Disponível em: <http://www.utfpr.edu.br>. Acesso em: 23 de agosto de 2007.



Fotos: Danilo Cavalcante Braz

A metrologia no cotidiano e suas principais funções

BRAZ, Danilo C.; FONTELES, Carlos A. L.; BRANDIM, Ayrton S.

Centro Federal de Educação Tecnológica do Piauí

Palavras-chave: Metrologia; Qualidade; ISO/IEC 17025.

RESUMO

A metrologia, conceituada como ciência das medições, possui um papel de grande destaque em diversos países desenvolvidos devido à sua importância econômica, social e ambiental, sendo um requisito obrigatório para a elaboração de suas políticas industriais. Esta é presente no cotidiano de todos os cidadãos, pois a todo momento é comercializado um determinado produto que foi contado, pesado ou medido. Dessa forma, a metrologia legal participa de todos os níveis e setores da atividade humana, explicitando definições legais, técnicas e administrativas, métodos de medição, instrumentos de medida, materiais de referência. O valor dos experimentos químicos ou de uma medição, sempre dependerá da confiabilidade que possa ser oferecida em seus resultados. O número de laboratórios que estão adotando os princípios de garantia de qualidade (GQ) vem crescendo satisfatoriamente. Dessa maneira, o laboratório re-

Ayrton S. BRANDIM é professor doutor do grupo de pesquisa em materiais e metrologia – G.PMM, Cefet/PI.

Carlos A. L. Fonteles é professor especialista da Universidade Federal do Piauí, do Departamento de Química e do Laboratório de Análises de Combustíveis (Lapetro).

Danilo C. Braz é bolsista de iniciação científica. Grupo de pesquisa em materiais e metrologia – G.PMM, Cefet/PI.



vela aos interessados em seus serviços que possui capacidade para fornecer resultados confiáveis através de equipamentos e condições ambientais adequadas, pessoal competente, métodos validados, entre outros requisitos para uma GQ apropriada. É neste contexto que a confiabilidade adquire um elevado grau de importância, dado o seu enorme potencial para o aumento de produtividade e melhoria de qualidade dos serviços. Assim, a noção de confiabilidade exerce grande influência na percepção e avaliação que os usuários fazem sobre a qualidade destes dados ou até mesmo sobre os laboratórios que realizaram o ensaio.

Introdução

A metrologia e o cotidiano

Com o aumento da tecnologia, a cada dia cresce o ambiente competitivo sempre na busca de uma maior produtividade e qualidade. Assim, indústrias, empresas, entre outros, têm procurado respostas para o crescimento de sua competitividade basicamente em duas “formas de ataque”: na melhoria de seus processos produtivos e no incremento dos seus processos de produção de novos produtos. Dessa forma, a confiabilidade adquire um elevado grau de importância, devido à sua grande influência para o aumento na produtividade e na melhoria da qualidade dos serviços (PUC/Certificação Digital nº 0125205/CA).

A metrologia, conceituada como ciência das medições, possui um papel de grande destaque em diversos países desenvolvidos devido à sua importância econômica, social e ambiental, sendo um requisito obrigatório para a elaboração de suas políticas industriais. Esta é presente no cotidiano de todos os cidadãos, pois a todo o momento é comercializado um determinado produto que foi contado, pesado ou medido de certa forma. Exemplos diários, como um taxímetro que mede a distância percorrida pelo táxi e calcula o valor a ser pago, o hidrômetro que mede quantos m³ de água foi consumido, a necessidade de saber a temperatura do corpo humano por meio de um termômetro clínico, da mesma forma, a pressão arterial que é medida por um aparelho chamado esfigmomanômetro, entre vários outros exemplos (FILHO, 2004).

Dessa forma, as medições fazem parte da vida humana e sua extinção ocasionaria um caos total em toda a população. Sendo assim, é colocado o seguinte questionamento: se as medições são realizadas na maioria dos produtos que a população consome, como saber se elas estão realmente corretas? Como saber se o pacote de açúcar comprado no mercado tem realmente os cinco quilos especificados em sua embalagem? E a balança utilizada nessas pesagens fornece resultados confiáveis? No entanto, para cuidar desses problemas, existe a metrologia legal. Já existem grupos, formados por órgãos do governo, laboratórios e organismos credenciados, que são responsáveis pela criação e execução de normas relacionadas com a utilização das medições (Ibid, 2004). Em todo o mundo, existem organizações nacionais e internacionais que utilizam a metrologia. No Brasil, parte desta, relacionada com as transações comerciais, é regulada pelo Inmetro – Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial. Este tem como objetivo proporcionar às empresas um

crescimento de sua produtividade, utilizando métodos com fins voltados à melhoria da qualidade, promovendo um padrão de vida mais digno para o cidadão brasileiro (INMETRO).

Dessa forma, a metrologia legal participa de todos os níveis e setores da atividade humana, explicitando definições legais, técnicas e administrativas, métodos de medição, instrumentos de medida, materiais de referência. A situação que necessitar de uma confirmação relacionada com a exatidão metrológica e a segurança dos procedimentos utilizados atua com a metrologia legal, promovendo ações preventivas como a aprovação de modelos, verificação inicial e periódica de medidas materializadas e instrumentos de medição, e também ações como a fiscalização e a vigilância pública. Com isso, tem-se uma sociedade mais organizada, evitando a ação de cidadãos que lucram com a falsificação dos produtos que são medidos e comercializados (FILHO, 2004).

O Inmetro participa no controle quantitativo de granéis no comércio interno e externo, pois os erros, durante as pesagens, medições e outros fatores, podem, neste caso, ocasionar prejuízos aos exportadores, empresários e consumidores, isto dependendo dos erros existentes nas mesmas (BALLERINI & MOTA, 2004).

Em relação à legislação metrológica, a atuação do Inmetro tem se baseado em recomendações internacionais adaptadas à situação brasileira com o intuito de criar ligações com o meio internacional, viabilizando um crescente intercâmbio entre os países (Ibid, 2004).

Um breve histórico sobre a metrologia

No início dos tempos, o homem utilizava partes do corpo como um padrão para a realização de suas medições, pois facilitava realizar uma medida que poderia ser feita por qualquer cidadão. Dessa forma surgiram padrões como a polegada, o palmo, o pé, a jarda e o passo. O Antigo Testamento relata que Noé construiu a arca com uma medida chamada côncavo, a qual era padrão somente da região onde habitava, sendo esta equivalente a três palmos, ou em torno de 66 cm. Em geral, essas unidades eram baseadas em medidas do corpo do rei, e toda a população deveria seguir esses padrões (REMPI).

Os egípcios, em torno de 4.000 anos atrás, utilizavam o cúbito, que era simplesmente a distância do cotovelo até o dedo médio. Como estas medições variavam em relação ao tamanho da pessoa, e estavam ocasionando muitos erros de medição, eles começaram a utilizar barras de pedra como padrão, surgindo assim o cúbito padrão. Com o passar dos tempos, essas pedras foram sendo substituídas por peças de madeira, devido à facilidade no transporte, mas como havia uma rápida degradação da madeira, foram marcados nas paredes dos principais templos o comprimento equivalente a um cúbito. Assim, qualquer cidadão poderia conferir seu instrumento e/ou produzir outros, caso precisasse (Ibid).

No século XVII, na França, houve um grande avanço na utilização das medidas. A toesa, unidade de medida linear, equivalente a seis pés-de-rei, em torno de 182,9 cm, foi padronizada em uma barra de ferro que

possuía dois pinos nas extremidades, sendo chumbada na parede externa do *Grand Chatelet*, localizada em Paris. Como o cúbito padrão, os cidadãos poderiam verificar seus materiais. Logo, com o tempo, esse padrão se desgastou e teve que ser refeito (Ibid).

Em 1790, houve a criação de um sistema único de pesos e medidas com o intuito de encontrar uma unidade oriunda da natureza, constituindo um padrão de medidas. A mesma deveria ter suas unidades de acordo com o sistema decimal. Portanto, para a criação desse padrão, foi desenvolvido um projeto para determinar a distância entre Durkerque (França) e Montjuich (Espanha), equivalente a $9,5^\circ$ do meridiano, sendo que a décima milionésima parte dessa medida foi denominada de metro, derivado do latim *metru*, que significa “uma medida” e do termo grego *metron*, que significa “medir”. Esses conceitos, com o avanço da tecnologia, foram modificados como se mostra a seguir (Ibid):

- décima milionésima parte de um quarto de meridiano terrestre;
- distância entre dois extremos da barra de platina depositada nos arquivos da França e apoiada nos pontos de mínima flexão na temperatura de zero grau Celcius;
- distância de dois traços principais marcados na superfície neutra do padrão internacional depositado no BIMP (*Bureau International des Poids et Mesures*), na temperatura de zero grau Celsius, sob pressão atmosférica de 760 mmHg e apoiado sobre seus pontos de mínima pressão;
- distância que a luz percorre em $1/299.792.458$ de segundo.

Sendo assim, em 1975, foi proibida por lei a fabricação de produtos usando medidas antigas e colocando o metro como medida de comprimento, o litro como medida de volume, o grama como medida de massa e o franco como moeda. No Brasil, o metro foi adotado a partir de 26 de julho de 1862, de acordo com a Lei Imperial nº 1.157 (assinada por D. Pedro II), na qual foi estabelecido um prazo de dez anos para a substituição dos padrões antigos pelo metro (Ibid).



Devido à falta de um órgão responsável pela metrologia no Brasil, em 1961, foi criado o Instituto Nacional de Pesos e Medidas (INPM), que mesmo com uma estrutura carente e com recursos limitados, abriu grandes portas para a expansão da metrologia legal no país. Mais adiante, com a Lei nº 5.966, foi criado o Inmetro – Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial, responsável por coordenar todas as atividades relacionadas com a metrologia, a normalização e a certificação da qualidade de produtos e serviços industriais (Ibid).

A confiabilidade de um sistema de medição

Um sistema de medição (SM) sofre a influência de diversos parâmetros, tais como: temperatura do ambiente, umidade, condição e/ou plano de manutenção, calibração etc. Portanto, são inúmeros os fatores que podem ocasionar erros e até o descarte do material que está sendo produzido. Assim, a análise de um sistema de medição – MSA (*Measurement Systems Analysis*) preferencialmente é realizada pelo método estatístico para estudar o seu comportamento, proporcionando uma maior confiabilidade nos seus resultados; logo, é de suma importância o analista saber identificar quais as principais fontes de erros que podem alterar os resultados, fazendo com que este não utilize os recursos de correção para outros fatores ou afirme que não precisa ser corrigido (CANOSSA).

Para tanto, é necessário que as empresas possuam um programa de confiabilidade metrológica que mantenha o nível dos resultados dentro de uma faixa de tolerância aceitável, proporcionando verificações periódicas nos procedimentos, métodos utilizados, equipamentos e uma qualificação continuada para os analistas. Esses métodos têm como objetivos principais (Ibid):

- compreensão do processo de medição e determinação se o mesmo poderá atender a todas as especificações exigidas; e
- estando este confiável, garantir sua confiabilidade.

Mesmo com a implementação dessa qualidade, sempre irão ocorrer erros que invalidarão os resultados de uma determinada medição. Um erro é caracterizado por duas componentes, nomeadamente, uma componente sistemática e uma componente aleatória (EURACHEM). Os erros aleatórios ou indeterminados se manifestam através de pequenas variações nas medidas de uma amostra feitas em sucessão pelo mesmo analista, tomando todas as precauções necessárias efetuadas sob mesmas condições de análise. Esse tipo de erro é produzido por fatores que não podem ser controlados pelo analista, mas geralmente pode ser reduzido aumentando o número de análises (VOGEL, 2002).

Já os erros sistemáticos, também chamados de erros determinados, aparecem a partir de uma falha na execução de um experimento ou em uma falha em um equipamento. Esse tipo de erro é reprodutível se o analista conduzir o experimento várias vezes da mesma maneira, portanto, não pode ser reduzido com o aumento do número de análises, como acontece com o erro aleatório. Em princípio, o erro sistemático pode ser descoberto e corrigido, embora essa não possa ser uma tarefa fácil de ser realizada (HARRIS, 2001).



Assim, quando é obtido um resultado de uma medição, é obrigatório que seja fornecida alguma indicação quantitativa da qualidade desse resultado, para que, assim, esse possa ser avaliado, por exemplo, por um cliente ou também por um órgão certificador. Com a falta dessa indicação, os resultados não podem ser comparados entre si ou com valores atribuídos em normas ou especificações. É, portanto, necessário à existência de um procedimento que possa caracterizar e delimitar o quanto o erro pode alterar o resultado de uma medição, ou seja, para expressar a sua incerteza de medição (Ibid). Sendo assim, a incerteza de medição é conceituada como um parâmetro associado ao resultado de uma medição obtida que caracteriza a dispersão de valores que podem ser fundamentalmente atribuídos ao mensurando (VIM, 1995).

A metrologia química

O valor dos experimentos químicos ou de uma medição sempre dependerá da confiabilidade que possa ser oferecida em seus resultados. O número de laboratórios que estão adotando os princípios de garantia de qualidade (GQ) vem crescendo satisfatoriamente. Dessa maneira, o laboratório revela aos interessados em seus serviços que possui capacidade para fornecer resultados confiáveis através de equipamentos e condições ambientais adequadas, pessoal competente, métodos validados, entre outros requisitos para uma GQ apropriada (BRASIL, 2006).

A GQ tem como uma de suas funções verificar a ocorrência desses erros durante as análises realizadas. Se for colocado um maior esforço durante esses experimentos, os erros tendem a diminuir, mas nunca zerar sua ocorrência. Como a minimização dessas falhas requer maiores recursos, é necessário igualar o nível de confiança dos resultados com um custo aceitável da GQ (Ibid).

É neste contexto que a confiabilidade adquire um elevado grau de importância, dado o seu enorme potencial para o aumento de produtividade e melhoria de qualidade dos serviços.

Quando se trata de um laboratório de ensaio, o conceito de confiabilidade não é diferente. A confiabilidade de uma análise, por exemplo, está associada ao grau de veracidade da resposta dos dados fornecidos, ou seja, é algo obrigatório, óbvio. Assim, a noção de confiabilidade exerce grande influência na percepção e avaliação que os usuários fazem sobre a qualidade desses dados ou até mesmo sobre os laboratórios que realizaram o ensaio (Ibid).

Segundo Cerqueira Neto, citado por Paiva (2001), para a obtenção do conhecimento laboratorial



é necessária a presença de três contribuições (CANOSSA):

- os analistas do laboratório sejam habilitados para executar as medidas;
- o uso de uma metodologia adequada no qual explicita os passos que serão seguidos pelo operador na realização de uma análise;
- os instrumentos utilizados devem ser devidamente calibrados.

Portanto, para um laboratório adquirir a confiança de sua clientela em relação à qualidade de seus serviços, é preciso que o mesmo possua um reconhecimento formal por habilitação. Nesta, um conjunto específico de atividades desenvolvidas pelo laboratório serão avaliadas para garantir que as mesmas atinjam os fins estabelecidos. Essas avaliações incluem exames dos métodos analíticos, documentação da qualidade e sistema da qualidade. Sendo que as análises serão avaliadas de forma que possam verificar se os métodos documentados presentes estão realmente sendo seguidos de maneira correta (BRASIL, 2006).

Para a implementação dessa qualidade, pode-se citar como exemplo a NBR ISO/IEC 17025:2005, que fornece os requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração. Mundialmente conhecida, é utilizada por vários órgãos habilitadores, nacionais e internacionais, como norma base para a habilitação laboratorial (ISO/IEC, 2005).

Dessa maneira, o laboratório que desejar que sua competência seja avaliada por um determinado órgão habilitador, é necessário que seja implementado com sistema de gestão de qualidade seguindo e atendendo aos requisitos da norma NBR ISO/IEC 17025:2005 (FUJIMURA).

Segundo Gontijo (2003), a ISO/IEC 17025 tem como objetivos principais (Ibid):

- firmar um padrão internacional e único com o objetivo de provar a competência dos laboratórios para a realização de ensaios e/ou calibrações, facilitando, dessa forma, a formação de acordos recíprocos entre os organismos nacionais;
- tornar a forma como são interpretados e aplicados os seus requisitos, evitando, assim, opiniões conflitantes entre o pessoal do laboratório durante a adequação da mesma;
- ampliação das atividades formais (escopo) em relação à ISO Guia 25, incluindo amostragem e desenvolvimento de novos métodos;
- estabelecer uma ligação mais estreita e sem obscuridades com a ISO 9001:2000.





Considerações finais

A metrologia, desde o início dos tempos, trouxe grandes benefícios para toda a população mundial. As grandes descobertas científicas foram e continuam sendo formuladas através de procedimentos experimentais, ou seja, de medições. Esta tem grande importância no desenvolvimento tecnológico, pois a qualidade, a segurança e o controle de um determinado processo são adquiridos através de uma operação de medição direta ou indireta. A metrologia está incluída em diversos setores da sociedade, como na medicina, química, mecânica, biologia, educação, alimentos, materiais,

enfim, em qualquer área que utilize medições, garantindo assim uma maior confiabilidade em seus resultados. Portanto, para a obtenção de produtos e serviços de qualidade, é necessário que as empresas, indústrias e laboratórios tenham implementados um programa de confiabilidade metrológica que fornecerá uma maior qualidade e confiabilidade de seus serviços.

REFERÊNCIAS

BALLERINI, S.; MOTTA, A. L. **Aplicando a regulamentação metrológica**. Revista Metrologia e Instrumentação. Editora EPSE, abril e maio de 2004.

Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Guia para qualidade em química analítica**: uma assistência à habilitação. Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Brasília: Ministério da Saúde, 2006.

CANOSSA, S. MSA – **Análise do sistema de medição**. 2000. Disponível em: <http://www.mantenimentomundial.com/sites/mmnew/bib/notas/Medi%C3%A7%C3%A3o.pdf>. Acesso em: 10 de agosto de 2007.

EURACHEM/CITAC. **Guide CG 4**, Quantifying Uncertainty in Analytical Measurement. Second Edition. ISBN 0 948926 15 5.

FILHO, H. R. P. **O ser humano não pára de medir**. Revista Metrologia e Instrumentação. Editora EPSE, junho e julho de 2004.

FUJIMURA, G. I. et alii. **A busca pela excelência laboratorial**: a padronização segundo a NBR ISO 17025.

General requirements for the competence of testing and calibration laboratories. INTERNATIONAL STANDARD ISO/IEC 17025. Second edition, 2005.

GONÇALVES Jr., Armando A. **Metrologia**. Parte I. Laboratório de Metrologia e Automatização o Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina, 2001.

HARRIS, Daniel C. **Análise química quantitativa**. Livro Técnico e Científico Editora, S.A., 5ª edição, 2001.

INMETRO. www.inmetro.gov.br. Acesso em: 15 de agosto de 2007.

NASCIMENTO, A. R. Avaliação do desempenho do método de determinação de TPH (Total Petroleum Hydrocarbon) em areia por detecção no infravermelho. **Dissertação** (mestrado em Metrologia para Qualidade Industrial). Centro Técnico Científico da PUC-Rio, 2003.

Vocabulário Internacional de Termos Fundamentais e Gerais de Metrologia – VIM. Portaria Inmetro nº 29, de 1995.

VOGEL, A. I. **Análise química quantitativa**. Livro Técnico e Científico Editora, S.A., 6ª edição, 2002.



Foto: Divulgação Cefet/PI

Bioinformática estrutural aplicada à farmacogenética

RAMOS, Ricardo M.; BRANDIM, Ayrton S.; de AMORIM, Hermes L. N.

Centro Federal de Educação Tecnológica do Piauí

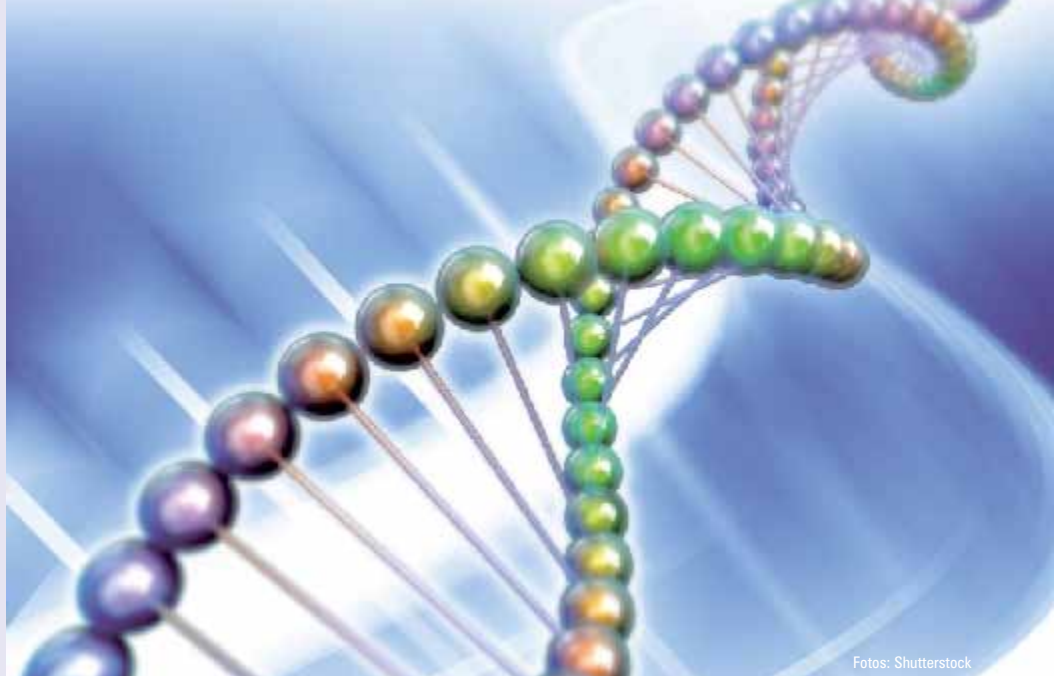
Palavras-chave: Bioinformática; Bioinformática Estrutural; Farmacogenética.

RESUMO

Este trabalho faz um estudo sobre a bioinformática, uma nova e interdisciplinar área do conhecimento científico, enfocando principalmente a bioinformática estrutural. Aspectos atuais como modelagem por homologia e *docking* molecular são discutidos. Além disso, ilustra como os conceitos da bioinformática estrutural podem ser empregados para o estudo e planejamento de fármacos individualizados, campo este que se relaciona com outra área recente da pesquisa científica, a farmacogenética.

Ricardo Ramos é professor de informática do Cefet/PI, doutorando em Genética e Toxicologia Aplicada (Ulbra/RS), mestre em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e bacharel em Ciência da Computação pela Universidade Federal do Piauí (UFPI). Linha de pesquisa: bioinformática, bioinformática estrutural e farmacogenética. Ayrton de Sá Brandim é doutor em Ciências e Engenharia de Materiais pela Universidade Federal de São Carlos, mestre em Engenharia de Materiais pela Universidade Federal de São Carlos, possui licenciatura plena em Mecânica pela Universidade Federal do Piauí (UFPI) e especialização em Prática de Laboratório de controle de Qualidade pelo Cefet de Minas Gerais. Atualmente é professor do Cefet/PI e atua principalmente nos temas: Aços Inoxidáveis Martensíticos, Fadiga Térmica, Microestrutura, Soldagem.

Hermes Luís Neubauer de Amorim é doutor em Biologia Celular e Molecular pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, mestre em Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul e é graduado em Química pela Universidade Luterana do Brasil. Atualmente é conselheiro suplente do Conselho Regional de Química 5ª Região (CRQ-V) e professor adjunto do Curso de Química da Universidade Luterana do Brasil (ULBRA). Tem experiência na área de Química, com ênfase em Modelagem Molecular e Bioinformática, atuando principalmente nos temas: bioinformática, dinâmica molecular, relações estrutura-função de macromoléculas biológicas e planejamento racional de agentes terapêuticos.



Fotos: Shutterstock

Introdução

A bioinformática começou a ser utilizada bem antes dos grandes projetos genoma e das tecnologias que a tornaram uma área tão importante atualmente. A partir da década de 1980, com o aprimoramento das técnicas de seqüenciamento e de novas tecnologias, o termo bioinformática foi lançado como uma nova área do conhecimento científico, representando a interação da biologia com a informática. Esta nova área passou a fazer parte de muitos projetos nas áreas de saúde e biociências, como forma de organizar, armazenar e analisar grandes quantidades de dados, apresentando resultados dessas análises em interfaces acessíveis via *web*, tornando a pesquisa mais interativa e dinâmica. Uma definição mais ampla da bioinformática seria a aplicação de ferramentas de computação para análise, captura e interpretação de dados biológicos. É uma área interdisciplinar envolvendo conceitos da computação, matemática, biologia, química, física e medicina (BAYAT, 2002).

O estudo de proteínas em bioinformática utiliza-se, por exemplo, de anotações de seqüências de proteínas (estrutura primária) disponíveis em bancos de dados, para obtenção de informações importantes acerca da evolução e função dessas biomacromoléculas (BAXTER & FETROW, 2001; BORK & KOONIN, 1998; BURKHARDT et alii, 2006).

Um dos grandes desafios da bioinformática surgiu a partir da era pós-genômica, na qual a proteômica (área envolvida no estudo do conjunto de proteínas presentes numa célula) emergiu como uma área de fundamental importância para o estudo dos processos biológicos. Em decorrência dos avanços obtidos pela proteômica, as relações estrutura-função de proteínas estão sendo cada vez melhor entendidas. Isso decorre principalmente do rápido aumento no número de estruturas tridimensionais (3D) de macromoléculas biológicas (e.g. proteínas, oligonucleotídeos, fragmentos de DNA e RNA) disponíveis em bancos de dados de acesso livre como o PDB (*Protein Data Bank*) (BERMAN et alii, 2000). Por sua vez, as particularidades envolvidas na análise estrutural das macromoléculas biológicas levou à criação de uma sub-disciplina da bioinformática: a bioinformática estrutural (BIE) (CHOU, 2004).

Bioinformática estrutural

A bioinformática estrutural é formada pela intersecção de três grandes áreas: bioinformática, modelagem molecular e biologia molecular estrutural. Embora métodos tradicionais de anotação funcional trabalhem somente com as seqüências protéicas, sabe-se que é a estrutura tridimensional de uma proteína, não simplesmente a sua seqüência, que determina a sua atividade. Quando a proteína se enovela, os resíduos importantes são orientados em suas corretas posições para a formação das regiões funcionais. Essas regiões funcionais são, na sua maioria, interfaces para ligação da proteína a moléculas. É bastante comum que proteínas de uma mesma família apresentem estrutura tridimensional conservada (semelhantes na forma), mesmo apresentando baixa similaridade de seqüência. De fato, está bem estabelecido que as proteínas são mais parecidas na estrutura do que na seqüência. Nesse sentido, sabe-se que mais importante do que a porcentagem total de identidade entre duas seqüências, é a identidade dos resíduos chaves, responsáveis pela função. Assim, assumindo que a estrutura conservou a orientação tridimensional relativa desses resíduos, as proteínas possuirão a mesma função.

A estrutura 3D de uma proteína pode ser obtida por métodos experimentais (e.g. cristalografia de raios-X e ressonância magnética nuclear - RMN) (NORWELL & MACHALEK, 2000; TERWILLIGER, 2000) ou computacionais como, por exemplo, modelagem por homologia (D'ALFONSO et alii, 2001) e métodos *ab initio* (ORTIZ et alii, 1998).

Para se obter a estrutura 3D de uma proteína por métodos experimentais é necessário que, além do emprego de um método adequado de determinação estrutural, a macromolécula tenha sido previamente isolada, identificada e seqüenciada. Como consequência, os requisitos necessários para que a estrutura de uma proteína seja determinada experimentalmente implicam um elevado custo econômico e de tempo. Ainda, em alguns casos, a obtenção da estrutura 3D de uma proteína é inacessível a partir das metodologias conhecidas.

Por outro lado, os métodos computacionais caracterizam-se pela rapidez e baixo custo na aquisição de estruturas de proteínas (XIANG, 2006; TAKEDA-SHITAKA et alii, 2004). Neste aspecto, a bioinformática estrutural tem sido cada vez mais empregada na predição de modelos 3D de proteínas por modelagem por homologia, metodologia pela qual o vasto e complexo conjunto de dados de cristalografia de raios-X e RMN é empregado (BURLEY et alii, 1999).

Com a informação da estrutura, torna-se mais fácil e confiável atribuir a função de uma proteína desconhecida (WATSON et alii, 2007). Além disso, quando a proteína representa um alvo farmacológico, o conhecimento da estrutura 3D pode ser empregado no planejamento de agentes terapêuticos mais seletivos e eficientes (PANG, 2003; LUNDSTROM, 2006). As etapas para utilização desse método incluem:

- a) identificação do molde (*template*) para modelagem da proteína-alvo;
- b) alinhamento da seqüência-alvo com a seqüência molde;
- c) construção do esqueleto carbônico do modelo;
- d) construção de regiões de alças (*loops*) não conservadas;



- e) ajuste do esqueleto carbônico;
- f) adição de cadeias laterais;
- g) refinamento do modelo, que consiste principalmente em ajustar a molécula, para que assuma menor estado de energia livre (minimização de energia), utilizando programas como CHARMM, AMBER ou GROMACS (FIGUEIREDO et alii, 1997; FIGUEIREDO, 1998a).

Farmacogenética

A farmacogenética consiste no estudo das variações interindividuais na seqüência de DNA, relacionadas com a resposta a fármacos, eficácia e segurança dos mesmos (HUGHES, 1999). A farmacogenética surgiu em virtude da constatação da existência de respostas diferenciais a uma mesma droga ministrada em doses equivalentes, e de que alguns desses desvios apresentavam padrão de herança mendeliana simples (HENRIQUES, 2003). Nesse sentido, sabe-se que fatores genéticos dão origem a populações com grandes diferenças nos níveis das enzimas biotransformadoras e, conseqüentemente, distintas habilidades de metabolizar xenobióticos específicos (HENRIQUES, 2003).

Dentro do conceito de gene molecular que domina os fundamentos da genética atual, os polimorfismos genéticos são diferenças de ocorrência natural e muitos deles não causam efeito algum, porém, alguns afetam a expressão e função de proteínas, resultando em fenótipos susceptíveis a doenças e com respostas diferenciadas aos fármacos (WALKER & RAPLEY, 1999). O genoma dos indivíduos tem 99,9% de similaridade, diferindo apenas em 0,1%, que corresponde a três milhões de polimorfismos, chamados de polimorfismos de único nucleotídeo (SNP – *single nucleotide polymorphism*). Dentre os polimorfismos no genoma, os SNPs correspondem a aproximadamente 90% das variações interindividuais, algumas das quais podem estar relacionadas com respostas diferenciadas aos fármacos (YAGIL & YAGIL, 2002).

A ocorrência de SNPs no genoma humano é de aproximadamente um SNP para cada 800 pares de bases, ocorrendo na forma de substituição, deleção ou inserção de uma base nitrogenada no DNA. Quando o polimorfismo ocorre em uma região codificante do gene, pode afetar a seqüência de aminoácidos da proteína e alterar a função da mesma. Assim, fica claro que uma variação na seqüência das bases nitrogenadas pode afetar tanto a estrutura da proteína como suas propriedades físico-químicas ou, em alguns casos, alterar a síntese da proteína envolvida no metabolismo do fármaco ou especificamente o próprio alvo do fármaco, resultando em variação interindividual na resposta ao tratamento (TROTTA et alii, 2004).

A grande variabilidade interindividual na resposta a fármacos é geralmente associada com mutações freqüentes no citocromo P450 e glucoronil-transferases (PHILIPS et alii, 2001). Estudos têm demonstrado que certos efeitos adversos severos provocados por fármacos, que podem levar inclusive à morte, estão diretamente relacionados com determinados polimorfismos em genes do citocromo P450 (PHILIPS et alii, 2001). Tal observação é indicativa que o conhecimento sobre as mutações em determinados genes representa parte importante de qualquer estratégia que vise reduzir a incidência de efeitos adversos de certos fármacos (SADÉE & DAI, 2005).



Integração da bioinformática estrutural com a farmacogenética

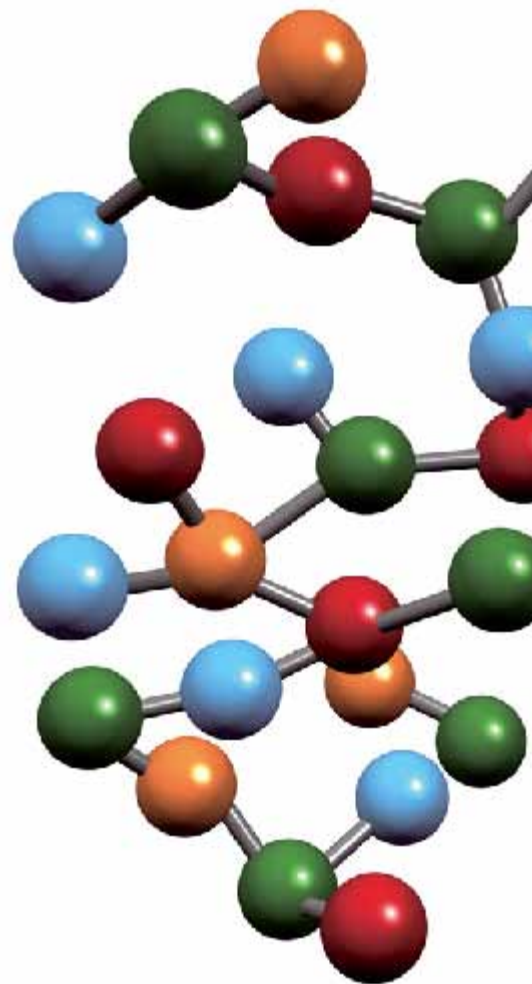
A farmacologia sempre teve um forte componente estrutural, isso devido à estrutura tridimensional de fármacos ser crítica para o entendimento de mecanismos de ação e para o projeto de desenvolvimento de fármacos (EKINS & JONES, 2001). Nesse sentido, o número crescente de estruturas 3D disponíveis nos bancos de dados estruturais tem sido empregado para análise ou criação de modelos de interação entre diferentes proteínas e seus substratos, ligantes ou inibidores, cujo principal objetivo é aquisição de informações que contribuam para o planejamento de fármacos mais eficientes e menos tóxicos. Dados obtidos em setembro de 2007 na página do PDB (principal repositório de estrutura de macromoléculas biológicas) mostram que este banco de dados possui mais de 45.500 estruturas, sendo que os avanços tecnológicos e a emergência na determinação de estruturas promete manter uma rápida taxa na aquisição desses dados (BLUNDELL & MIZUGUCHI, 2000).

Os tipos de análise estrutural que estão se tornando importantes incluem os seguintes métodos:

1. Métodos para *docking* de pequenas moléculas (ligantes) em alvos de proteínas para prever a afinidade. O processo de *docking* envolve o uso de algoritmos capazes de posicionar e orientar pequenas moléculas (levando em consideração ou não a flexibilidade do ligante) em um sítio de ligação (KITCHEN et alii, 2004). Além disso, muitos desses algoritmos são capazes de estimar com boa aproximação a energia livre de um complexo proteína-ligante. Na fase de posicionamento podem ser empregados cálculos de energia simples (levando em conta as contribuições eletrostáticas e de van der Waals), ou procedimentos mais elaborados que considerem outras propriedades, tais como a entropia (KITCHEN et alii, 2004).

Assim é possível estudar e classificar uma série de ligantes relacionados em termos de sua afinidade ou estimar a energia livre de ligação (FOSTER, 2002). Devido ao crescimento do número de estruturas de macromoléculas biológicas disponíveis, os experimentos de *docking* estão ganhando cada vez mais importância no planejamento racional de fármacos. Esse interesse pode ser em parte atribuído à possibilidade do emprego de métodos de *screening* virtual, no qual bancos de dados de ligantes são usados na busca automatizada por novas moléculas bioativas e para identificação de novos alvos terapêuticos (SILVEIRA, 2005).

2. Métodos de modelagem por homologia com o objetivo de construir modelos 3D de proteínas cujas estruturas não foram resolvidas experimentalmente. Uma variedade de programas desenvolvidos e testados oferecem boas opções para construção de modelos 3D de proteínas globulares que possuem 30% ou mais de identidade de sequência com uma estrutura conhecida (SANCHEZ & SALI, 2000). Nestas aplicações, a posição e o possível significado funcional de SNPs não-sinônimos (tipo de SNP no qual a mutação no gene leva a uma substituição de um aminoácido no produto gênico) em partes codificantes de proteínas podem ser avaliados (SUNYAEV, 2001). Estudos recentes estimam que 30% dos SNPs não-sinônimos podem estar associados com mudanças significativas na função das proteínas (CHAS-





MAN & ADAMS, 2001). Há também algumas indicações que mesmo SNPs sinônimos (não há alteração de aminoácidos) podem mudar a estabilidade do RNA e afetar o nível de atividade para algumas proteínas.

3. Métodos para predição de interações proteína-proteína. É certo que muitas proteínas têm parceiros com quem elas interagem como ativadores, inibidores ou, de outra maneira, como modificadores. Progressos alcançados no desenvolvimento de algoritmos de *docking* molecular proteína-proteína (CLAUSSEN et alii, 2001; STERNBERG et alii, 1998) permitem aos pesquisadores combinar propriedades geométricas e energéticas com a finalidade de compreender como a superfície de duas proteínas pode interagir.

Considerações finais

O número de seqüências e estruturas 3D de macromoléculas biológicas armazenadas nos bancos de dados públicos tem aumentado substancialmente, dando subsídios para a análise destes através da bioinformática. Por exemplo, a partir do conhecimento adquirido sobre o sistema de enzimas do citocromo P450, o qual relaciona o papel central deste nas interações entre medicamentos, estão sendo identificados os fatores envolvidos nas diferenças interindividuais na resposta aos fármacos: a associação com polimorfismos genéticos, sinalizando a relevância de uma base genética para as interações entre fármacos. Nesse sentido, o conhecimento das estruturas tridimensionais das isoformas do citocromo P450 e de seus complexos com fármacos e metabólitos vem se constituindo fundamental. Em vista destas observações, pode-se afirmar que a bioinformática estrutural surge e se consolida como uma área vital para o melhor entendimento das bases moleculares do reconhecimento dos fármacos por enzimas específicas, o que, por seu turno, representa uma importante contribuição para o desenvolvimento de fármacos individualizados (farmacogenética), mais eficientes e menos tóxicos.

REFERÊNCIAS

- BAXTER S. M., FETROW J. S. Sequence and structure-based protein function prediction from genomic information. **Curr Opin Drug Discov Devel**, vol. 4(3), p. 291-5, 2001.
- BAYAT, A. Science, medicine, and the future: Bioinformatics. **BMJ**, vol. 324, p. 1018-1022, 2002.
- BERMAN, H. M., WESTBROOK, J., FENG, G., GILLILAND, G., BHAT, T. N., WEISSIG, H., SHINDYALOV, I. N. & BOURNE, P. E. The Protein Data Bank. **Nucleic Acids Res**, vol. 28, p. 235-242, 2000.
- BLUNDELL, T. L., MIZUGUCHI, K. Structural genomics: an overview. **Prog. Biophys. Mol. Bio**, vol. 73, p. 289-95, 2000.
- BORK, P., KOONIN, E. V. Predicting functions from protein sequences--where are the bottle-necks?. **Nat Genet**, vol. 18 (4), p. 313-8, 1998.
- BURKHARDT, K., SCHNEIDER, B., ORY, J. A biocurator perspective: annotation at the Research Collaboratory for Structural Bioinformatics Protein Data Bank. **PLoS Comput Biol**, vol. 2 (10), p. 1186-1189, 2006.
- BURLEY, S. K., ALMO, S. C., BONANNO, J. B., CARPEL, M., CHANCE, M. R. L., GAAS-TERLAND, T., LIN, D., SALI, A., STUDIER, F.W. & SWAMINATHAN, S. Structural genomics: beyond the human genome project. **Nat. Genet**, vol. 23, p. 151-157, 1999.
- CHASMAN, D., ADAMS, R. M. Predicting the functional consequences of nonsynonymous single nucleotide polymorphisms: structure-based assessment of amino acid variation. **J. Mol. Biol.**, vol. 307, p. 683-706, 2001.
- CHOU, K. C. Structural bioinformatics and its impact to biomedical science. **Curr Med Chem**, vol. 11(16), p. 2105-2134, 2004.

CLAUSSEN, H., BUNING, C., RAEREY, M., LENGAUER, T. FlexE: efficient molecular docking considering protein structure variations. **J. Mol. Biol.**, vol. 308, p. 377-95, 2001.

D'ALFONSO, G.; TRAMONTANO, A.; LAHM, A. Structural Conservation in Single-Domain Proteins: Implications for Homology Modeling. **J. Struct. Bio.**, vol. 134, p. 246-256, 2001.

EKINS, S., DE GROOT, M. J., JONES, J. P. Pharmacophore and three-dimensional quantitative structure activity relationship methods for modeling cytochrome P450 active sites. **Drug Metab. Dispos.**, vol. 29, p. 936-44, 2001.

FIGUEIREDO, J. E. F.; CASCARDO, J. M.; CAROLINO, S. M. B.; FONTES, E. P. B. Waterstress regulation and molecular analysis of the soybean BiP gene family. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Piracicaba, vol. 9, nº 2, p. 103-110, 1997.

FIGUEIREDO, J. E. F. BiP-storage protein interactions and isolation of BiP cDNA and BiP genomic clones from soybean [Glycine max (L.) Merrill]. **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, vol. 21, p. 579-580, 1998a.

FOSTER, M. J. Molecular modelling in structural biology. **Micron**, vol. 33, p. 365-384, 2002.

HENRIQUES, J. A. P. **Genética toxicológica**. 1ª ed. Porto Alegre: Alcance, 2003. Cap. Metabolismo de Xenobióticos: Citocromo P-450, p. 225-247.

HUGHES, J. E. Genomic technologies in drug discovery and development. **Drug discovery today**, vol. 4 (1), p. 6, 1999.

KITCHEN, D. B., DECORNEZ, H., FURR, J., BAJORATH, J., Docking and Scoring In Virtual Screening for Drug Discovery: Methods and Applications. **Drug discovery**, vol. 3, p. 935-949, 2004.

LUNDSTROM, K. Structural genomics: the ultimate approach for rational drug design. **Mol Biotechnol**, vol. 34 (2), p. 205-12, 2006.

NORWELL, J. C.; MACHALEK, A. Z. Structural genomics programs at the US National Institute of General Medical Sciences. **Nat. Struct. Biol.**, vol. 7, p. 931, 2000.

ORTIZ, A. R.; KOLINSKI, A.; SKOLNICK, J. Fold assembly of small proteins using Monte Carlo simulations driven by restraints derived from multiple sequence alignments. **J. Mol. Biol.**, vol. 277, p. 419-448, 1998.

PANG, T. Impact of pharmacogenomics on neglected diseases of the developing world. **Am J Pharmacogenomics**, vol. 3 (6), p. 393-8, 2003.

PHILIPS, K. A., VEENSTRA, D. L., OREN, E., LEE, J. K. and SADEE, W. Potential role of pharmacogenomics in reducing adverse drug reactions: a systematic review. **JAMA**, vol. 286, p. 2270-2279, 2001.

SANCHEZ, R., SALI, A. Comparative protein structure modeling. Introduction and practical examples with modeller. **Methods Mol. Biol.**, vol. 143, p. 97-129, 2000.

SILVEIRA, N. J. F. Bioinformática Estrutural Aplicada ao Estudo de Proteínas Alvo do Genoma do *Mycobacterium tuberculosis*. São José do Rio Preto, 2005. 117 p. Tese (Doutorado em Biofísica Molecular) – Universidade Estadual Paulista.

STERNBERG, M. J., ALOY, P., GABB, H. A., JACKSON, R. M., MOONT, G. et alii. A computational system for modelling flexible protein-protein and protein-DNA docking. **Proc. Int. Conf. Intell. Syst. Mol. Biol.**, vol. 6, p. 183-92, 1998.

SUNYAEV, S., LATHE, W., BORK, P. Integration of genome data and protein structures: prediction of protein folds, protein interactions and "molecular phenotypes" of single nucleotide polymorphisms. **Curr. Opin. Struct. Biol.**, vol. 11, p. 125-30, 2001.

TAKEDA-SHITAKA, M., TAKAYA, D., CHIBA, C., TANAKA, H., UMEYAMA, H. Protein structure prediction in structure based drug design. **Curr Med Chem**, vol. 11 (5), p. 551-8, 2004.

TERWILLIGER, T.C. Structural genomics in North America. **Nat. Struct. Biol.**, vol. 7, p. 935-939, 2000.

TROTTA, R.; DONATI, M. B.; IACOVIELLO, L. Trends in pharmacogenomics of drug acting on hypertension. **Pharmacological research**, vol. 49 (4), p. 351-356, 2004.

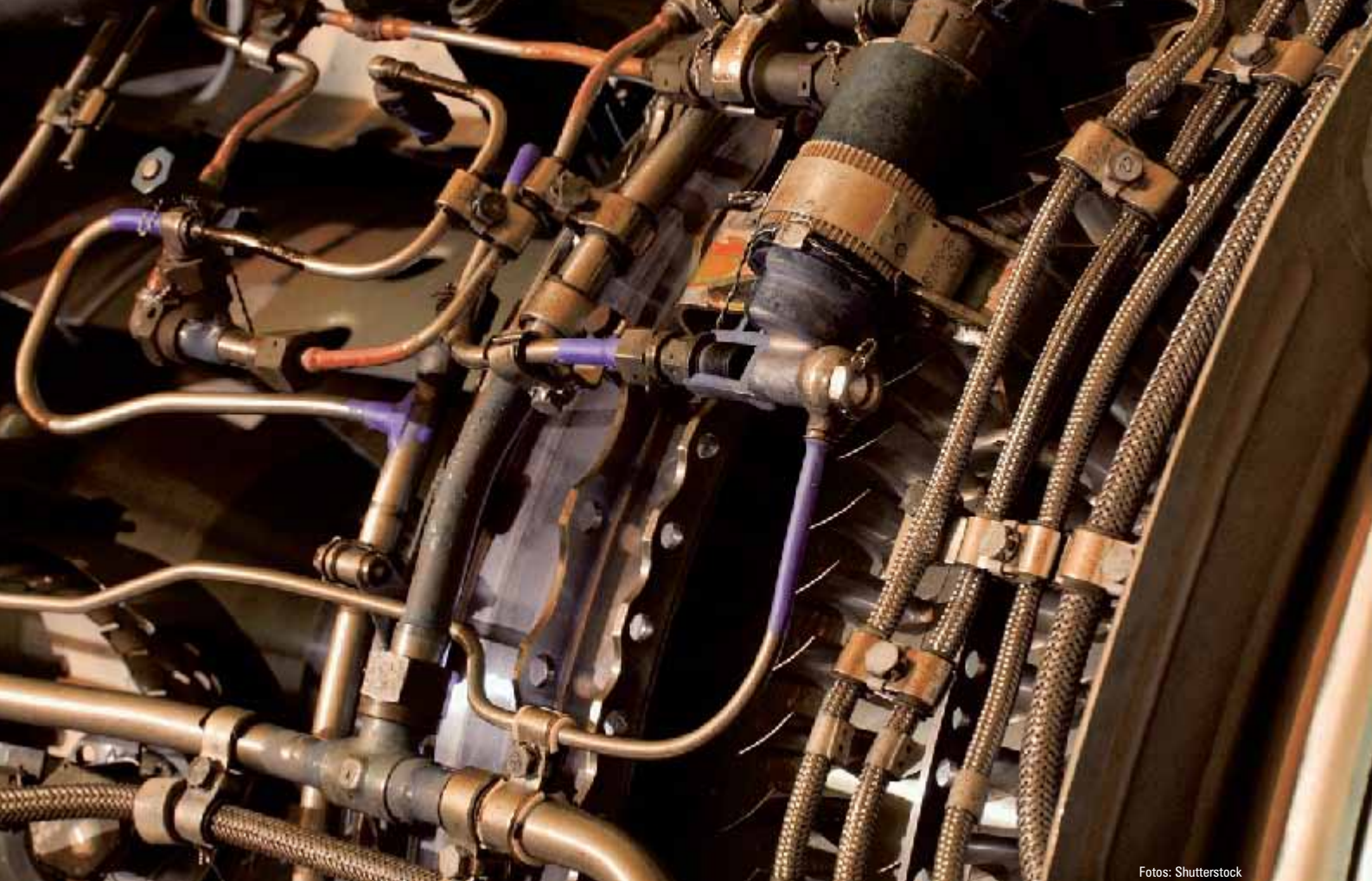
WALKER, M. R.; RAPLEY, R. **Guia de rotas na tecnologia do gene**. Atheneu, São Paulo, Brasil, 334 p., 1999.

WATSON, J. D., SANDERSON, S., EZERSKY, A., SAVCHENKO, A., EDWARDS, A., ORENGO, C., JOACHIMIAK, A., LASKOWSKI, R. A., THORNTON, J. M. Towards Fully Automated Structure-based Function Prediction in Structural Genomics: A Case Study, **J Mol Bio**, vol. 367 (5), p. 1511-22, 2007.

XIANG, Z. Advances in homology protein structure modeling. **Curr Protein Pept Sci**, vol. 7 (3), p. 217-27, 2006.

YAGIL, Y.; YAGIL, C. Insights into pharmacogenomics and its impact upon immunosuppressive therapy. **Transplant immunology**, vol. 9 (2-4), p. 203-209, 2002.





Fotos: Shutterstock

Classificação de falhas em máquinas rotativas utilizando redes neurais artificiais

SANTIAGO, Darley F. de A.; BRITO, Jorge N.; PEDERIVA, Robson

Centro Federal de Educação Tecnológica do Piauí

Unidade Descentralizada de Floriano

Palavras-chave: Diagnóstico de Falhas; Máquinas Rotativas; Redes Neurais.

RESUMO

Atualmente, técnicas de análise de vibrações sofisticadas estão sendo disponibilizadas para serem utilizadas no monitoramento e classificação de falhas em máquinas rotativas complexas. Dentre elas, podemos citar as técnicas de inteligência artificial como redes neurais, lógica fuzzy, sistemas especialistas etc. As redes neurais são ferramentas que têm despertado grande interesse de pesquisadores nos últimos anos. Elas possibilitam o monitoramento *on-line* da manutenção preditiva visando à minimização do tempo entre o recebimento das informações e o diagnóstico do problema. Neste

trabalho, mostra-se a viabilidade e eficiência da aplicação de redes neurais na classificação de falhas numa máquina rotativa. São introduzidas na bancada de testes (eixo-rotor-mancais) as seguintes falhas: defeito elétrico, folga mecânica na base de fixação, desbalanceamento + folga mecânica e desbalanceamento. Várias arquiteturas de redes neurais implementadas com o *software Matlab* foram treinadas visando à obtenção de uma arquitetura eficiente no diagnóstico das quatro falhas introduzidas na bancada de testes. Resultados mostram que as redes neurais artificiais podem ser usadas na classificação de falhas introduzidas numa bancada de testes de forma bastante eficiente.

Introdução

A manutenção preditiva é uma ciência que usa vários tipos de dados para determinar a condição da máquina e prever uma falha antes que ela ocorra. Os benefícios da manutenção preditiva, em geral, são reduzir o tempo de parada das máquinas, evitar panes, diminuir os custos de manutenção e aumentar a segurança e a confiabilidade dos componentes. Este componente pode ser pequeno como um transistor ou pode ser grande como uma usina hidroelétrica (LIN & WANG, 1996) e (BAILLIE & MATHEW, 1996). Atualmente, com a sofisticação dos sistemas das máquinas, a manutenção preditiva tem se tornado uma ferramenta viável para o monitoramento e diagnóstico de falhas. Por muitos anos, a análise de vibrações tem sido largamente aceita como sendo o método mais confiável de diagnóstico de falhas em máquinas rotativas. Os sinais de vibrações são usados para o monitoramento da condição de máquinas rotativas, diagnóstico de falhas e estimativa de severidade.

A detecção e diagnóstico de falhas são geralmente divididos em três estágios (AMAND et alii, 2001):

- Detecção – Ocorreu uma falha?
- Identificação – Onde a falha ocorreu?
- Diagnóstico – Por que a falha ocorreu?

A importância da detecção e diagnóstico de falhas em máquinas rotativas cresceu consideravelmente devido ao aumento da sua complexidade e altos custos associados à falha e ao tempo de parada. Normalmente, o reconhecimento de falhas requer uma análise detalhada dos sinais das máquinas para identificar padrões de falhas específicas. Tradicionalmente isso é realizado através de inspeção visual e por pessoas experientes em análise espectral ou através de métodos de processamento de sinais. Entretanto, esses métodos são geralmente caros e ineficientes em alguns casos. As redes neurais são uma das ferramentas que têm despertado grande interesse de pesquisadores nos últimos anos, por ser uma ferramenta que possibilita o monitoramento *on-line* da manutenção preditiva visando à minimização do tempo entre o recebimento das informações e o diagnóstico do problema. Inúmeras aplicações utilizando redes neurais no diagnóstico de falhas mecânicas podem ser encontradas nas seguintes referências: Wu et alii (1992); Alguindigue et alii (1993); Chow et alii (1993); Liu et alii (1996); Zang & Imregun (2001); Brito (2002) e Santiago (2004).

Darley Fiácrio de Arruda Santiago é doutor em engenharia mecânica. Atualmente é professor do Centro Federal de Educação Tecnológica do Piauí/Uned – Floriano. Tem experiência na área de engenharia mecânica, com ênfase em projetos mecânicos, atuando principalmente nos seguintes temas: diagnóstico de falhas de máquinas rotativas e manutenção preditiva.

Jorge Nei Brito é doutor em engenharia mecânica. Atualmente é professor do Departamento de Mecânica da Universidade Federal de São João del Rei (UFSJ). Atua nas áreas de detecção de falhas em máquinas rotativas através de técnicas preditivas e inteligência artificial e desenvolvimento de *softwares* didáticos.

Robson Pederiva é doutor em engenharia mecânica. Atualmente é professor do Departamento de Engenharia Mecânica da Unicamp. Tem experiência na área de mecânica dos sólidos e projeto mecânico, atuando principalmente nos seguintes temas: vibrações de máquinas e estruturas, monitoramento e detecção de falhas em máquinas, modelagem de sistemas mecânicos.





Neste trabalho, mostra-se a viabilidade e eficiência da aplicação de redes neurais na classificação de falhas introduzidas numa máquina rotativa. Utilizaram-se, para realização deste trabalho, uma bancada de testes do Laboratório de Vibrações da Unicamp/FEM/DPM e um Analisador de Sinais da CSI (Ultraspec 2000). Foram introduzidas na bancada de testes (eixo-rotor-mancas) as seguintes falhas: defeito elétrico; folga mecânica na base de fixação; desbalanceamento + folga mecânica e desbalanceamento. Várias arquiteturas de redes neurais implementadas com o *software Matlab* foram treinadas visando à obtenção de uma arquitetura bastante eficiente para o diagnóstico das quatro falhas introduzidas. Resultados da aplicação de redes neurais na classificação de falhas de uma máquina rotativa utilizando dados reais são mostrados, bem como seus aspectos práticos e teóricos de implementação.

Redes neurais artificiais

Uma rede neural pode ser definida como um processador maciço paralelamente distribuído, constituído de unidades de processamento simples (neurônios) capazes de armazenar conhecimento experimental e torná-lo disponível para uso futuro (HAYKIN, 1999). Um neurônio é uma unidade de processamento de informação imprescindível para o funcionamento de uma rede neural. O neurônio pode ser representado matematicamente através das seguintes expressões:

$$V_k = \sum_{j=1}^m W_{kj} X_j \quad (1)$$

$$y_k = \varphi(V_k + b_k) \quad (2)$$

onde: X_j são sinais de entrada; W_{kj} são os pesos sinápticos; V_k é a saída do combinador linear; b_k é o bias; $\varphi(.)$ é a função de ativação; e y_k são os sinais de saída do neurônio. Os valores dos pesos sinápticos são determinados pelo treinamento da rede com dados de entrada-saída usando o algoritmo *backpropagation*. Em outras palavras, o algoritmo modifica individualmente os pesos sinápticos até o erro global predeterminado ser alcançado pela rede. O erro global é calculado através do erro quadrático médio (E.Q.M.) o dado pela seguinte expressão:

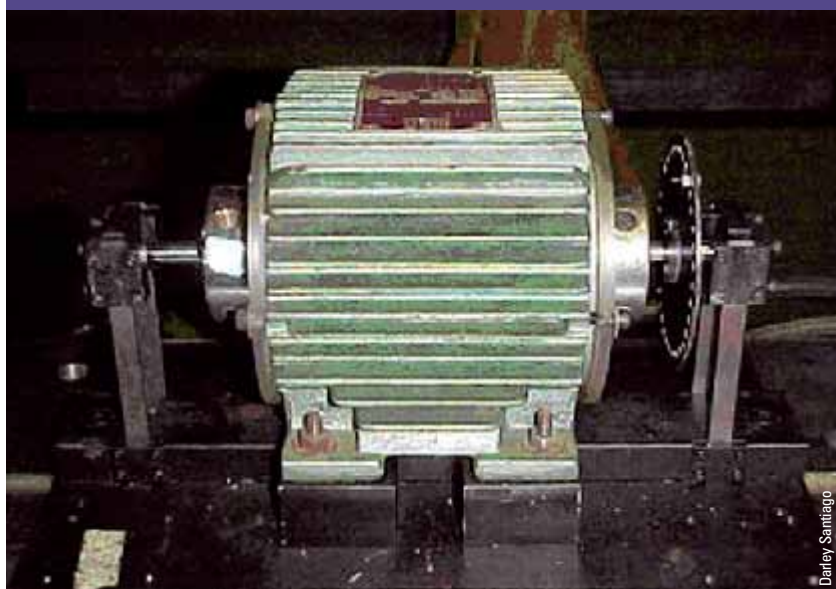
$$E.Q.M. = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N (Y_t - a_k)^2 \quad (3)$$

onde, a_k é a resposta desejada. Mais detalhes sobre o algoritmo *backpropagation*, métodos do gradiente descendente e Levenberg-Marquardt são encontrados em Haykin (1999).

Resultados e discussão

Nesta seção apresentam-se alguns resultados obtidos a partir da implementação e treinamento de diversas arquiteturas de redes neurais com o algoritmo *backpropagation*, utilizando dados reais como parâmetros de entrada da rede. O *toolbox* de redes neurais do software *Matlab* foi utilizado para implementação das redes neurais. Os dados reais (padrões) utilizados para o treinamento, teste e validação das diversas arquiteturas de redes neurais implementadas foram gerados numa bancada de testes, mostrada na figura 1. A bancada consiste de um motor elétrico de 0.5 CV, um rotor fixado ao eixo do motor e suportado em ambas as extremidades por dois mancais de rolamentos, os quais estão fixados na base através de molas flexíveis.

Figura 1. Bancada experimental de testes

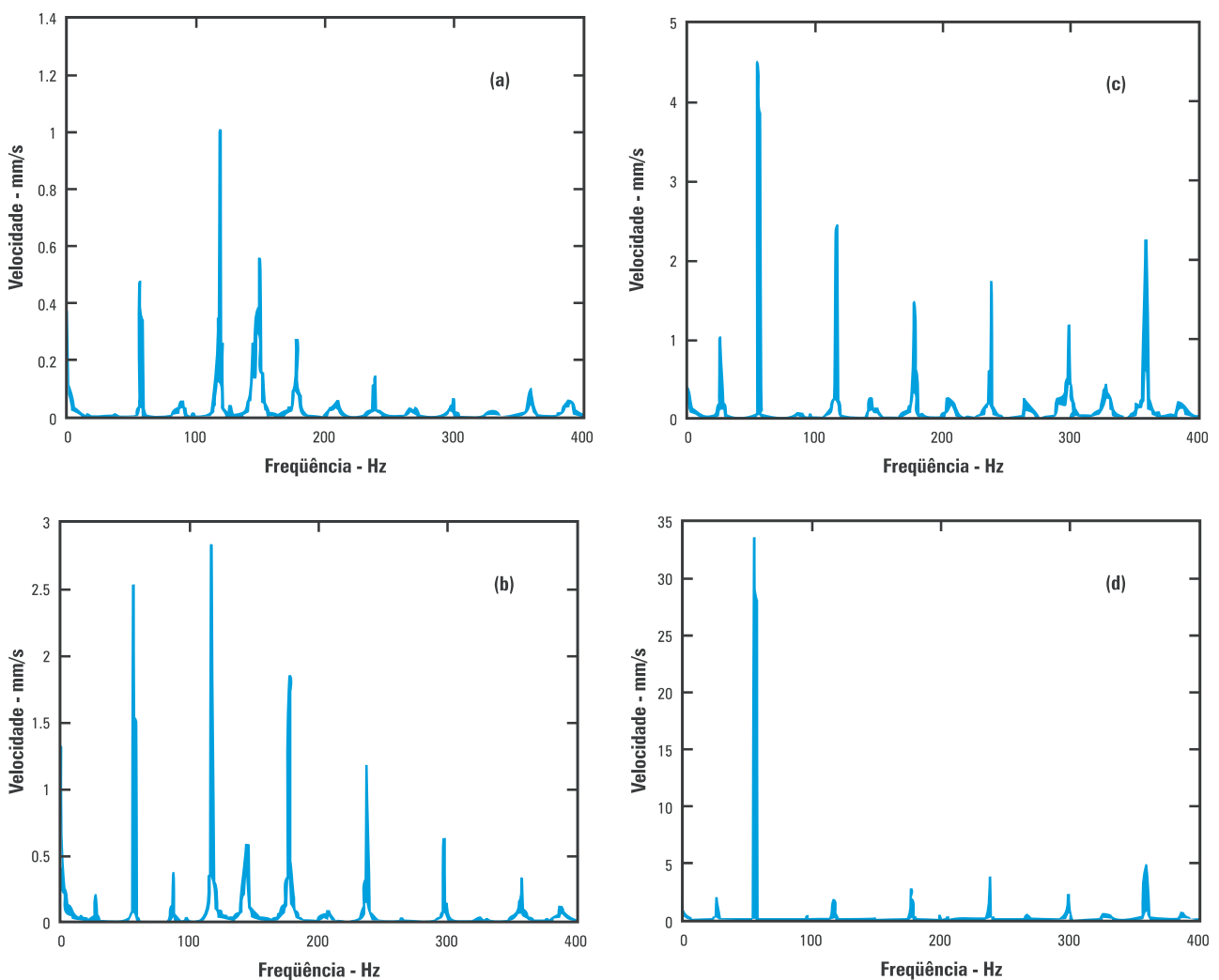


As falhas foram introduzidas na bancada de testes separadamente e, em seguida, foram feitas as aquisições dos sinais de vibrações (velocidade) utilizando um acelerômetro fixado em um dos mancais posicionado na direção vertical. A seguir, descrevem-se algumas características particulares de cada tipo de falha, bem como se mostra um espectro do sinal medido referente a cada tipo de falha introduzida na bancada de testes.

- **Defeito Elétrico** – Este tipo de falha é bastante comum em máquinas rotativas e pode ser causado basicamente por excentricidade do rotor e linha com voltagem desbalanceada. No segundo caso, este defeito se manifesta, dentre outras características, com frequência igual a duas vezes a frequência da linha de alimentação e o plano dominante é o radial com amplitude baixa e estacionária. O espectro deste sinal coletado durante a fase de aquisição de dados é mostrado na figura 2(a).
- **Folga Mecânica** – Este tipo de falha foi introduzido na bancada de testes a partir do afrouxamento dos parafusos de fixação entre o motor elétrico e a base da bancada. O espectro deste sinal coletado durante a fase de aquisição de dados é mostrado na figura 2(b).

- **Desbalanceamento Vertical + Folga Mecânica** – O desbalanceamento foi introduzido na bancada de testes pela fixação de uma massa de 7,8 gramas em um ponto qualquer da extremidade do rotor. A folga mecânica aparece de forma combinada com o desbalanceamento. O espectro deste sinal coletado durante a fase de aquisição de dados é mostrado na figura 2(c).
- **Desbalanceamento Horizontal** – Este defeito foi introduzido na bancada de testes pela fixação de uma massa de 2,5 gramas em um ponto qualquer da extremidade do rotor e o seu espectro coletado durante a fase de aquisição dos dados é mostrado na figura 2(d).

Figura 2. Espectros do Defeito Elétrico (a); Folga Mecânica (b); Desbalanceamento Vertical + Folga Mecânica (c) e Desbalanceamento Horizontal (d)



Foram feitas 80 aquisições (padrões) de sinais de vibrações (velocidade), sendo 20 aquisições para cada tipo de falha. A rotação do rotor foi mantida estacionária em aproximadamente 3.600 rpm. A frequência de amostragem dos sinais de vibrações foi de 400 Hz, e a frequência da linha de alimentação ou da rede é de 60 Hz. O conjunto de dados reais utilizados para treinamento, teste e validação das arquiteturas de redes neurais

implementadas para diagnosticar as quatro falhas introduzidas na bancada de testes foi dividido da seguinte maneira: 40 espectros (padrões) como conjunto de dados de treinamento da rede (sendo 10 padrões para cada tipo de falha); 20 padrões como conjunto de dados de teste da rede (sendo 5 padrões para cada tipo de falha) e 20 padrões como conjunto de dados de validação da rede (sendo 5 padrões para cada tipo de falha). Utilizaram-se parâmetros de entrada e saída para treinamento das redes neurais. Como parâmetros de entrada foram escolhidas as amplitudes dos sinais de cada falha (FRF) correspondentes às frequências em 1xRPM, 2xRPM, 3xRPM, 4xRPM, 5xRPM e 6xRPM e como parâmetros de saída atribuíram-se os seguintes valores (níveis de ativação): 1000 (Defeito Elétrico), 0100 (Folga Mecânica), 0010 (Desbalanceamento Vertical + Folga Mecânica) e 0001 (Desbalanceamento Horizontal).

Utilizou-se neste trabalho como dados de treinamento 40 FRFs (padrões) com quatro falhas diferentes dispostas de forma aleatória como dados de entrada (amplitudes dos sinais de cada falha (FRF) correspondentes às frequências em 1xRPM, 2xRPM, 3xRPM, 4xRPM, 5xRPM e 6xRPM) e como dados de saída os níveis de ativação correspondentes a cada tipo de falha citada acima. Durante as fases de implementação, treinamento, teste e validação da rede neural considerou-se a função de ativação a tangente hiperbólica; método de otimização, Levenberg-Marquardt; número de épocas: 300 épocas; e erro total admissível: $1e-5$.

Depois de feito o treinamento da rede neural, utilizou-se o seguinte procedimento para teste e validação da mesma rede neural: para o teste da rede utilizaram-se 20 padrões como dados de entrada diferentes dos 40 padrões utilizados durante a fase de treinamento; e para validação da rede utilizou-se 20 padrões como dados de entrada, diferentes dos 40 padrões utilizados durante a fase de treinamento, e dos 20 padrões utilizados durante a fase de teste. A seguir, mostra-se, na tabela 1, um resumo dos resultados obtidos com o treinamento de 12 tipos de arquiteturas de redes neurais.



Tabela 1. Resultados das diferentes arquiteturas de redes neurais

Arquitetura da Rede	Nº de Épocas	Tempo de Treinamento	Taxa de Acerto (%) Rede de Teste	Taxa de Acerto (%) Rede de Validação
5x5x4	10	44 seg.	100	75
10x5x4	14	192 seg.	100	100
10x10x4	9	327 seg.	100	95
15x10x5x4	21	15 min.	100	100
5x10x5x4	13	93 seg.	90	100
10x5x5x4	19	295 seg.	100	100
5x5x10x4	11	183 seg.	85	70
5x10x10x4	10	187 seg.	95	60
10x10x10x4	11	421 seg.	100	100
5x5x5x4	49	267 seg.	0	50
10x5x10x4	18	603 seg.	100	100
20x15x10x5x4	14	29 min.	100	100

Observando-se a tabela 1, chega-se às seguintes conclusões: a rede neural com arquitetura 5x5x5x4 (5 neurônios na camada de entrada, 5 neurônios na 1ª camada oculta, 5 neurônios na 2ª camada oculta e 4 neurônios na camada de saída) foi quem apresentou pior taxa de acerto dos sinais (padrões) a ela apresentados, ou seja, dos 20 padrões de testes apresentados à rede ela não reconheceu nenhum padrão e dos 20 padrões de validação apresentados à rede ela reconheceu somente 50% deles. Em geral, observa-se na tabela 1 que as demais arquiteturas de redes neurais treinadas foram capazes de diagnosticar com eficiência de 100% as quatro falhas introduzidas na bancada de testes. Dentre as doze arquiteturas de redes neurais implementadas, a que melhor apresentou capacidade de generalização foi a rede 15x10x5x4. A seguir, mostram-se nas figuras 3 a 6, resultados satisfatórios de como a rede neural foi capaz de classificar as falhas introduzidas numa bancada de testes (máquina rotativa) de forma bastante eficiente. Vale ressaltar que as figuras 3 a 6 mostram os resultados comparativos da eficiência das redes neurais de treinamento, teste e validação.

Figura 3. Defeito Elétrico

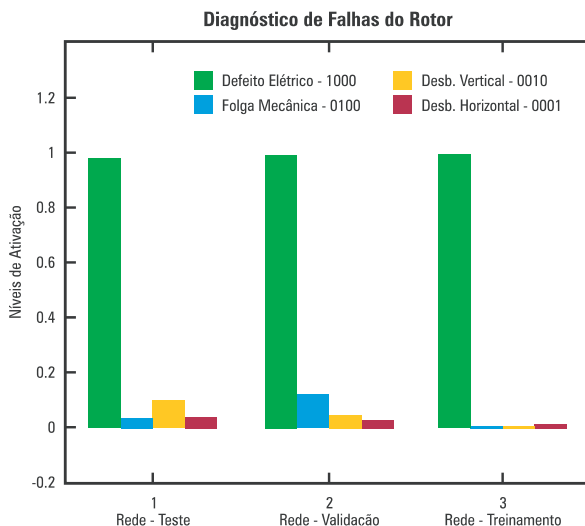


Figura 4. Folga Mecânica

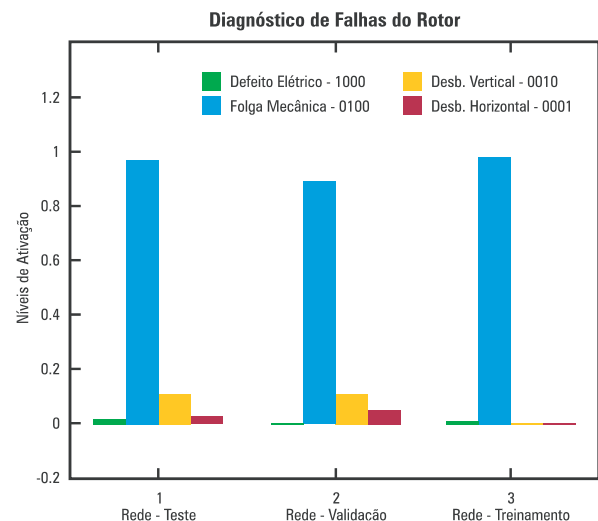


Figura 5. Desb.Vertical + Folga Mecânica

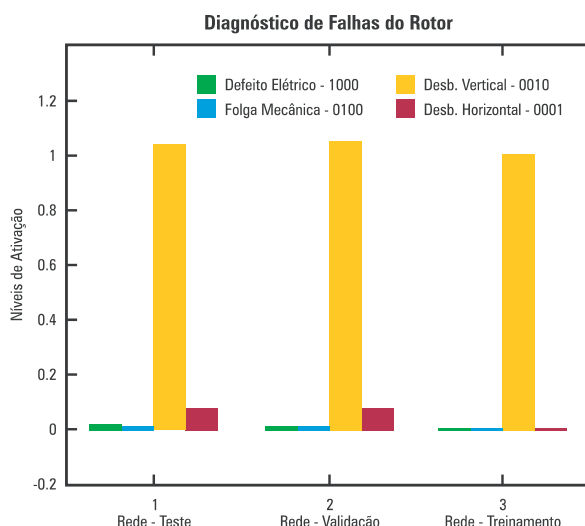
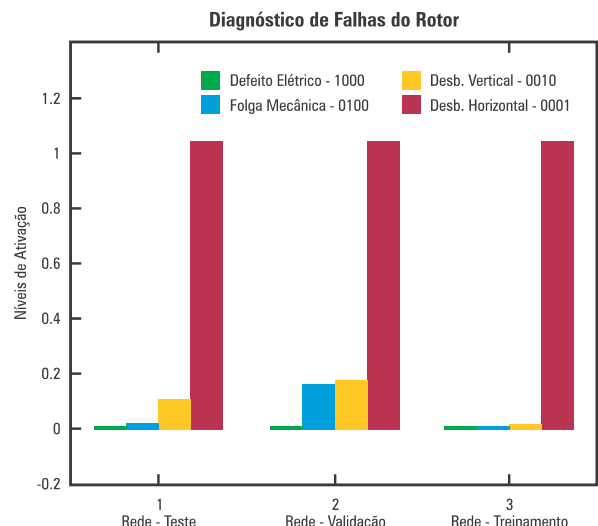


Figura 6. Desbalanceamento Horizontal



Conclusões

As redes neurais são uma das ferramentas que têm despertado grande interesse de pesquisadores nos últimos anos, por ser uma ferramenta que possibilita o monitoramento *on-line* da manutenção preditiva visando à minimização do tempo entre o recebimento das informações e o diagnóstico do problema. Diante dos resultados apresentados, observou-se que: dentre muitos aspectos teóricos e práticos que fazem parte de um projeto de rede neural, a escolha de uma arquitetura de rede neural e de seus parâmetros de treinamento não segue regras predefinidas; o conhecimento e experiência do projetista em relação ao problema enfrentado são mais importantes; a fase de definição é delicada, pois envolve, além da escolha da topologia da rede, a obtenção do conjunto de variáveis significativas para resolução do problema. Essa obtenção envolve, além da identificação das variáveis que estão relacionadas com o problema, a remoção de variáveis não confiáveis para o processo ou cujo uso seja impraticável por razões técnicas e econômicas. Adicionalmente, observou-se que a sensibilidade e o tempo de resposta das redes neurais em relação a outras técnicas de diagnóstico de falhas são aspectos importantes e que podem ser avaliados e melhorados durante as fases de implementação, treinamento, teste e validação da rede neural. Finalmente, resultados mostram, a partir de um caso real, a viabilidade e eficiência da aplicação de redes neurais artificiais na classificação de falhas em máquinas rotativas.

REFERÊNCIAS

- ALGUIDINGUE, I. E.; BUCZAK, A. L.; UHRIG, R. E. **Monitoring and Diagnosis of Rolling Element Bearings Using Artificial Neural Networks**. IEEE Transactions on Industrial Electronics, vol. 40:(2), 209-217, april, 1993.
- AMAND, T. H.; HEYEN, G.; KALITVENTZEFF, B. **Plant Monitoring and Fault Detection Synergy Between Data Reconciliation and Principal Component**. Computers and Chemical Engineering, vol. 25, p. 501-507, 2001.
- BAILLIE, D. C.; MATHEW, J. **A Comparison of Autoregressive Modeling Techniques for Fault Diagnosis of Rolling Element Bearing**. Mechanical Systems and Signal Processing, vol. 10, nº 1, p. 1-17, 1996.
- BRITO, J. N. Desenvolvimento de um Sistema Inteligente Híbrido para Diagnóstico de Falhas em Motores de Indução Trifásicos. **Tese de Doutorado**. Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 2002.
- CHOW, M.-Y.; SHARPE, R. N.; HUNG J. C. **On The Application and Design of Artificial Neural Networks for Motor Fault Detection – Part II**. IEEE Transactions on Industrial Electronics, vol. 40:(2), 189-196, april, 1993.
- HAYKIN, S. **Redes Neurais - Princípios e Prática**, Prentice Hall, 1999.
- LIN, C.-C.; WANG, H.-P. **Performance Analysis of Rotating Machinery Using Enhanced Cerebellar Model Articulation Controller (E-CMAC) Neural Networks**. Computers Ind. Engng., vol. 30, nº 2, p. 227-242, 1996.
- LIU, T. I., SINGONAHALLI, J. H., IYER, N. R. **Detection of Roller Bearing Defects Using Expert System and Fuzzy Logic**. Mechanical Systems and Signal Processing, 10:(5), 595-614, 1996.
- SANTIAGO, D. F. A. Diagnóstico de Falhas em Máquinas Rotativas Utilizando Transformada de Wavelet e Redes Neurais Artificiais. **Tese de Doutorado**. Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 2004.





Fotos: Shutterstock / Gráficos: Maria Oliveira

Utilização da flora nativa com potencial econômico

SOUSA, Pollyana K. S.; OLIVEIRA, Maria E. A.

Centro Federal de Educação Tecnológica do Piauí

Unidade Descentralizada de Floriano

Palavras-chave: Etnobotânica; Recursos Naturais; Uso Sustentável.

RESUMO

No Piauí, como em outras áreas do Brasil, estudos etnobotânicos são de grande valia, uma vez que o Brasil aparece como um dos países com floras mais ricas do globo, das quais 99,6% são desconhecidas quimicamente. O estudo teve como objetivo inventariar o conhecimento (etnobotânico) sobre as plantas utilizadas em diferentes categorias de uso na região de Floriano, Piauí. No período de outubro a dezembro de 2005, uma vez por semana, foram realizadas visitas para o levantamento de dados ao mercado público municipal vereador Israel de Almeida, município de Floriano, Piauí (06° 46' 04" S e 43° 01' 21" W). Os dados foram obtidos por meio de entrevistas abertas e semi-estruturadas com base em questionário com questões objetivas e subjetivas. Foram citadas neste estudo 49 plantas pertencentes

a 28 espécies e 14 famílias botânicas que apresentaram alguma categoria de uso pela população local. Leguminosae (9), seguida de Bignoniaceae (3) e Anacardiaceae (2) foram as famílias com o maior número de espécies citadas. Foram catalogadas três categorias de uso, destacando-se a medicinal (92,8%), seguidas de alimentar e outros. Os entrevistados demonstraram vasto conhecimento sobre o uso das plantas, mas em geral desconhecem estratégias de uso sustentável da vegetação. Tais resultados subsidiarão o uso sustentável dos espécimes da flora local e regional, bem como abre perspectivas para a valorização econômica e cultural de plantas da região.

Introdução

A etnobotânica compreende os estudos das comunidades humanas e suas interrelações com o meio ambiente (AMOROZO & GELY, 1988; AMOROZO, 2003; ALBUQUERQUE & LUCENA, 2004). Estudos nessas áreas facilitam a determinação de práticas apropriadas ao manejo da vegetação com finalidade utilitária, pois empregam os conhecimentos tradicionais para solucionar problemas comunitários ou para fins conservacionistas (ALBUQUERQUE & ANDRADE, 2002; SANTOS et alii, 2007). Os estudos etnobotânicos valorizam o conhecimento total e parcial das populações acerca do uso sustentável da vegetação no local onde vivem, e este conhecimento vem sendo passado de geração a geração (SANTOS et alii, 2007).

Os estudos etnobotânicos vão além do que pretende a investigação botânica, uma vez que em alguns lugares esta é a única forma de sobrevivência das comunidades que ali habitam (BARRERA, 1979). A prática de estudos etnobotânicos vem crescendo no Brasil, demonstrando a necessidade de obtermos informações sobre os nossos ecossistemas que vêm sendo degradados em uma escala crescente de destruição nunca antes vista.

O território brasileiro conta com grande diversidade de ecossistemas e mais de 2.000 grupos étnicos diferentes (BRASIL, 1998). A forte pressão antrópica que os ecossistemas vêm sofrendo tem levado a perdas de extensas áreas verdes, da cultura e das tradições das comunidades que habitam essas áreas, que dependem de recursos do meio para sobreviver (FONSECA-KRUEL & PEIXOTO, 2004).

Pouco se tem escrito sobre estudos etnobotânicos na vegetação das caatingas quando comparados com algumas outras áreas de vegetação brasileira (OLIVEIRA-NETO et alii, 2007; TAQUEDA et alii, 2007). Ecossistemas como a mata atlântica e a caatinga são ainda pobres em investigações da relação seres humanos-natureza (ALBUQUERQUE & ANDRADE, 2002), e em particular aos cerrados, tipos vegetacionais estes de grande importância no estado do Piauí (OLIVEIRA et alii, 1997). A caatinga é uma vegetação caducifólia, sendo que algumas poucas espécies mantêm suas folhas durante o período seco. O principal condicionante físico deste tipo de vegetação no Nordeste é o clima, especificamente a precipitação pluviométrica (ANDRADE-LIMA, 1988). Estudos etnobotânicos com espécies nativas do bioma cerrado especificamente do grupo Nordeste, um dos três supercentros de biodiversidade dos cerrados no Brasil, também são pouco conhecidos (CASTRO, 1994; CASTRO et alii, 1999).

Maria Edileide Alencar Oliveira é doutora em biologia vegetal. Atualmente é professora do Centro Federal de Educação Tecnológica do Piauí/Uned/Floriano. Possui experiência na área de ecologia de cerrados e áreas ecotonais, com ênfase no meio norte do Brasil, atuando principalmente nos seguintes temas: florística e fitossociologia dos cerrados, gradientes campo-floresta no Piauí.

Pollyana Kelly Siqueira Sousa é aluna do curso de Licenciatura Plena em Biologia (Módulo VII). Monitorias desenvolvidas: níveis de organização química da matéria, diversidade de vida vegetal, morfologia e anatomia vegetal.



A caatinga é um ecossistema exclusivamente brasileiro, composto por um mosaico de florestas secas e vegetação arbustiva (savana-estépica), com enclaves de florestas úmidas montanas e de cerrados. Foi recentemente reconhecida como uma das 37 grandes regiões naturais do planeta, conforme estudo coordenado pela organização não-governamental *Conservation Internacional* (TABARELLI & SILVA, 2002). Este estudo teve como objetivo geral fazer o resgate do conhecimento dos “raizeiros” sobre o uso da flora lenhosa com potencial econômico na região de Floriano, Piauí. Com este propósito, foram levantados alguns questionamentos: 1) quais as populações de plantas com potencial econômico (flora lenhosa) na área selecionada?; 2) que informações são fornecidas pela população local quanto ao uso das plantas com potencial econômico numa dada vegetação?; e 3) quais partes e de que maneira as populações de plantas são utilizadas pela população local? O resgate do conhecimento acerca do uso dos recursos vegetais subsidiará práticas conservacionistas da diversidade local existente na região.

Materiais e métodos

No período de outubro a dezembro de 2005, foi feito o levantamento de informações acerca do uso das plantas junto aos “raizeiros” do mercado público municipal vereador Israel de Almeida, na cidade de Floriano, sudoeste do Piauí (06° 46' 04" S e 43° 01' 21" W).

Foram aplicados questionários semi-estruturados constituídos de dezesseite (17) questões subjetivas e objetivas, com a finalidade de levantar os dados necessários ao conhecimento do uso de plantas da região junto a três “raizeiros”, todos homens, que trabalham no mercado com a venda de produtos naturais. Para cada planta citada utilizava-se um questionário individual, num total de 49 questionários aplicados sobre as plantas lá comercializadas, contendo as seguintes informações: nome científico, nome vulgar, família, hábito da planta, origem e formas de uso e preparo, dentre outras. Foram excluídas deste estudo sete espécies consideradas como cultivadas.

A identificação taxonômica dos espécimes botânicos foi feita com base em bibliografia especializada, sendo que a correta grafia dos taxa foi feita por consultas ao site (www.ipni.org/index.html). As espécies vegetais foram classificadas de acordo por sua origem, categoria de uso e as partes mais utilizadas pela população local.

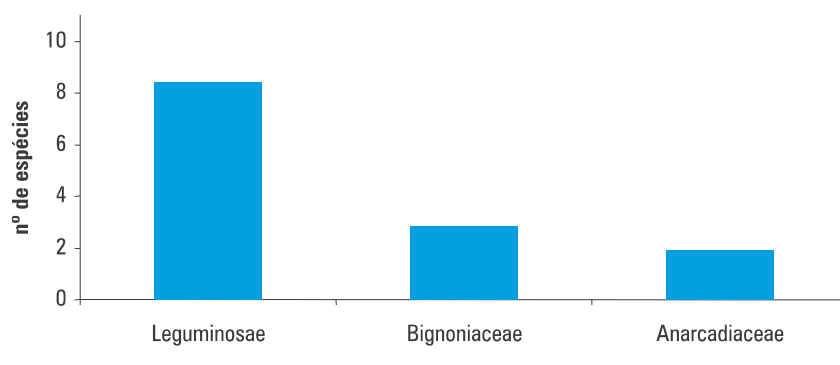
Resultados e discussão

Foram aplicados quarenta e nove (49) questionários, cada um por espécime botânico, citados pelos “raizeiros” do mercado municipal vereador Israel de Almeida em Floriano, Piauí. Estas plantas fazem parte da comercialização de produtos naturais daqueles comerciantes, sendo esta sua principal atividade econômica. Os “raizeiros” entrevistados, todos do sexo masculino, encontravam-se na faixa etária de 60 a 65 anos de idade, residentes na cidade de Floriano há mais de 35 anos.

Foram registradas a ocorrência de 28 espécies, pertencentes a 14 famílias botânicas, destacando-se as famílias Leguminosae (9 espécies), Bignoniaceae (3 espécies) e Anacardiaceae (2 espécies) como as mais citadas para a região estudada (figura 1).



Figura 1. Ordem decrescente das famílias botânicas mais representativas citadas pelos “raizeiros” no mercado público municipal vereador Israel de Almeida, Floriano, Piauí

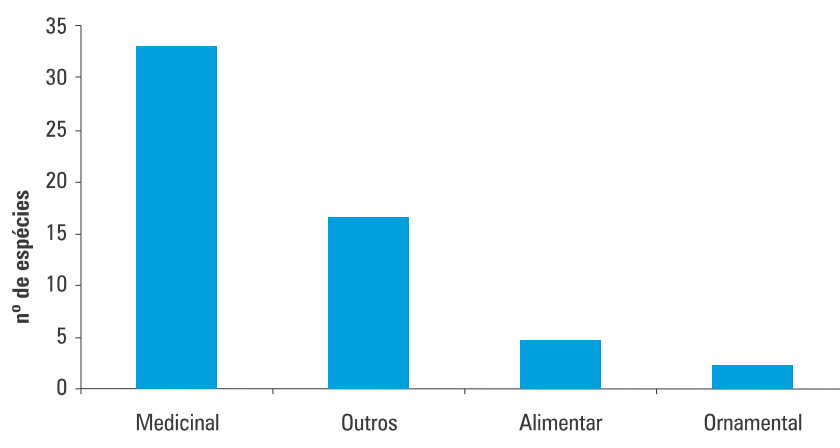


A lista das espécies citadas que fazem parte da flora nativa da vegetação de Floriano são mostradas na tabela 1.

Os entrevistados demonstraram grande conhecimento sobre o uso das plantas citadas, mas geralmente desconhecimento de estratégias de uso sustentável da vegetação local. A cada espécime citado eram identificadas as partes utilizadas pela população como matéria-prima para a elaboração de remédios que tratassem de enfermidades no homem, por exemplo, inflamação, doenças relacionadas com o sangue, gripe, derrame, dentre outras, que apareceram com mais frequência durante este estudo (tabela 2).

As espécies de plantas foram classificadas de acordo com a categoria de uso, seja medicinal, alimentar ou outros (figura 2). O número de espécies citadas variou de acordo com a categoria de uso, destacando-se o uso medicinal pelo número de citações, 25 espécies, enquanto que na categoria outros foram citadas 14 espécies, seguidas de somente três de uso na alimentação (*Anacardium occidentale* L., *Platonia insignis* Mart. e *Tamarindus indica* L.).

Figura 2. Categorias de uso das plantas citadas pelos “raizeiros” do mercado público municipal vereador Israel de Almeida, Floriano, Piauí



Na categoria medicinal, as diferentes espécies são amplamente utilizadas de forma adequada. De acordo com a indicação terapêutica popular, as plantas citadas pelos entrevistados foram enquadradas nos sistemas corpóreos reconhecidos pela Organização Mundial de Saúde. Com ação no

sistema respiratório, foram as mais citadas as espécies *Bowdichia virgilioides* Benth. (sucupira), *Stryphnodendron coriacea* Benth. (barbatimão) e *Anacardium occidentale* L. (caju) (tabela 2). Para o sistema digestivo, a *Ximenia americana* L. (ameixa), a *Caesalpinia* sp. (atinga-de-porco), a *Platonia insignis* Mart. (bacuri) e a *Caesalpinia ferrea* Mart. (pau-ferro) são as mais exploradas. Para o sistema renal, a *Acacia farnesiana* (L.) Willd. (coronha) e a mamuscada foram as espécies mais citadas. Com ação antiinflamatória e cicatrizante, a *Albizia niopoides* Burkart. (angico) e a *Myracrodruon urundeuva* M.Allemao (aroeira) tiveram um grande número de citações.

Tabela 1 – Plantas listadas pela aplicação de questionário junto a “raizeiros” do mercado público municipal vereador Israel de Almeida, em Floriano, Piauí

Nome popular	Nome científico	Família	Cat. de uso	Hábito	Origem
Açoita-cavalo	<i>Luehea divaricata</i> Mart.	TILIACEAE	R	Arv.	N
Ameixa	<i>Ximenia americana</i> L.	OLACACEAE	R	Arb.	N
Angico	<i>Albizia niopoides</i> Burkart.	LEGUMINOSAE	R, Ot	Arv.	N
Aroeira	<i>Myracrodruon urundeuva</i> M.Allemao	ANARCADIACEAE	R, Ot	Arv.	N
Bacuri	<i>Platonia insignis</i> Mart.	CLUSIACEAE	A, R	Arv.	N
Barbatimão	<i>Stryphnodendron coriacea</i> Benth.	LEGUMINOSAE	R, Ot	Arv.	N
Caju	<i>Anacardium occidentale</i> L.	ANACARDIACEAE	A, R	Arv.	N
Canela-branca	<i>Ocotea spixiana</i> (Nees) Mez.	LAURACEAE	R	Arv.	N
Catinga-de-porco	<i>Caesalpinia</i> sp.	LEGUMINOSAE	R, Ot	Arb.	N
Catuaba	<i>Anemopaegma</i> sp.	BIGNONIACEAE	R	AS	N
Coronha	<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	LEGUMINOSAE	R	Arb.	N
Coroa-de-frade	<i>Melocactus</i> sp.	CACTACEAE	R	Herb.	N
Imburana-de-cheiro	<i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) J.B.Gillett	BURSERACEAE	R	Arb.	N
Inharé	<i>Brosimum</i> sp.	MORACEAE	R, Ot	Arb.	N
Jatobá	<i>Hymenaea</i> sp.	LEGUMINOSAE	R, Ot	Arv.	N
Imbiriba	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	STERCULIACEAE	R, Ot	Arv.	N
Mamuscada	Desconhecida 01		R		N
Mangabeira	<i>Hancornia speciosa</i> B.A. Gomes	APOCYNACEAE	R, Ot	Arv.	N
Pau-d'arco	<i>Tabebuia</i> sp.	BIGNONIACEAE	R, Ot	Arv.	N
Pau-d'arco-roxo	<i>Tabebuia</i> sp.	BIGNONIACEAE	R, Ot	Arv.	N
Pau-de-ferro	<i>Caesalpinia ferrea</i> Mart.	LEGUMINOSAE	R, Ot	Arb.	N
Paulista	<i>Luffa operculata</i> Cogn.	CUCURBITACEAE	R	Herb.	N
Pega-pinto	<i>Boerhaavia coccinea</i> Mill.	NYCTAGINACEAE	R	Herb.	N
Pixuri	Desconhecida 02		R		N
Quina-quina	<i>Coutarea hexandra</i> K.Schum	RUBIACEAE	R, Ot	SA.	N
Sabiá	<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> Benth.	LEGUMINOSAE	R, Ot	Arb.	N
Sucupira	<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	LEGUMINOSAE	R, Ot	Arv.	N
Tamarindo	<i>Tamarindus indica</i> L.	LEGUMINOSAE	A, R, Ot	Arv.	N

Categorias de uso: A = Alimentar; R = Remédio; Ot = Outros: madeira, artesanato, lenha. Hábito: Herb. = Herbácea; SA. = Subarbastivo; Arb. = Arbustivo; Arv. = Arbóreo; Pal. = Palmeira; Epi. = Epífita; Ter. = Trepadeira. Origem: N = Nativa; C = Cultivada; E = Espontânea.

A citação de sete espécies cultivadas possibilita a população maior utilização de plantas de jardins e quintais, espaços considerados como secundários na produção e reprodução doméstica das comunidades (TAQUEDA et alii, 2007).

O conhecimento tradicional sobre o uso das plantas é vasto e é, em muitos casos, o único recurso que a população rural de um país em desenvolvimento tem a seu alcance. As plantas usadas como medicinal (remédios) quase sempre têm posição predominante e significativa nos resultados das investigações etnobotânicas de uma região ou grupo étnico (PASA et alii, 2005).

Tabela 2. As partes da planta mais utilizadas pela população como matéria-prima e suas indicações fitoterapêuticas catalogadas no mercado público municipal vereador Israel de Almeida, em Floriano, Piauí

Nome popular	Parte utilizada	Indicação fitoterapêutica
Açoita-cavalo	Casca	Diabete/Sangue
Ameixa	Casca	Inflamação/Gastrite
Angico	Casca	Inflamação/Coluna
Aroeira	Casca	Inflamação/Gripe
Bacuri	Fruto	Intestino/Verme/Queimadura
Barbatimão	Casca	Diabete/Tuberculose/Câncer
Caju	Fruto	Diabete/Garganta
Canela-branca	Casca	Calmante
Catinga-de-porco	Casca	Estômago
Catuaba	Casca	Intestino/Nervos/Sangue
Coronha	Fruto	Convulsão/Inflamação/Rins
Coroa-de-frade	Fruto	
Imburana-de-cheiro	Semente	Derrame
Inharé	Casca	Sangue/Manchas na pele (pano-branco)
Imbiriba	Casca/Semente	Inflamação
Jatobá	Casca	Sangue/Tuberculose
Mamuscada	Semente	Inflamação dos rins/Próstata
Mangabeira	Casca/Folha	Fígado/Rins
Pau-d'arco	Casca	Sangue/Câncer
Pau-d'arco-roxo	Casca/Folha	Coceira
Pau-de-ferro	Casca/Semente	Digestão/Gripe/Sinusite
Paulista	Fruto	Asma/Sinusite
Pega-pinto	Raiz	Inflamação/Verme
Pixuri	Semente	Derrame
Quina-quina	Casca	Inflamação/Aborto
Sabiá	Casca	Inflamação
Sucupira	Semente	Gripe/Sinusite
Tamarindo	Casca/Folha/ Fruto/Semente	Intestino



As espécies citadas neste estudo são as comumente comercializadas nos mercados públicos das cidades, portanto, de fácil acesso pela população local. Esta constatação levanta preocupações quanto à conservação destas populações de plantas na natureza. Nossos resultados poderão subsidiar práticas de uso sustentável da vegetação da área de estudo.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, U. P.; LUCENA, R. F. P. (org.). **Métodos e técnicas na pesquisa etnobotânica**. Recife: Livro Rápido/NUPEEA, 2004.
- ALBUQUERQUE, U. P.; ANDRADE, L. H. C. **Conhecimento botânico tradicional e conservação em uma área de caatinga no estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil**. Acta bot. bras. 16(3): 273-285, 2002.
- AMOROZO, M. C. M. **A perspectiva etnobotânica na conservação da biodiversidade**. 2003. Disponível em: www.rc.unesp.br/xivbsbp/palestra05MMCMA.pdf.
- AMOROZO, M. C. M.; GELY, A. **Uso de plantas medicinais por caboclos do Baixo Amazonas, Barcarena, PA, Brasil**. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, sér. Bot. 4: 47-131, 1988.
- ANDRADE-LIMA, D. **Domínio das caatingas**. Recife: Fundação Ford, 1988.
- BARRERA, A. La Etnobotânica. In: BARRERA, A. **La Etnobotânica: três pontos de vista e uma perspectiva**. Xalapa, México: Instituto de Investigación sobre Recursos Bióticos: 19-25, 1979.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. **Primeiro Relatório Nacional para a Conservação sobre Diversidade Biológica: Brasil**. Brasília, 1998.
- CASTRO, A. A. J. F. **Comparação florístico-geográfico (Brasil) e fitossociológica (Piauí-São Paulo) de amostras de cerrado**. Unicamp. Tese de doutorado. 1994.
- CASTRO, A. A. J. F.; MARTINS, F. R. **Cerrados do Brasil e do Nordeste: caracterização, área de ocupação e considerações sobre a sua fitodiversidade**. Pesquisa em foco 7: 147-178, 1999.
- FONSECA-KRUEL, V. S.; PEIXOTO, A. L. **Etnobotânica na Reserva Extrativista Marinha de Arraial do Cabo, RJ, Brasil**. Acta bot. bras. 18 (1): 1-14, 2004.
- OLIVEIRA, M. E. A.; SAMPAIO, E. V. S. B.; RODAL, M. J. N.; CASTRO, A. A. J. F. **Flora e fitossociologia de uma área de transição carrasco-caatinga de areia em Padre Marcos, Piauí**. Naturalia 22: 131-150, 1997.
- OLIVEIRA-NETO, A. R.; PINTO, M. A.; SILVA, R.; MORAIS, S. C.; GOMES, M. L. **O uso de Eleutherine plicata no tratamento de doenças gastrointestinais na Amazônia paraense**. Resumos. Anais... VIII Congresso de Ecologia do Brasil. Caxambu, MG: SEB, 2007.
- PASA, M. C.; SOARES, J. J.; GUARIM NETO, G. **Estudo etnobotânico na comunidade de Conceição Açu (alto da bacia do rio Açu), MT, Brasil**. Acta bot. bras. 19 (2): 195-207, 2005.
- SANTOS, C. B. M.; MOURA, C. L.; LEAL, A. A. P.; SILVA, A. S. P. L.; CRUZ, G. A. S.; NETO, J. F. L.; TAQUEDA, C. S.; MURRIETA, R. S. S.; RUIVO, A. P.; PEDROSO-JÚNIOR, N. N.; NAVAZINAS, N. D. **Etnoecologia e composição florística de jardins-quintal em sistemas agrícolas tradicionais de populações quilombolas do Vale-do-Ribeira, São Paulo**. Resumos. Anais... VIII Congresso de Ecologia do Brasil. Caxambu, MG: SEB, 2007.
- TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. **Áreas e ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade do bioma caatinga**. In: Araújo et alii (ed.) Biodiversidade, conservação e uso sustentável da flora do Brasil. Universidade Federal de Pernambuco, Recife. p. 47-52, 2002.





Fotos: Shutterstock

Alternativas de minimização dos impactos ambientais da silvicultura nas microbacias do Rio Grande do Sul

GUIMARÃES, Fernando R.; SÁ, Jocelito S. de

Centro Federal de Educação Tecnológica de Pelotas

Palavras-chave: Floresta de Eucaliptos; Microbacias; Impacto Ambiental.

RESUMO

O Rio Grande do Sul tem sido, nos últimos anos, palco de uma série de investimentos no setor florestal. A metade sul do estado, estagnada economicamente, está aderindo às monoculturas arbóreas sem o conhecimento prévio das possíveis consequências no plantio destas florestas no ecossistema regional. Esta atividade de florestamento com espécies exóticas de rápido crescimento tem sido impropriamente denominada de “reflorestamento”. Diante da realidade e da conscientização de um desenvolvimento sustentável, esta revisão bibliográfica tem o intuito de identificar os impactos ambientais causados pela substituição da vegetação nativa

Fernando Riefel Guimarães
é aluno do curso superior
de Tecnologia Ambiental,
cujo texto é original de seu
trabalho de conclusão de
curso, sob orientação do
Prof. Dr. Jocelito Saccol de
Sá, no Cefet/Pelotas.



do Rio Grande do Sul por florestas de eucaliptos nas microbacias sulinas e, assim, buscar alternativas de minimizá-los, seguindo as normas e leis ambientais vigentes e estimulando o estudo prévio de cada microbacia com suas características hídricas e geomorfológicas. Desta forma, busquei analisar a cultura do eucalipto e seus impactos ambientais na implantação nas microbacias, sem posicionamento de defesa ou ataque, e sim colocando uma análise imparcial e criteriosa dos impactos e as alternativas para minimizá-los ou até mesmo evitá-los, buscando sempre um manejo sustentável e a preservação do meio ambiente com suas características originais e, com isso, a estabilidade dos ecossistemas.

Introdução

As florestas de eucaliptos sempre estiveram na mira de discussões em vários países do mundo em função dos efeitos sobre os recursos hídricos, principalmente no que diz respeito ao consumo de água.

Os impactos hidrológicos são significativos na substituição da vegetação nativa (rasteira e de pequeno porte) por florestas de grande porte e de rápido crescimento: de forma direta, o consumo do recurso hídrico superficial sofre um aumento considerável ocasionando desequilíbrio no ecossistema e na microbacia hidrográfica. A partir deste impacto, com o crescimento da floresta e com manejo incorreto, outros problemas vão surgindo e se agravando: o escoamento superficial e a erosão, a qualidade e a quantidade de água, a água no solo e subterrânea, o consumo de água, a lixiviação de agroquímicos e a precipitação, que está relacionada com o processo de interceptação das chuvas.

Este trabalho relacionará os impactos ambientais de plantações da espécie *eucalyptus*, principalmente no que diz respeito à sustentabilidade das microbacias hidrográficas. Visará identificar e quantificar esses efeitos e sugerirá alternativas para que sejam minimizados ou até mesmo eliminados.

Política de gestão ambiental

As políticas de gestão ambiental, incluindo legislação e normas de processos de certificação, são abordadas para demonstrar a origem e objetivos das políticas e métodos de avaliação de impacto ambiental (AIA).

Política ambiental privada pode ser entendida como a declaração de uma organização, expondo suas intenções e princípios em relação ao seu desempenho ambiental global, que provê uma estrutura para ação e definição de seus objetivos e metas ambientais. A gestão ambiental privada é amplamente tratada nas normas ISO da série 14000, das quais se pode deduzir o seguinte conceito: gestão ambiental privada é parte integrante do sistema de gestão global de uma organização e constitui-se em um processo administrativo, dinâmico e interativo de recursos que tem como finalidade equilibrar a proteção ambiental e a prevenção de poluição com as necessidades socioeconômicas e ajudar a proteger a saúde humana, através da formulação de uma política e objetivos que levem em conta os requisitos legais e as informações referentes aos impactos ambientais significativos,

visando à melhoria contínua no desempenho ambiental da organização de forma a atender às necessidades de um vasto conjunto de partes interessadas e às crescentes necessidades da sociedade sobre proteção ambiental.

Principais impactos da silvicultura

A natureza e a magnitude dos impactos ambientais da silvicultura dependem das características da região onde esta atividade se insere. Os efeitos são tanto maiores quanto maior for o grau de transformação dos ecossistemas e da paisagem.

A conversão de campos naturais em bosques de árvores exóticas representa uma transformação radical do ambiente.

Desta forma, os principais impactos negativos das monoculturas, da infra-estrutura e das atividades produtivas florestais são inúmeros, entre eles:

- interceptação das chuvas;
- escoamento superficial e erosão;
- água do solo, água subterrânea e consumo; e
- vazão e qualidade final da água.

Interceptação das chuvas

O impacto hidrológico significativo das plantações florestais, no que diz respeito à precipitação, que está relacionado com o processo de interceptação das chuvas, os efeitos negativos são claros, sendo a precipitação incidente redistribuída pela copa da floresta e parte perdida por evaporação direta da água interceptada, impacto esse não significativo nas coberturas vegetais nativas, que são predominantemente gramíneas.

A perda total por interceptação inclui a evaporação que ocorre ainda durante a chuva, mais a evaporação da água que fica temporariamente retida na copa depois de cessada a chuva.

As condições de rugosidade aerodinâmica florestal aumentam o consumo de água, principalmente em decorrência da maior quantidade de energia advectiva disponível, em comparação com vegetações de menor porte. Há ainda o requisito fisiológico relacionado à espécie florestal, à eficiência do uso de água e às mudanças proporcionais no balanço hídrico ao longo da idade do talhão.

Desta forma, esses dados estão, numa primeira avaliação, mostrando que a perda por interceptação, que é um importante componente do consumo total de água por uma floresta, é, em média, menor nos campos nativos do que em plantações de espécies florestais, como as de eucaliptos.





Escoamento superficial e erosão

Muitos dos nutrientes, assim como alguns contaminantes agroquímicos, estão normalmente associados com a fração fina do solo. Dessa forma, a erosão contribui, inevitavelmente, com a contaminação dos cursos d'água por nutrientes e produtos químicos. Praticamente todo o fósforo, alumínio, ferro, manganês e potássio são perdidos de forma associada ao transporte de sedimentos.

O alumínio, por exemplo, é liberado inteiramente na forma inorgânica, que pode resultar em concentrações potencialmente tóxicas nos cursos d'água. De maneira semelhante, a maior parte do aporte de contaminantes orgânicos, tais como pesticidas, ocorre, também, em associação com o transporte de sedimentos (LIMA & ZAKIA, 2006).

Segundo experimento feito por Lima (1999), no período inicial, todas as micro-parcelas foram submetidas às operações de preparo do solo, seguidas do plantio nas parcelas que foram reflorestadas. Os resultados médios desse primeiro ano mostraram um alto valor do escoamento superficial e de taxa de erosão para todas as parcelas. À medida que as árvores cresciam, todavia, tanto o escoamento superficial quanto a erosão diminuía sensivelmente nas parcelas reflorestadas, comparativamente à parcela testemunha. As perdas de nutrientes se relacionam com as taxas de escoamento superficial e também diminuía com o desenvolvimento da plantação.

Desta forma, é correto afirmar que as plantações de eucaliptos, nas condições do experimento, podem apresentar um significativo controle tanto do escoamento superficial quanto das perdas de solo e nutrientes do sítio. Mas em plantações florestais com destino industrial, e com o corte raso, o escoamento superficial volta a ocorrer, muitas vezes ajudado pela compactação mecânica do solo, e, assim, exposição do solo favorecendo a erosão.

Água do solo, água subterrânea e consumo

Na discussão desses estudos está implícito o fato de que a profundidade do lençol freático varia ao longo da paisagem e, dessa forma, a possibilidade de extração de água do lençol freático pelo sistema radicular do vegetal também é variável. As espécies de eucaliptos, pelo menos daquelas mais utilizadas em plantações industriais, são geralmente caracterizadas por apresentar um sistema radicular superficial. Dessa forma, a possibilidade de uma extração significativa da água do lençol freático somente ocorreria onde este se encontra normalmente na superfície, ao alcance das raízes, como nas áreas ripárias, por exemplo, ou nas margens de reservatórios.

Como resultado dessa característica de concentração do sistema radicular nas partes superficiais do solo, essas camadas superficiais desempe-

nam, normalmente, uma função ativa na hidrologia do solo. Em outras palavras, a recarga da água do solo pelas chuvas, assim como a exaustão da água armazenada no solo pela transpiração, define, ao longo dessa camada hidrologicamente ativa, um padrão anual de alta variabilidade do conteúdo de umidade, como tem sido verificado em plantações de estudo de Lima (1999).

Vazão e qualidade final da água

Como podem ser observados, os efeitos sobre a produção de água varia de acordo com a proporção da área da bacia que é submetida ao corte, ou na qual ocorre a plantação florestal.

Os dados disponíveis apresentam uma clara evidência de que as plantações de eucalipto, no que diz respeito ao balanço hídrico de bacias hidrográficas, não diferem de outras espécies florestais, apresentando aumento médio do deflúvio ao corte da floresta, e diminuição média do deflúvio devido ao reflorestamento da bacia, da mesma magnitude de resultados similares obtidos com outras espécies florestais. Mas, evidentemente, essa comparação não se faz singular às características naturais das microbacias sulinas que possuem, normalmente, vegetação de pequeno porte.

O escoamento superficial é o principal meio de transporte da poluição difusa gerada por práticas agrícolas convencionais, na qual a matéria orgânica e os agroquímicos são carregados até os corpos d'água após um evento de precipitação.

A qualidade da água é reflexo do efeito combinado de muitos processos que ocorrem ao longo do curso d'água. De acordo com Lima (2001), a qualidade da água não se traduz apenas pelas suas características físicas e químicas, mas pela qualidade de todo o funcionamento do ecossistema.

Esse funcionamento hidrológico nas microbacias resultou numa metodologia adequada para o estudo dos efeitos das atividades silviculturais sobre a qualidade da água. Observaram que o manejo de preparo do solo, como o corte raso da floresta, pode resultar num aumento da concentração de nutrientes no deflúvio da bacia hidrográfica, em consequência da ruptura do equilíbrio da ciclagem geoquímica de nutrientes.

A vazão final do arroio de uma microbacia, que está sendo utilizada para o cultivo florestal, será a resultante do somatório de todos os impactos ambientais anteriormente comentados. Dessa forma, esse resultado determinará a quantidade e a qualidade final d'água que seguirá rumo à jusante.

Alternativas de minimização dos impactos ambientais da silvicultura nas microbacias

- zoneamento ambiental da silvicultura (ZAS);
- identificação e preservação da zona ripária;
- desenvolvimento e manejo sustentável; e
- fidelidade às normas e leis ambientais.





Zoneamento ambiental da silvicultura (ZAS)

O zoneamento ambiental da silvicultura tem por objetivo elaborar um instrumento de gestão que possibilite análises regionais da inserção da atividade da silvicultura nos ambientes naturais do Estado e de suas inter-relações com aspectos socioeconômicos. Sendo este um dos instrumentos da política ambiental do Estado, previsto na Lei Estadual nº 11.520/2000, define diretrizes para plantios florestais, considerando as características ambientais das diversas regiões do Estado.

Foram identificados os impactos da silvicultura e os fatores que determinam a maior ou menor fragilidade de cada unidade. Essas informações são dispostas em uma matriz, na qual cada impacto será ponderado de acordo com as características ambientais e socioeconômicas de cada unidade de paisagem. Na caracterização das unidades, estão sendo levados em conta critérios como presença de espécies em extinção, grau de antropização (uso da terra), percentual já utilizado para silvicultura, disponibilidade de recursos hídricos e áreas de turismo ecológico e rural, entre vários outros. Os atributos de cada unidade definirão as diretrizes e restrições para a implantação de silvicultura.

O zoneamento garante também, além das restrições que garantam a sustentabilidade do ecossistema, que o Pampa, paisagem que recobria 63% do território gaúcho, não seja descaracterizado como o foram, em outras épocas, os banhados e as florestas do Planalto (BENCKE, REVISTA BIO3, 2005).

Identificação e preservação da zona ripária

A preservação ou a reconstituição das matas ripárias foi tornada obrigatória pela legislação de proteção ambiental, sob o argumento principal de controle da erosão e melhoria da qualidade e quantidade de água. A retenção de materiais pela vegetação ripária é bastante discutida e o consenso é que sua manutenção contém as ribanceiras de rios, diminui e filtra o escoamento superficial e dificulta o carreamento de sedimentos. A vegetação ripária desempenha várias funções hidrológicas. Graças a ela, ocorre a estabilização de ribanceiras do rio, pelo desenvolvimento e manutenção de um emaranhado radicular, evitando, com isso, a erosão; funciona como filtro entre os terrenos mais altos e o ecossistema aquático, participando do controle do ciclo de nutrientes na bacia hidrográfica, através de ação tanto do escoamento superficial quanto da absorção de nutrientes do escoamento sub-superficial, impedindo ou dificultando o carreamento de sedimentos para o sistema aquático, contribuindo dessa forma para a manutenção da qualidade de água nas bacias hidrográficas (LIMA & ZAKIA, 2006).

Estas funções ecológicas já são, sem dúvida, razão suficiente para justificar a necessidade da conservação das zonas ripárias. A isso deve-se somar a função hidrológica das zonas ripárias na manutenção da integridade da microbacia hidrográfica, representada por sua ação direta numa série de processos importantes para a estabilidade da microbacia, para a manutenção da qualidade e quantidade de água, assim como para a manutenção do próprio ecossistema aquático.

Desenvolvimento e manejo sustentável

O manejo das áreas plantadas deve ser sustentável não apenas no ponto de vista econômico, mas também social, cultural e ecológico. Não há mais lugar, no atual contexto, para atividades de manejo de florestas ou de qualquer outro tipo de uso da terra nesse sentido que não esteja em sintonia com as demandas contemporâneas de sustentabilidade, as quais refletem a percepção atual que o homem tem para com o ambiente (LIMA & CÂMARA, 1999).

Para atender a essas demandas contemporâneas, incorporar a perspectiva da microbacia hidrológica como unidade básica de planejamento do manejo pode constituir um modo consistente de equacionamento das complexidades envolvidas nessa nova estratégia de sustentabilidade. Primeiro, pelo fato de que essa estratégia realça a importância das áreas ripárias e da integridade do ecossistema ripário, que são fundamentais, na escala da microbacia, para a conservação da água. Segundo, por facilitar o entendimento da questão das escalas de sustentabilidade dos recursos hídricos, reforçando a necessidade de analisar essas relações entre o manejo florestal e água em todas as escalas. E, terceiro, por se constituir em procedimentos experimentais consistentes para a identificação e a validação de indicadores hidrológicos apropriados para o monitoramento na busca do manejo sustentável das florestas plantadas, em termos de conservação da água.

O manejo florestal sustentável implica, antes de tudo, a existência de uma ligação mútua e interativa entre os recursos florestais e todos os demais elementos inerentes ao ecossistema florestal e a resiliência da bacia hidrográfica na qual se insere o manejo: a água, a fauna, o potencial produtivo do solo e a biodiversidade. Implica, ainda, que a alteração de um recurso natural em uma dada área, incluindo aí a colheita florestal, causa, invariavelmente, impactos em todos os demais elementos do ecossistema.

Assim, é muito importante equacionar adequadamente esse problema no que diz respeito às atividades de silvicultura intensiva de plantações florestais para fins de abastecimento industrial. Com isso, podemos delinear alternativas de preparo do solo, espaçamento de plantio, alinhamento do plantio e atividades de exploração florestal que resultassem em significativa diminuição dos impactos na microbacia.

Fidelidade às normas e leis ambientais

As áreas de preservação permanente são protegidas por lei desde 1965 (Lei nº 4.771), quando foi instituído o Código Florestal, cobertas ou não por vegetação nativa com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.

A Resolução Conama nº 03, de 20 de março de 2002, dispõe sobre parâmetros, definições e limites de áreas de preservação permanente, define e complementa:

Art. 1º Constitui objeto da presente Resolução o estabelecimento de parâmetros, definições e limites referentes às áreas de preservação permanente.

Art. 2º Para os efeitos desta Resolução, são adotadas as seguintes definições:

- nível mais alto: nível alcançado por ocasião da cheia sazonal do curso d'água perene ou intermitente;

Art. 3º Constitui área de preservação permanente a área situada:

- I - em faixa marginal, medida a partir do nível mais alto, em projeção horizontal, com largura mínima de 30 metros.

Conclusão

Os campos do Rio Grande do Sul possuem sua vegetação nativa, predominantemente, rasteira e de pequeno porte. Assim sendo, os impactos hidrológicos são bastante significativos na substituição dessa vegetação nativa por florestas de eucalyptos, de forma que o consumo do recurso hídrico superficial sofre um aumento considerável, ocasionando um desequilíbrio no ecossistema e nas microbacias.

A minimização desses impactos surge a partir de um zoneamento ambiental adequado em que se respeite as leis e normas ambientais vigentes. Assim, busca-se a restauração, conservação e manutenção dos recursos hídricos, bem como estabelecer um manejo sustentável consistente com base em um estudo prévio da microbacia.

Busca-se a implantação de um manejo florestal sustentável que entenda essas interações e inter-relações e procure aplicar práticas de manejo específicas às características naturais da paisagem, visando organizar a ocupação do espaço produtivo de maneira a garantir a permanência dos processos ecológicos e hidrológicos em toda a unidade de manejo, minimizando os impactos ambientais.

Dessa forma, pode-se afirmar que, dentre os grandes desafios que a humanidade enfrenta atualmente, a recuperação, a conservação e o manejo sustentável dos recursos hídricos são dos mais críticos. Mas, com certeza, a partir da conscientização da importância de um ecossistema natural estabilizado, os cultivos florestais implantarão técnicas e manejos que viabilizem a produção com menor ou sem impactos ambientais.

REFERÊNCIAS

CÂMARA, C. D.; LIMA, W. P. Corte raso de uma plantação de *Eucalyptus saligna* de 50 anos: impactos sobre o balanço hídrico e a qualidade da água em uma microbacia experimental. *Scientia Forestalis*, vol. 56, 1999.

LIMA, W.P. **Impacto ambiental de eucalipto**. 1999.

LIMA, W. P.; ZAKIA, M. J. B. **As florestas plantadas e a água – implementando o conceito da microbacia hidrográfica como unidade de planejamento**. 2006

LIMA, E. B. N. R. 2001. Modelação integrada para gestão da qualidade da água na bacia do rio Cuiabá. Rio de Janeiro/RJ, 206 p. **Tese de Doutorado**. Universidade Federal do Rio de Janeiro.





Produtividade de três cultivares de mamona em consórcio com feijão caupi, com e sem adubação

VIEIRA, Gustavo H. S.; GONÇALVES, Nívio P.; CARNEIRO FILHO, João; TORRES, Marco A. C.

Centro Federal de Educação Tecnológica de Januária/MG

Palavras-chave: Cultura da Mamona; Adubação; Cultivo Consorciado.

RESUMO

O trabalho foi desenvolvido no Cefet/Januária/MG, em parceria com a Epamig/CTNM, objetivando comparar a produtividade de 3 cultivares de mamona consorciadas com feijão caupi, com e sem adubação, em cultivo de sequeiro. A cultura foi implantada no início do período chuvoso, seguindo um delineamento experimental de blocos ao acaso, com 6 tratamentos e 4 repetições, com o semeio do feijoeiro 30 dias após. Foram colhidas separadamente as duas culturas, analisando-se os dados estatisticamente pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade. A cultivar IAC 226 apresentou a maior produtividade em condições de adubação (1.207 kg ha⁻¹), seguida da Nordestina (952 kg ha⁻¹) e da Guarani

Gustavo Haddad Souza Vieira
é engenheiro agrônomo,
mestre em engenharia
agrícola, irrigação e
drenagem e professor do
Cefet/Januária/MG.

Nívio Poubel Gonçalves
é Engenheiro agrônomo,
mestre em entomologia e
pesquisador da Epamig.

João Carneiro Filho é
engenheiro agrônomo, mestre
em fitotecnia e professor do
Cefet/Januária/MG.

Marco Aurélio Caldeira
Torres é técnico agrícola e
pesquisador da Epamig.

(860 kg ha⁻¹). A cultivar mais produtiva com adubação foi também a menos produtiva sem adubação, estendendo o resultado para as demais. O feijoeiro adubado apresentou uma produtividade de 2.791 kg ha⁻¹, contra 1.140 kg ha⁻¹ do não adubado. Diante dos resultados, concluiu-se que a variedade IAC 226 possui alta produtividade, comparando-se com a média nacional, as variedades mais produtivas de mamona são também as mais exigentes em nutrição, é possível produzir mamona em consórcio com feijão caupi na região do semi-árido mineiro com boa produtividade, o feijão caupi respondeu positivamente à adubação mineral e o cultivo consorciado de mamona com feijão caupi é uma boa indicação para agricultura familiar de subsistência.

Introdução

A cultura da mamona (*Ricinus communis* L.) vem se destacando no cenário agrícola nacional pelo seu potencial aproveitamento na produção de óleos para a indústria química/farmacêutica e, atualmente, para a produção de biodiesel. A área cultivada com a mamona no Brasil vem aumentando a cada ano, contribuindo com o desenvolvimento e a geração de renda para a agricultura familiar.

Segundo dados do IBGE (2008), a previsão de produção de mamona no Brasil é de 130.494 toneladas em 2008, contra 87.071 t, em 2007, resultando num aumento de 49,9%. A área cultivada com mamona, em 2007, está na faixa de 157 mil hectares, concentrando sua produção nos estados do Nordeste (149,5 mil ha) e do Sudeste (4,3 mil ha).

A produtividade média da mamona no Brasil gira em torno de 0,6 t de bagas por hectare, mas segundo Kouri et alii (2004), o rendimento poderia ser maior que 1 t ha⁻¹. O mesmo autor cita como causa da baixa produtividade da cultura a falta de aplicação de práticas culturais adequadas, como espaçamento, época de plantio e consorciação por parte dos produtores. De acordo com Severino et alii (2006), a adubação da mamoneira, com fertilizantes químicos, promove considerável aumento da produtividade.

Nesse intuito, objetivou-se, nesse trabalho, comparar a produtividade de 3 cultivares de mamona, consorciadas com feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walpi), com e sem adubação, em cultivo de sequeiro.

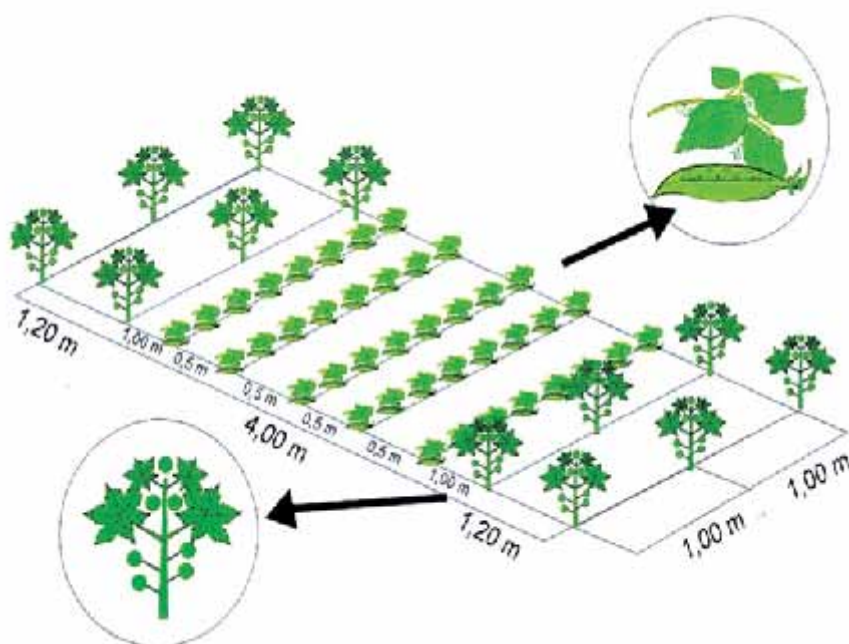


Materiais e métodos

A pesquisa foi realizada em parceria com a Epamig/CTNM, na área experimental do Centro Federal de Educação Tecnológica de Januária, localizado na cidade de Januária, norte de Minas Gerais, a uma altitude de 473 m, latitude 15° 16' sul e longitude 44° 16' oeste. Foi estudado o rendimento de bagas, em kg ha⁻¹, de três cultivares de mamona, considerada a cultura principal, sendo duas de porte alto (Nordestina e IAC 226) e uma de porte baixo (Guarani), além do rendimento de grãos, em kg ha⁻¹, de feijão caupi. A cultura da mamona foi plantada no início do período chuvoso, conduzida nos espaçamentos duplos de 4,0 x 1,2 x 1,0 m para as variedades de porte alto e 4,0 x 0,6 x 0,5 m para a variedade de porte baixo. O feijoeiro (considerado cultura secundária) foi plantado 30 dias após, a 1,0 m das fileiras duplas da mamoneira, com espaçamento de 0,5 m entre linhas de plantio e 0,25 m entre plantas, conforme apresentado na figura 1.



Figura 1. Esquema de plantio da cultura da mamona consorciada com feijão caupi



Procedeu-se às adubações de plantio, com aplicação de 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e de K₂O e de cobertura, com 40 kg ha⁻¹ de N. O controle fitossanitário foi efetuado no momento em que se observou o aparecimento de pragas/patógenos, de modo a garantir o perfeito desenvolvimento das culturas.

O delineamento experimental (figura 2) foi o de blocos ao acaso, com 6 tratamentos e 4 repetições, somando 24 parcelas de 12 m² cada. Foram colhidas as bagas de 20 plantas úteis de mamoneira por parcela, que em seguida foram secas à sombra e separadas do cacho, procedendo-se à pesagem. Os resultados obtidos foram computados e analisados estatisticamente pelo teste de Tukey, com 5% de probabilidade. O feijão caupi foi colhido em duas etapas devido à desuniformidade de maturação das vagens. Após a segunda colheita, separou-se os grãos das vagens e procedeu-se à pesagem e análise dos dados.

Figura 2. Área experimental do Cefet/Januária com o plantio da mamoneira em consórcio com feijão caupi



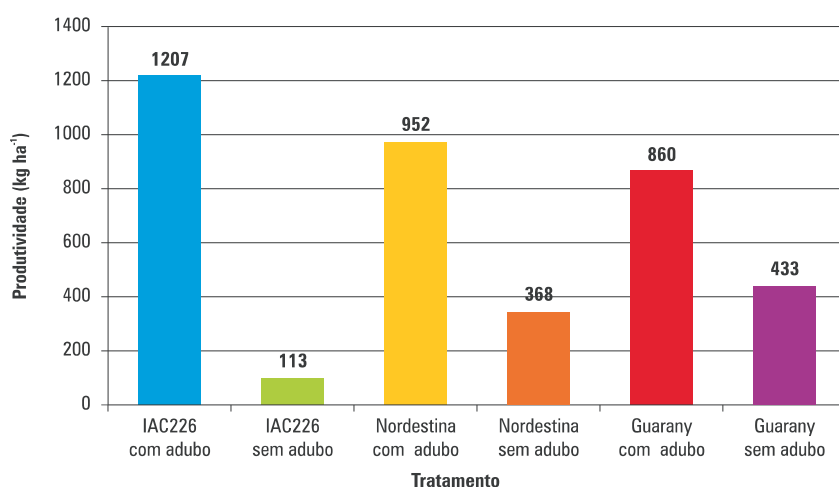
Resultados e discussão

No quadro 1 são apresentados os rendimentos médios de cada tratamento e o resultado da análise estatística pelo teste de Tukey, com 5% de probabilidade. Houve diferença significativa comparando-se os tratamentos adubados com aqueles não adubados, fato que pode ser verificado visualmente na figura 2 (A: Adubado; B: Não Adubado), porém, entre as variedades, tanto adubadas quanto não adubadas, não verificou-se significância estatística.

Quadro 1. Médias de produtividade dos tratamentos e teste de Tukey, com 5% de probabilidade					
Variedade	Média				
IAC226 com adubo	1207	a*			
Nordestina com adubo	952	a	b		
Guarani com adubo	860	a	b	c	
Guarani sem adubo	433			c	d
Nordestina sem adubo	368				d
IAC226 sem adubo	113				d
*As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, com 5% de probabilidade.					

Na figura 3, são apresentados os rendimentos da mamoneira, em kg ha⁻¹. Os tratamentos com adubação apresentaram as maiores produtividades, o que indica a exigência nutricional da cultura, contrariando a crença de que a mamoneira seja uma planta rústica que se desenvolve bem sem as práticas agrônômicas adequadas. A variedade IAC 226 com adubo foi a que mostrou a maior produtividade, atingindo um valor de 1.207 kg de bagas de mamonas secas por ha, seguida da variedade Nordestina com adubo (952 kg ha⁻¹) e do híbrido Guarani (860 kg ha⁻¹).

Figura 3. Produtividade da mamoneira, em quilogramas por hectare, para os diferentes tratamentos

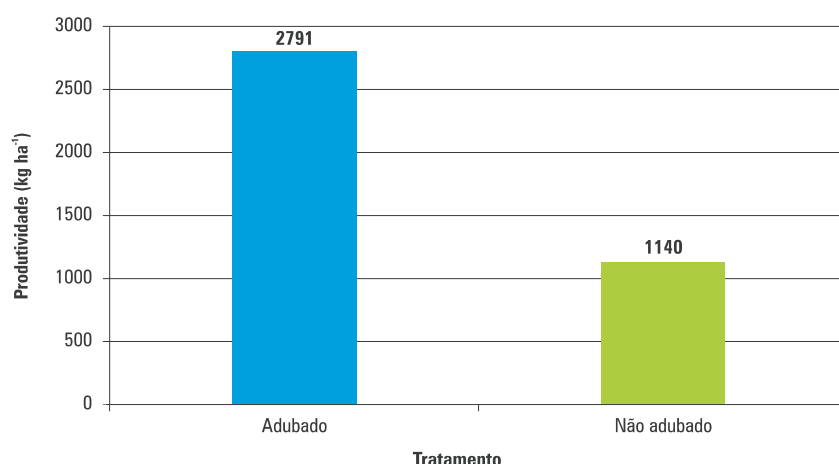


Uma observação interessante é que a variedade mais produtiva com adubação foi também a menos produtiva quando cultivada sem adubo. Este fato estende-se às outras cultivares, visto que a cultivar Nordestina, que mostrou o segundo maior rendimento com adubo, mostrou também o segundo menor rendimento sem adubo. Ficou claro, com esses resultados, que as culturas mais produtivas são também as que mais exigem tratos culturais, visto que com o ganho de produtividade, perdem sua rusticidade.

A produtividade do feijoeiro é apresentada na figura 4. Observa-se um acréscimo de aproximadamente 145% no rendimento de grãos devido à adubação. O cultivo do feijão caupi, em consórcio com a mamona, é uma maneira de aumentar os rendimentos na área de plantio, uma vez que, nas condições experimentais, apresentou um incremento de aproximadamente 45 sacos de feijão por hectare.



Figura 4. Médias dos tratamentos de produtividade do feijoeiro



Conclusão

Diante dos resultados obtidos, é possível concluir que:

- a variedade IAC 226 possui alta produtividade, comparando-se com a média nacional (600 kg ha⁻¹) se submetida a condições de nutrição adequada;
- as variedades mais produtivas de mamona são também as mais exigentes em nutrição;
- é possível produzir mamona em consórcio com feijão caupi na região do semi-árido mineiro com boa produtividade, se plantado na época adequada;
- o feijão caupi respondeu positivamente à adubação mineral, mostrando que é necessário que se faça o fornecimento adequado de nutrientes para a cultura; e
- o cultivo consorciado de mamona com feijão caupi é uma boa indicação para a agricultura familiar de subsistência.



REFERÊNCIAS

IBGE. **Indicadores IBGE**: estatística da produção agrícola. 2008. 32 p. Disponível em: ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Fasciculo_Indicadores_IBGE/lspa_200802caderno.zip. Acesso em: 26 de março de 2008.

KOURI, J.; SANTOS, R. F. dos; SANTOS, J. W. dos. **Evolução da cultura da mamona no Brasil**. In: I Congresso Brasileiro de Mamona: energia e sustentabilidade. Campina Grande: Embrapa. 2004. 6 p. Disponível em: http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/mamona/publicacoes/trabalhos_cbm1/167.PDF. Acesso em: 27 de setembro de 2007.

SEVERINO, L. S.; FERREIRA, G. B.; MORAES, C. R. de A.; GONDIM, T. M. de S.; FREIRE, W. S. de A.; CASTRO, D. A. de; CARDOSO, G. D.; BELTRÃO, N. E. de M. **Crescimento e produtividade da mamoneira adubada com macronutrientes e micronutrientes**. Pesq. Agrop. Bras., Brasília, vol. 41, nº 4, p. 563-568, abr. 2006.



Fotos: Shutterstock

Efeitos da temperatura e umidade do solo na produtividade do milho

SILVA, Antonio S.; SILVA, Ivandro de F. da

Escola Agrotécnica Federal de Senhor do Bonfim/BA

Palavras-chave: Restos Culturais; Precipitação Pluvial; Plantio Direto.

RESUMO

O solo, dependendo do sistema de manejo a que é submetido, pode ser preservado ou degradado. Nesse sentido, faz-se necessária a adoção de sistemas de manejo que protejam o solo e reduzam a temperatura e aumentem sua umidade para preservar seu potencial produtivo. O plantio direto poderia ser utilizado para essas finalidades, já que em outras regiões tem se mostrado viável na melhoria da conservação do solo, no controle da sua temperatura e no aumento do conteúdo de água do solo. Com o objetivo de encontrar um sistema de manejo do solo e de restos culturais mais adequado para a região Nordeste do Brasil, foi instalado um ensaio na Estação Experimental da Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba (EMAPA/PB), no município de Alagoinha/PB, tendo como cultura explorada o milho, três sistemas de manejo do solo na presença e ausência de adubação mineral com NPK,

Antonio Sousa Silva é agrônomo, mestre em manejo e conservação do solo e água pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB) e professor da Escola Agrotécnica de Senhor do Bonfim/BA.

Ivandro de França da Silva é doutor em manejo e conservação do solo e água pela UFRGS, pesquisador bolsista do CNPq/UFPB e professor do DSER/CCA/UFPB.

Esta pesquisa é parte da dissertação apresentada por Antonio Sousa Silva ao curso de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água – CCA/UFPB, Areia/PB.



representados por: plantio direto com guandu (PG), plantio direto (PD) e cultivo convencional (CC), utilizados por quatro anos consecutivos. Os resultados mostraram que a cada ano, nos sistemas PG e PD, ocorreu um acúmulo de resíduos culturais na superfície do solo, contribuindo, conseqüentemente, para diminuição da temperatura e aumento da umidade em relação ao sistema CC. A produtividade da cultura não diferiu entre sistemas de manejo, diferindo, porém, quando recebeu a adubação em relação ao tratamento não adubado. Pelos resultados, a precipitação pluvial foi o principal regulador da produtividade da cultura do milho no local.

Introdução

O solo, em função do manejo a que está submetido, é passível tanto de degradação quanto de melhoramento em seu potencial produtivo. Nesse sentido, numa exploração agrícola é fundamental o uso de sistema de manejo visando ao melhor aproveitamento de água, evitando-se taxas excessivas de escoamento superficial e de evaporação (MELO FILHO & SILVA, 1993).

A infiltração de água no solo é um dos aspectos mais importantes no sistema, pois, quanto maior a infiltração, menores serão as taxas de erosão e maior será a disponibilidade de água para a cultura; a água por sua vez, ajudará a diminuir e controlar a temperatura do solo. A resteva da cultura favorecerá o acúmulo de resíduos orgânicos e do húmus na camada superficial, agindo para reduzir as variações de umidade e temperatura (SIDIRAS & PAVAN, 1986; VIEIRA et alii, 1991).

A formação de uma boa cobertura favorecerá uma maior umidade do solo, evitará a incidência direta dos raios solares e diminuirá a evaporação, além de dificultar o escoamento superficial e favorecer a infiltração. O aumento da umidade e da proteção ao solo contribuirá para reduzir a temperatura do solo. O aumento nos teores de matéria orgânica aumentará, conseqüentemente, a disponibilidade de nutrientes do solo. No plantio direto, a cobertura morta que se acumula sobre o solo, de acordo com Muzilli (1985), presta-se para permitir os aspectos de melhoria do solo, contribuindo para um maior armazenamento de água, formando uma camada isolante, impedindo maior perda de água por evaporação e diminuindo a sua temperatura.

Sidiras et alii (1983), estudando o efeito de sistemas de preparo do solo (plantio direto, escarificação e convencional), no comportamento da umidade do solo e no rendimento da cultura durante três anos, concluíram que, na capacidade de campo, o solo cultivado em plantio direto apresentou na camada de 0-20 cm, uma diferença no teor de água de 4 a 5% superior ao preparo convencional e que o plantio direto proporcionou também um rendimento médio da cultura superior ao obtido no convencional em 33%.

Visto que a umidade e a temperatura do solo são fatores críticos na exploração do solo com culturas, objetivou-se avaliar o efeito do plantio direto nesses fatores, tendo como reflexo mais importante o comportamento da produtividade da cultura do milho em comparação com o cultivo convencional.

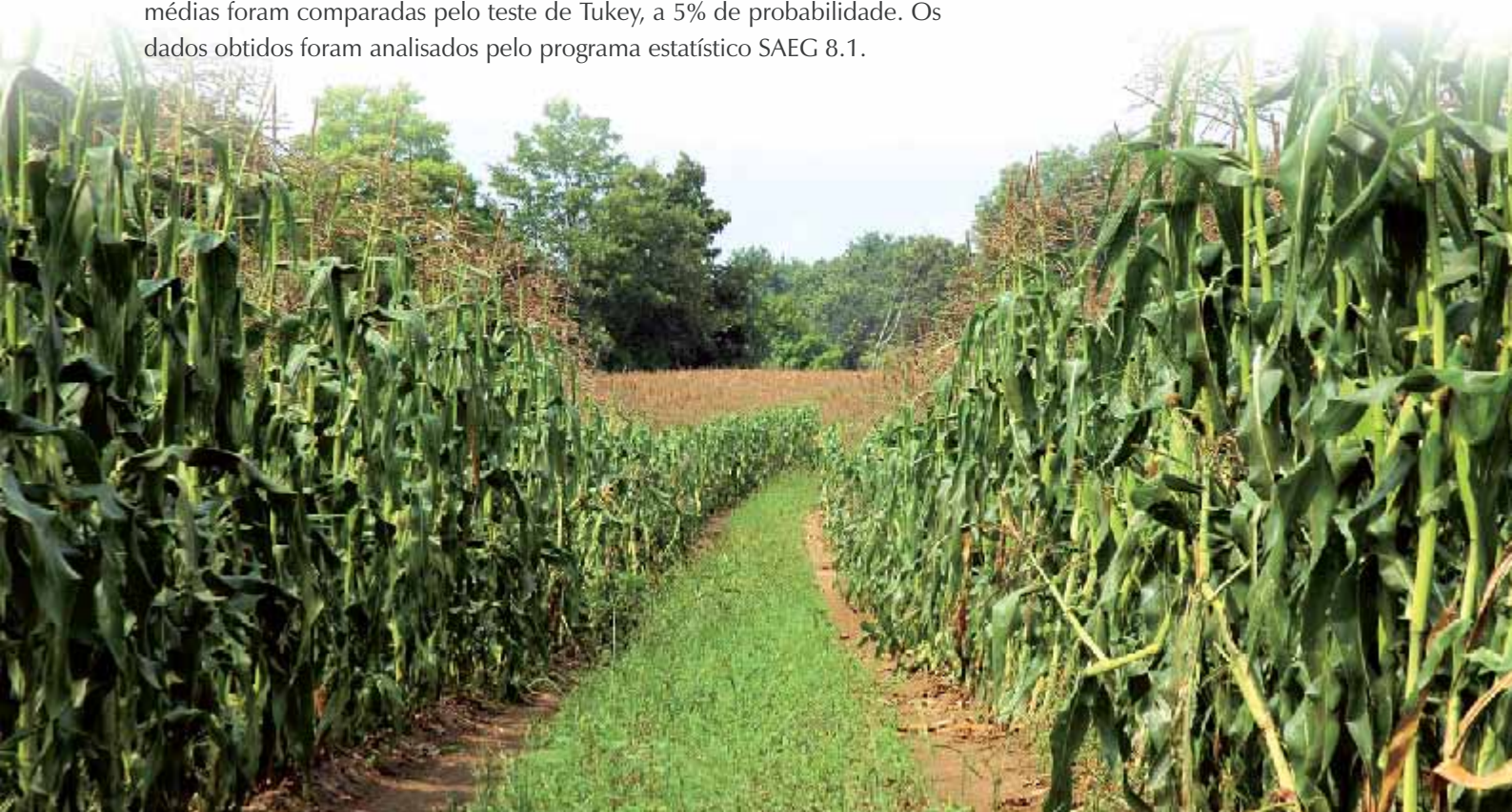
Materiais e métodos

O experimento foi conduzido na Estação Experimental da Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba (Emepa/PB), no município de Alagoinha/PB, microrregião de Guarabira, num solo classificado como luvisolo crômico pálico abruptico (EMBRAPA, 1999). As plantas utilizadas foram milho (*Zea mays*) e guandu (*Cajanus cajan*).

Os três sistemas de manejo de solo: plantio direto com guandu (PG), plantio direto (PD) e cultivo convencional (CC), foram conduzidos na presença e ausência de adubação com N-P-K. No sistema CC, utilizou-se limpas manuais de enxada, os resíduos culturais foram queimados e incorporados ao solo através de revolvimento com enxada. O PD se caracterizou pela manutenção dos resíduos culturais e uso de herbicidas para o controle de ervas daninhas. O sistema PG constituiu-se, além das operações realizadas no PD, de plantio em fileiras duplas de guandu nas extremidades da parcela, que duas vezes por ano eram podados a 25 cm do solo e sua fitomassa usada como cobertura de solo. O milho foi plantado em covas feitas com enxadas manuais no espaçamento de 1,0 m entre fileiras e 0,20 m entre covas na fileira nos três sistemas de manejo.

As amostras de solo para as análises de umidade foram coletadas uma vez por semana, coincidindo dia e horário, nas profundidades de 0-5, 5-10, 10-20 e 20-30 cm. As leituras de temperatura do solo foram realizadas com termômetros colocados na fileira central da parcela, na profundidade de 5 cm. Na determinação da percentagem de cobertura do solo, foi utilizado o método de transeção linear conforme metodologia de Sloneker & Moldenhauer (1977).

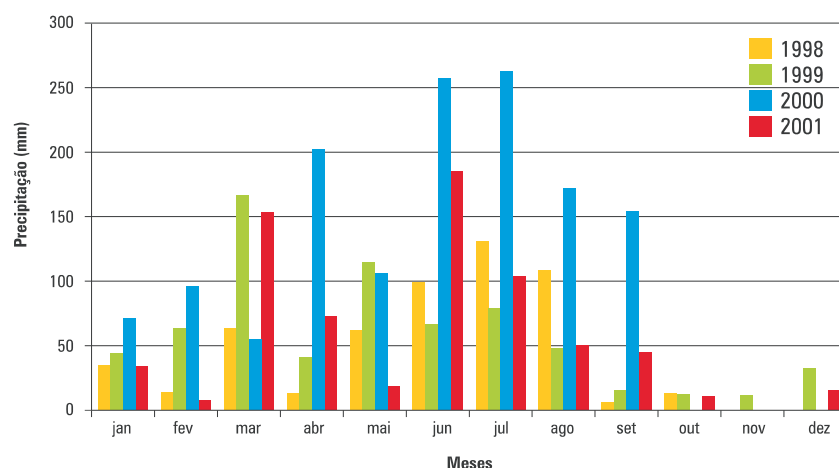
O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com três repetições com parcelas subdivididas no tempo e no espaço para a variável umidade, e parcela subdividida no tempo para as demais variáveis. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Os dados obtidos foram analisados pelo programa estatístico SAEG 8.1.



Resultados e discussão

Os dados de precipitação pluviométrica anual são apresentados na figura 1, para os anos de 1998 a 2001, correspondendo ao total anual de 531,3, 688,9, 1.373,4 e 690,8 mm, demonstrando a grande variabilidade na precipitação. Para Aldrich & Leng (1965), produções elevadas de milho são atingidas quando ao milho são disponibilizados de 650 a 750 mm de água. Informação de Fornasieri Filho (1992) mostra que a cultura do milho, para completar seu ciclo vegetativo e reprodutivo, em solos sem deficiência hídrica, consome 573 mm de água. Melo Ivo & Mielniczuk (1999) afirmam que a fenologia do milho é desenvolvida muito rapidamente e o consumo de água é bastante elevado. Desta forma, a água precipitada é pouca nos quatro anos analisados para atender às necessidades da cultura, principalmente quando avaliada sua distribuição durante o ciclo da cultura. Para as condições do Brasil, a falta de água durante o ciclo da cultura do milho torna-se o principal fator de queda de produção, uma vez que são milhões de hectares explorados em agricultura de sequeiro.

Figura 1. Precipitação pluviométrica mensal para os anos de 1998 a 2001



Na tabela 1 são apresentados os dados de produtividade de grãos de milho e os valores de umidade, temperatura e cobertura do solo nos diferentes sistemas de manejo. Dos resultados, observa-se que a presença ou a ausência de adubação proporcionou diferenças significativas entre produtividade de grãos, umidade e temperatura do solo, não afetando, porém, o comportamento da percentagem de cobertura.



Com relação aos anos de cultivo, observam-se acúmulos de resíduos na superfície do solo com o passar dos anos. No quarto ano, a produção de fitomassa foi beneficiada pela precipitação do ano anterior, elevando, assim, a percentagem de cobertura do solo por resíduos vegetais. Com isso, a temperatura do solo nos sistemas de manejo com cobertura (PG e PD) foram menores do que no sistema CC.

No ano de 2001, as temperaturas registradas no solo foram bem elevadas em comparação com os anos anteriores, embora apresentasse a melhor cobertura. Isso ocorreu por causa da baixa precipitação e ausência de umidade no solo, uma vez que, segundo Morote et alii (1990), a umidade do solo parece ser fator primordial no controle da temperatura, pois quando o solo está úmido, as variações de temperatura são diminuídas e as plantas apresentam melhor desenvolvimento.

Os sistemas PG e PD apresentaram maiores teores de umidade e menores de temperatura no solo que o CC. Klein et alii (2001) explicam que maiores quantidades de fitomassa, como cobertura do solo, promovem acúmulo de água retida. Para Schick (2000), a cobertura do solo forma um impedimento à perda de água por evaporação, por escoamento superficial e por erosão, disponibilizando maiores quantidades para a cultura, resultando, conseqüentemente, em menores temperaturas do solo.

Tabela 1. Efeitos dos tratamentos na cobertura vegetal, na umidade e temperatura do solo e na produtividade do milho, durante os anos avaliados

Tratamentos	Cobertura (%)	Umidade (%)	Temperatura (°C)	Produtividade (t ha ⁻¹)
Adubado	76,37 a	10,35 b	27,07 a	4,49 a
Não Adubado	76,41 a	10,84 a	27,50 b	3,12 b
PG	77,21 a	10,91 a	27,15 a	4,11 a
PD	75,57 a	10,74 a	27,12 a	3,96 a
CC	5,96 b	10,14 b	27,58 b	3,95 a
Ano 1998	52,89 c	10,33 b	24,25 a	3,76 c
Ano 1999	78,76 b	10,89 b	29,58 c	4,27 b
Ano 2000	77,37 b	14,57 a	25,15 b	4,84 a
Ano 2001	96,53 a	6,59 c	30,15 d	3,15 d

Obs.: Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

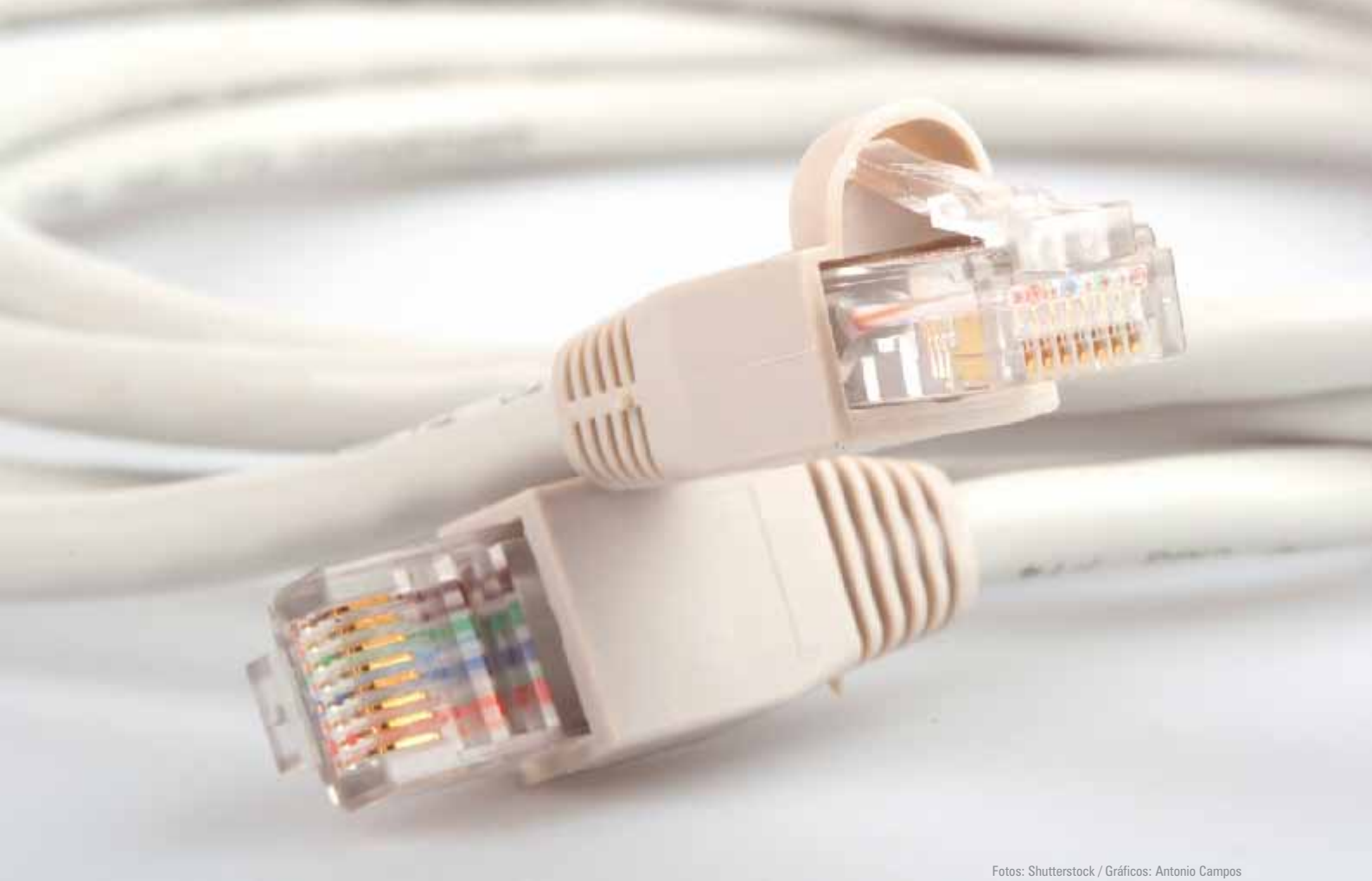
A produtividade do milho seguiu os valores de precipitação pluvial. Assim, a maior produtividade foi conseguida com a maior precipitação e a menor produtividade de milho ficou com o ano em que ocorreu menor precipitação. Na região Nordeste, as condições climáticas dificultam o aumento da produtividade. O possível efeito da alta cobertura vegetal do solo no quarto ano é suplantada pela falta de água precipitada, resultando em baixas produtividades. Verifica-se uma diferença de aproximadamente 54% na produtividade do ano com maior precipitação para aquele com menor precipitação.

Conclusões

1. A precipitação pluvial foi o principal fator na redução da produtividade da cultura do milho, contribuindo muito mais que os próprios sistemas de manejo.
2. Os quatro anos de cultivo foram insuficientes para que os sistemas de manejo promovessem mudanças na produtividade de grãos de milho.
3. Mesmo em situações restritas quanto ao regime pluviométrico, o acúmulo de cobertura do solo após quatro anos apresenta-se adequada e suficiente para instalação do sistema de plantio direto, contribuindo para aumentar os teores de umidade e reduzir a temperatura do solo.

REFERÊNCIAS

- ALDRICH, S. R. & LENG, E. R. **Modern corn production**. Cincinnati, F. N. Publishing crop. 307 p. 1965.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, Embrapa produção de informação; Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 412 p., 1999.
- FORNASIERI FILHO, D. **A cultura do milho**. Jaboticabal/SP: Funep, 273 p. il. 1992.
- KLEIN, A. V.; BARBOSA, R.; ANESI, A. L.; SIOTA, T. A. Retenção de água em restos culturais. **Eng. Agric.**, Jaboticabal, 21: 256-261, 2001.
- MELO FILHO, J. F.; SILVA, J. R. C. Erosão, teor de água no solo e produtividade do milho em plantio direto e preparo convencional de um podzólico vermelho-amarelo no Ceará. **R. Bras. Ci. Solo**, Campinas, 17: 291-297, 1993.
- MELO IVO, W. M. P.; MIELNICZUK, J. Influência da estrutura do solo na distribuição e na morfologia do sistema radicular do milho sob três métodos de preparo. **R. Bras. Ci. Solo**, Viçosa, vol. 23, p. 135-143, 1999.
- MOROTE, C. G. B.; VIDOR, C.; MENDES, N. G. Alterações na temperatura do solo pela cobertura morta e irrigação. **R. Bras. Ci. Solo**, Campinas, 14: 81-84, 1990.
- MUZILLI, O. **O plantio direto no Brasil**. In: Atualização em plantio direto. Campinas, Fundação Cargill, p. 3-16, 1985.
- SAEG. **Sistema para Análises Estatísticas**. Versão 8.1, Viçosa: Fundação Arthur Bernardes, 2000.
- SCHICK, J.; BERTOL, I.; BATISTELA, O.; BALBINOT JUNIOR, A. A. Erosão hídrica em cambissolo húmico aluminico submetido a diferentes sistemas de preparo e cultivo do solo: I Perdas de solo e água. **R. Bras. Ci. Solo**, Viçosa, 24: 427-436, 2000.
- SIDIRAS, N.; PAVAN, M. A. Influência do sistema de manejo na temperatura do solo. **R. Bras. Ci. Solo**, Campinas, 10: 181-184, 1986.
- SIDIRAS, N.; DERPSCH, R.; MONDARDO, A. Influência de diferentes sistemas de preparo do solo na variação da umidade e rendimento de soja em latossolo roxo distrófico (oxisol). **R. Bras. Ci. Solo**, Campinas, 7: 103-106, 1983.
- SLONEKER, L. L.; MOLDENHAUER, W. C. Measuring the amounts of crop residue remaining after tillage. **J. Soil water. Conserv.**, 32: 231-236, 1977.
- VIEIRA, S. R.; NASCIMENTO, P. C. do; SARVASI, F. O. C.; MOURA, E. G. de. Umidade e temperatura da camada superficial do solo em função da cobertura morta por resteva de soja em plantio direto. **R. Bras. Ci. Solo**, Campinas, 15: 219-224, 1991.



Fotos: Shutterstock / Gráficos: Antonio Campos

Análise experimental da influência de Redes PLC na qualidade da energia elétrica

BIONDI, Rafael B.; WANDERLEY, Augusto C. F.; CAMPOS, Antonio L. P. de S.; MOURA, João Maria da C.

Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio Grande do Norte

Palavras-chave: Redes domiciliares; Energia elétrica; Redes PLC.

Introdução

Uma demanda crescente por conectividade em ambientes domésticos vem surgindo devido à necessidade de compartilhar recursos e acesso à Internet em banda larga. Assim, o paradigma de redes domiciliares foi criado privilegiando características importantes como a onipresença de pontos de acesso à rede na residência (CAMPISTA, 2004). O grande mercado para os próximos anos em redes domiciliares é a interconexão, em rede e com qualidade de serviço, de equipamentos de áudio e vídeo. O custo é fator primordial em redes domiciliares e, conseqüentemente, a realização de obras civis para instalação de novos cabos pode ser decisiva na escolha da tecnologia a ser adotada.

Rafael Briani Biondi é aluno do Cefet/RN, do Curso Superior de Tecnologia em Automação Industrial. Suas áreas de interesse são Automação e Redes de Computadores.

Augusto César Fialho Wanderley é professor do Cefet/RN, mestre em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Tem realizado trabalhos na área de Qualidade e conservação de energia elétrica.

Antonio Luiz Pereira de Siqueira Campos é professor da UNED Zona Norte, do Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio Grande do Norte, doutor em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Tem realizado trabalhos na área de Eletromagnetismo e Comunicação de dados sobre a rede elétrica.

João Maria da Costa Moura é aluno da UNED Zona Norte, do Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio Grande do Norte, do Curso Subseqüente de Sistemas de Informação. Suas áreas de interesse são Programação e Redes de Computadores.



As redes domiciliares através da rede elétrica (Redes PLC – *Power Line Communication*) são uma alternativa de acesso que têm a grande vantagem de não precisarem de novos cabos para a comunicação. Redes domiciliares é a interconexão de dispositivos domésticos restritos a uma área residencial, limitada a 300 m. Prevêem-se aplicações de controle e monitoramento de eletrodomésticos, interconexão de computadores, aparelhagem de som e vídeo, telefonia (voz sobre IP) e compartilhamento de acesso a Internet em banda larga. Hoje o mercado está voltado para as aplicações de interconexão de computadores e acesso à Internet, enquanto para um futuro próximo espera-se poder atender a aplicações de vídeo.

A idéia de usar a fiação elétrica como meio de comunicação não é nova. Já em 1838, surgiu o primeiro medidor de consumo remoto. A fiação elétrica é um meio bastante hostil para comunicações de dados, e estas aplicações pioneiras somente foram possíveis por requererem baixas taxas de transmissão. Recentemente, surgiram as primeiras propostas de se utilizar complexas técnicas de modulação e correção de erros para permitir o aumento da taxa de transmissão. Isto possibilitou a interconexão de computadores e o compartilhamento de acesso a Internet usando a fiação elétrica, com isto, surgiu o Padrão HomePlug.

O padrão HomePlug (LEE, 2002) está em sua primeira versão e foi desenvolvido pela *HomePlug Powerline Alliance*. Este padrão define o método de acesso ao meio e especificações da camada física. Sua principal preocupação é a robustez da transmissão de dados para compensar as adversidades do canal. Segundo Pavlidou o meio elétrico tende a ser pior que o meio sem fio em termos de atenuação e ruído (PAVLIDOU, 2003).

Os principais fatores que dificultam a propagação de sinal são: a atenuação, o ruído e a distorção. Para resolver estes problemas o padrão HomePlug usa técnicas avançadas de modulação como o OFDM (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing*) e controle de acesso ao meio por CSMA/CA (*Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance*). O controle de acesso ao meio por CSMA/CA é geralmente utilizado, pois devido à atenuação, não é possível garantir a detecção de colisão (BINGHAM, 2003).

Este trabalho visa promover experimentos em um ambiente fechado, com a presença de transmissão PLC e sem a presença desta transmissão, para que se seja possível uma comparação de resultados, chegando à conclusão sobre os graus de interferência causados na rede elétrica e se estas interferências são capazes de prejudicar ou até mesmo interferir em um processo residencial ou produtivo. Os fatores analisados são a Taxa de Distorção Harmônica (THD) e um possível aumento na presença de frequências harmônicas.

Padrão Homeplug 1.0

A tecnologia PLC começou a ser utilizada na década de 1920 para transmissão de voz (modulação AM) em redes de alta tensão. Mais tarde começou a ser utilizada em aplicações de telemetria e controle. Apenas na década de 1990 foi criado o primeiro protótipo de um modem que trabalhava com uma taxa modesta de 60 bps e transmitia a uma distância máxima de 1 km. Dentre as principais melhorias do protótipo estão a capacidade de

transmissão bidirecional, a utilização de frequências mais elevadas e menores níveis de potência do sinal transmitido.

Até pouco tempo atrás não havia nenhum padrão para essa tecnologia, o que significa que cada empresa desenvolvia sua própria tecnologia PLC. A iniciativa de criar uma tecnologia unificada teve início com a criação do grupo HomePlug Alliance, formado por algumas das maiores empresas de tecnologia do mundo como LG, Motorola, Linksys, Intel, Samsung, Sharp, Texas Instruments, etc.

O padrão Homeplug 1.0 foi o primeiro padrão PLC desenvolvido pela HomePlug Alliance, um consórcio criado em 2000 composto de empresas de grande participação no mercado internacional de tecnologia como Linksys, Intel, LG, Samsung, Motorola, etc com o objetivo de criar um padrão para a tecnologia PLC. Esse protocolo foi concebido para distribuir internet em um ambiente residencial. Na verdade ele veio para tentar suprir um “vácuo” entre as tecnologias “com fio” e “sem fio”. Para conseguir essas taxas o padrão utiliza multiplexação OFDM com as modulações derivadas do PSK (*Phase Shift Keying*): DBPSK (*Differential Binary Phase Shift Keying*) e DQPSK (*Differential Quadrature Phase Shift Keying*). Enquanto que a modulação DBPSK consegue transmitir 1 bit por símbolo por portadora, o DQPSK consegue modular 2 bits por símbolo por portadora.

Na camada física o Homeplug 1.0 utiliza 128 subportadoras igualmente espaçadas ocupando a faixa de 0 a 25 MHz. Destas, apenas 84 são escolhidas depois de uma análise periódica do meio. Além disso, 8 subportadoras não são utilizadas devido à interferência de algumas delas nas transmissões de rádio amador, restando ao final 76 subportadoras.

Monitoramento dos parâmetros de qualidade da energia elétrica

O monitoramento da qualidade da energia elétrica deve ser realizado com o objetivo de caracterizar as variações na rede elétrica. Este monitoramento deve atender as seguintes atividades:

- conhecimento das instalações elétricas;
- escolha do(s) local(is) de instalação dos equipamentos de medição;
- duração e quantidade das medições;
- análise dos resultados das medições; e
- aplicação de soluções corretivas.

O conhecimento das instalações elétricas abrange o estudo dos diagramas unifilares e trifilares e a inspeção dos vários sistemas e tipos de cargas elétricas. A elaboração de um histórico dos distúrbios observados ajuda no planejamento das ações. O(s) local(is) de instalação dos equipamentos de medição permite determinar a abrangência do(s) problema(s), ou seja, até onde os seus efeitos são detectados. O primeiro local deve ser o quadro geral. Se apenas um equipamento é atingido seu circuito de alimentação deve ser analisado. O tempo de monitoração também é um fator importante, pois a duração dos fenômenos, é bastante diversificada. Aldabó afirma que para observar um problema devemos monitorar a tensão; para determinar a causa devemos monitorar a tensão e a corrente.





Devido a grande variedade de distúrbios relacionados à qualidade da energia elétrica, também é grande a quantidade de soluções adotadas para a sua correção. Dentre estas soluções podemos citar: equilíbrio das cargas elétricas, instalação de reguladores de tensão, supressores de surto, filtros, sistema de fornecimento ininterrupto de energia (UPS) etc.

Metodologia dos testes

Com o objetivo de analisar os efeitos produzidos por uma rede de computadores utilizando tecnologia PLC, na qualidade da energia elétrica do Cefet/RN, a metodologia adotada prevê várias medições dos parâmetros elétricos envolvidos. Estas medições foram realizadas na presença e na ausência de transmissões PLC. Os locais escolhidos para as medições, são:

- Quadro Terminal de Luz (QTL) do qual se origina o circuito elétrico de alimentação dos computadores;
- Quadro de Distribuição Geral (QDG) do laboratório de eletromecânica, o qual alimenta o QTL.

Fazendo as medições nestes quadros elétricos poderemos constatar até onde os possíveis distúrbios originados pelo uso da tecnologia PLC se propagam. Um diagrama unifilar simplificado das instalações elétricas envolvidas no roteiro acima pode ser visto na Figura 1.

O equipamento que será utilizado para realizar as medições será um analisador de energia elétrica, modelo 808, distribuído pela HOMIS. Este equipamento, além de medir as grandezas elétricas usuais (tensão, corrente, potência e energia), permite a medição de harmônicas, afundamento e elevação de tensão e transitórios. Através de um *software* fornecido com o equipamento podem-se visualizar em um computador todas as grandezas medidas pelo instrumento.

Figura 1. Diagrama unifilar das instalações elétricas envolvidas nas medições

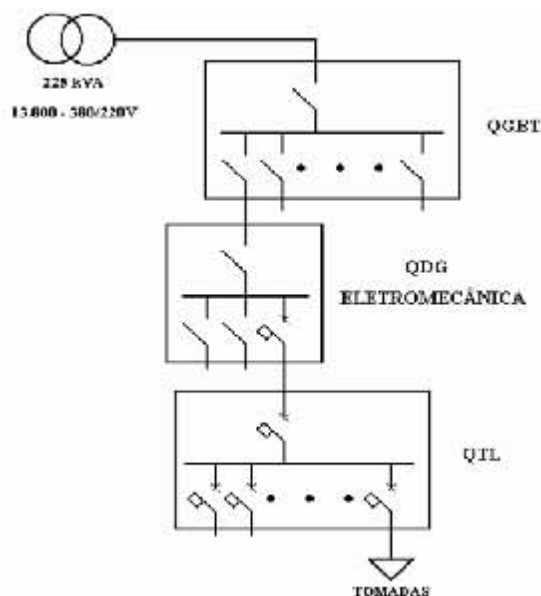
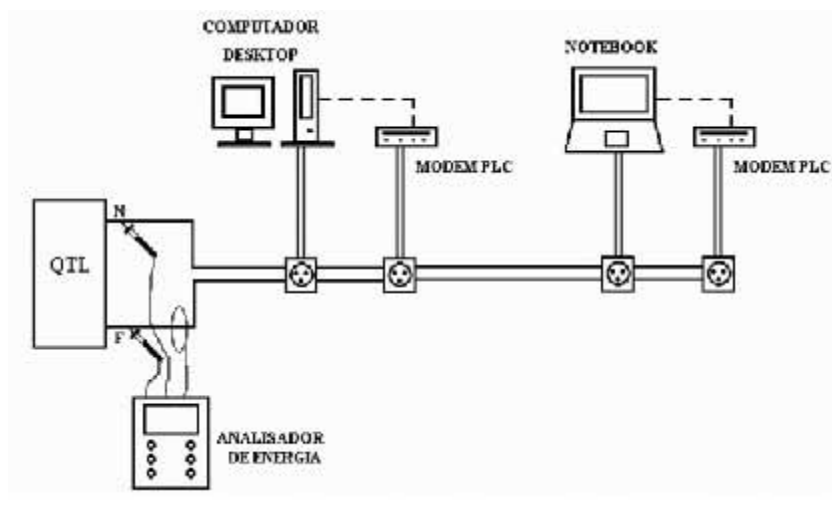


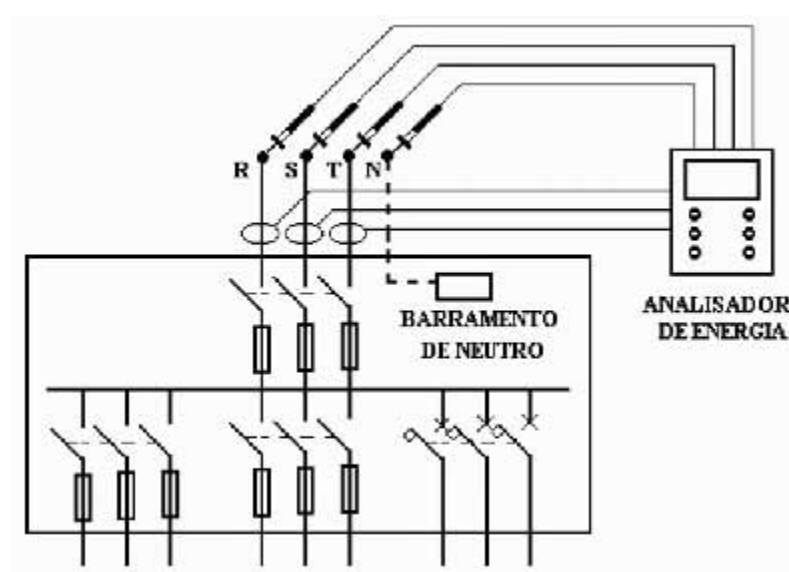
Figura 2. Diagrama para medição no QTL



O diagrama da Figura 2 ilustra como serão efetuadas as medições no QTL, no circuito que alimenta os equipamentos.

Medições serão realizadas nos quadros elétricos indicados na Figura 1, visando detectar possíveis distúrbios causados apenas por um computador e também quando os dois computadores estiverem ligados. Após estas medições, os modems serão conectados aos seus computadores e novas medições serão realizadas. A seguir, serão enviados entre os dois computadores arquivos de dados e novas medições serão feitas. Em todas as medições os dados serão armazenados no analisador de energia e somente depois serão analisados com o auxílio do *software*. Os resultados obtidos com estas medições podem sugerir a necessidade de fazê-las em outros pontos da instalação elétrica. A Figura 3 mostra o diagrama de ligação do analisador de energia em quadros trifásicos, como o QDG ELETROMECAÂNICA e o QGBT.

Figura 3. Diagrama para medição em um quadro trifásico



Análise dos resultados

Nesta seção são efetuadas análises gráfica e numérica dos dados obtidos a partir das medições efetuadas no sistema elétrico do Laboratório de Eletromecânica do Cefet/RN. Para esta análise foi escolhida a técnica das medianas, que consiste em se obter o valor central dos dados para representar toda a classe dos mesmos, provocando uma maior concordância dos resultados.

Primeiro, serão analisados os diagramas de espectros harmônicos presentes na tensão e na corrente das três fases do sistema elétrico e posteriormente as THD das mesmas fases, para que se possa chegar a alguma conclusão.

Para a primeira fase, os diagramas de espectro da tensão e da corrente são mostrados nas figuras 4 e 5, respectivamente. As figuras ilustram a THD antes e durante as transmissões PLC.

Figura 4. Diagrama espectral das harmônicas presentes na tensão da primeira fase até a 13ª harmônica

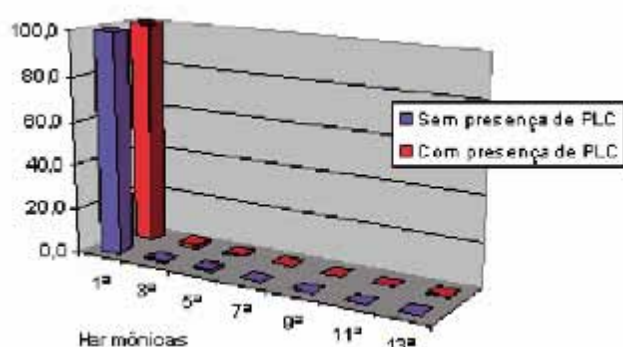
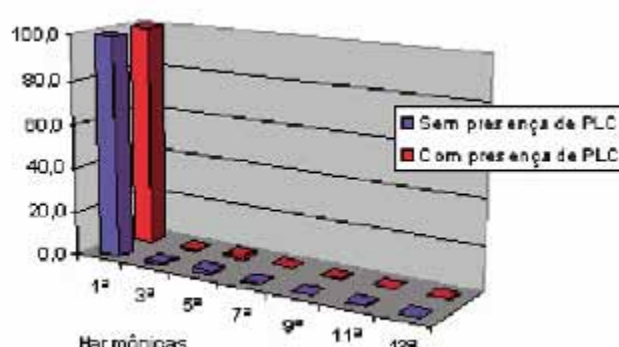


Figura 5. Diagrama espectral das harmônicas presentes na corrente da primeira fase até a 13ª harmônica



Nos diagramas ilustrados nas figuras 4 e 5 pode-se observar que as harmônicas presentes, tanto na tensão, como na corrente da primeira fase, não sofreram variações consideráveis a ponto de interferir ou até mesmo desestabilizar o sistema elétrico, tendo em vista que as mesmas sofreram variações menores que um ponto percentual.

Para a segunda fase, os diagramas de espectro da tensão e da corrente são mostrados nas figuras 6 e 7, respectivamente. As figuras ilustram a THD antes e durante as transmissões PLC.

Figura 6. Diagrama espectral das harmônicas presentes na tensão da segunda fase até a 13ª harmônica

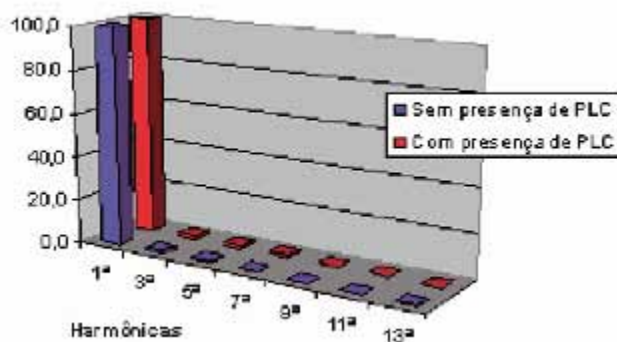
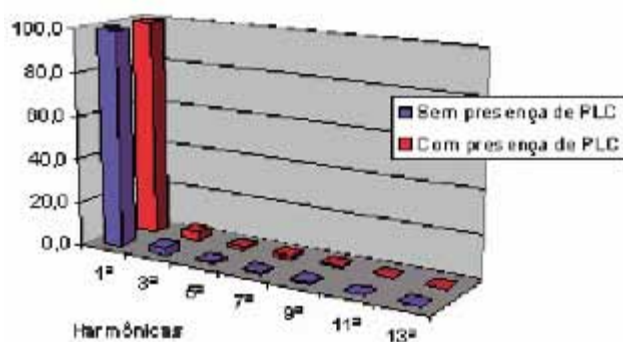


Figura 7. Diagrama espectral das harmônicas presentes na corrente da segunda fase até a 13ª harmônica



Para esta fase pode-se notar que também não houve taxas de variação consideráveis, como se pode observar nos diagramas, tendo em vista que a variação também não ultrapassa o valor de um ponto percentual.

Para a terceira fase, os diagramas de espectro da tensão e da corrente são mostrados nas figuras 8 e 9, respectivamente. As figuras ilustram a THD antes e durante as transmissões PLC.

Figura 8. Diagrama espectral das harmônicas presentes na tensão da terceira fase até a 13ª harmônica

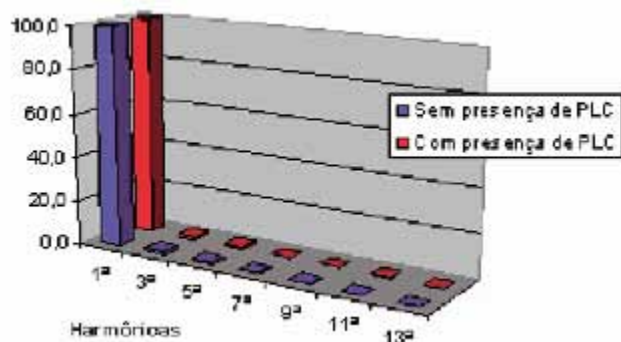
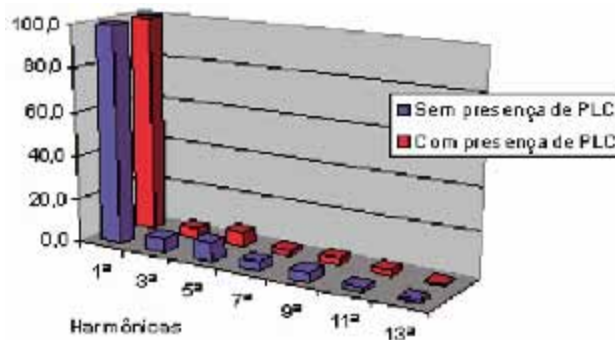


Figura 9. Diagrama espectral das harmônicas presentes na corrente da terceira fase até a 13ª harmônica



Para esta fase obteve-se uma taxa de variação maior do que um ponto percentual, porém a mesma se deu através de uma redução na presença de harmônicas durante a transmissão de dados e isto pode ser associado a algum fator externo. Sendo assim, pode-se concluir para essa fase que não foram obtidos valores significativos no aumento da presença de frequências harmônicas.

A Tabela 1 ilustra a análise das THD obtidas experimentalmente na tensão e na corrente das três fases, antes e durante as transmissões de dados na rede PLC.

Tabela 1. Valores de THD na tensão e na corrente das três fases, com e sem a presença da rede PLC

Parâmetro	V_1	I_1	V_2	I_2	V_3	I_3
THD total com Transmissão	2,1%	3,0%	2,1%	5,8%	2,1%	8,9%
THD total sem Transmissão	1,9%	3,0%	1,9%	6,7%	1,9%	13,6%

Como se pode perceber houve variações pouco perceptíveis na THD das três fases do sistema elétrico. Pôde-se observar uma variação um pouco maior na THD das correntes I_2 e I_3 . Entretanto, houve uma diminuição da THD o que leva a descartar a possibilidade de interferência originada da transmissão de dados PLC, tendo em vista que os valores que foram medidos durante as transmissões são menores do que os valores obtidos sem as transmissões. Este aumento na THD total está relacionado com fatores externos à rede PLC.

Conclusão

Após a análise dos dados pode-se perceber que as redes PLC não proporcionam aumento significativo nas Taxas de Distorção Harmônicas (THD) e na presença de frequências harmônicas dos sistemas elétricos nos quais as redes estão transmitindo. Foram analisados fatores de aumento na presença de harmônicas e na THD do sistema elétrico, deixando-se de lado outros fatores de qualidade de energia, assim um número maior de medições seria necessário para se ter uma melhor abrangência sobre o problema e uma análise mais precisa dos dados. Entretanto, este trabalho é um início para esta linha de pesquisa e seus resultados podem ser de bastante utilidade para pesquisadores que posteriormente decidam estudar as redes PLC e sua co-relação com os fatores de qualidade de energia.

REFERÊNCIAS

- ALDABÓ, R. **Qualidade na energia elétrica**. São Paulo: Artliber, 2001.
- BINGHAM, J. A. C. **Multicarrier modulation for data transmission: an idea whose time has come**. IEEE Communications Magazine, vol. 28, nº 5, 1990, p. 5-14.
- CAMPISTA, M. E. M. Uma análise da capacidade de transmissão na rede de energia elétrica domiciliar. In: **XXI Simpósio Brasileiro de Telecomunicações – SBRt 2004**, 2004, Belém.
- CANETE, F. et alii. **Modeling and evaluation of the indoor power line transmission medium**. IEEE Communications Magazine, 2003, p. 41-47.
- DAI, H.; POOR, V. **Advanced signal processing for power line communications**. IEEE Communications Magazine, 2003, p. 100-107.
- DOSTERT, K. M. **Frequency-hopping spread-spectrum modulation for digital communications over electrical power lines**. IEEE journal on selected areas in communications, vol. 9, nº 3, p. 700-710, 1990.
- DUGAN, R. C.; McGRANAGHAN, M. F.; BEATY, H. W. **Electrical power systems quality**. New York: McGraw-Hill, 1996.
- FERREIRA, H. C. et alii. **Power line communications: an overview**. IEEE Africon 4th Africon Conference, África, vol. 2, nº 4, p. 558-563, 1996.
- HUANG, H. et alii. **Development of an intelligent energy management network for building automation**. IEEE transactions on automation science and engineering, vol. 1, nº 1, p. 14-25, 2004.
- INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS. **IEEE Std. 519: IEEE recommended practices and requirements for harmonic control in electrical power systems**. New York, 1992.
- INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. **IEC 61004-4-30: Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-30: Testing and measurement techniques – Power quality measurement methods**. 2003.
- LEE, M. K. et alii. **HomePlug 1.0 Powerline Communication LANs –Protocol Description and Performance Results version 5.4**. International Journal of Communication Systems, 2002, p. 1-25.
- LIN, Y. J., LATCHMAN, H. A. e NEWMAN, R. E. **A Comparative performance study of wireless and power line networks**. IEEE Communications Magazine, vol. 41, nº 4, 2003, p. 54-63.
- PAVLIDOU, N. et alii. **Power line communications: state of the art and future trends**. IEEE Communications Magazine, 2003, p. 34-40.



Fotos: Shutterstock / Gráficos: Jucélio Costa de Araújo

Uso da realidade virtual na melhoria do processo de ensino da física

ARAÚJO, Jucélio C.

Centro Federal de Educação Tecnológica de Urutaí/GO

Unidade Descentralizada de Morrinhos

A educação é uma área ampla, na qual o conhecimento é um ativo que possui diversas formas de aquisição. Nessas diferentes maneiras de aprender, uma certeza é clara: trocar a abstração pelo real tem tido bons resultados. Com isso, a informática se torna um ponto forte de apoio, pois o uso do computador cria condições para que o aluno construa o seu conhecimento por meio da criação de ambientes de aprendizagem para uma melhor visualização e interação com o assunto apresentado. Nesse contexto computacional, a realidade virtual desponta como o melhor instrumento para a criação de cenários imaginados, podendo resolver o grande problema de abstração de alguns conteúdos, como, por exemplo, a física, área extremamente carente de procedimentos de simulação, pois é crescente a preocupação dos docentes pelo insucesso dos alunos na aprendizagem dessa disciplina.

O uso da realidade virtual¹ estende-se em várias áreas, uma em destaque é a educação, que é um dos campos mais vastos para sua aplicação. Em um país como o Brasil, no qual a demanda por ensino cresce a cada ano, a realidade virtual pode agir como fator impulsionador da divulgação de sistemas de simulação, como uma nova forma de ensino na disseminação do aprendizado. Na avaliação do sistema, foram feitas entrevistas com professores da rede pública e particular de ensino na área de física, especificamente do movimento harmônico simples (MHS), buscando, assim, enumerar os principais problemas encontrados pelos alunos durante as aulas desta matéria. Aplicou-se, também, um questionário aos alunos envolvidos dessas escolas, para se saber especificamente quais as principais dificuldades de aprendizado dentro deste conteúdo de física. Com estes métodos, detectou-se a dificuldade por parte dos alunos em visualizar os processos físicos de uma maneira mais concreta, pois as imagens estáticas (imagens em livros, ou apostilas) às quais eles estão acostumados davam apenas uma visão parcial do evento, fazendo com que os alunos tivessem uma interação menor com o fenômeno.

O movimento harmônico simples (MHS) é um tipo particular de movimento periódico oscilatório em que a partícula se move sobre uma reta, de modo que a intensidade da força que tende a levá-la ao ponto fixo cresce na mesma proporção em que aumenta o seu afastamento deste mesmo ponto fixo. O movimento harmônico simples pode ser visto como a projeção ortogonal do movimento circular uniforme (MCU) sobre qualquer reta. Por exemplo, se uma partícula descreve um MCU num plano vertical, a sombra da partícula descreve um MHS sobre uma linha vertical.

Na implementação do sistema, foi construído um protótipo para ser apresentado aos alunos para a comparação do nível de aprendizado da aula virtual em relação a uma aula comum, e outra aula com o uso de um ambiente virtual demonstrando o campo de atuação do movimento harmônico simples dentro do movimento circular. O ambiente virtual foi modelado na linguagem VRML, permitindo a interação do usuário com o mundo, havendo a necessidade da integração da linguagem VRML e Javascript, para uma melhora do nível de animação dos objetos participantes do evento, pois a linguagem VRML é limitada para atualizações automáticas no mundo virtual. Essa simulação trata do movimento harmônico simples aplicado no movimento circular uniforme.

Como pode ser visto nas figuras, existem três partículas, representadas por pequenos círculos, um deles está em cima da borda circular azul e os outros em um dos dois diâmetros. Tais diâmetros são perpendiculares entre si. Assim, uma partícula se movimenta de modo que, em intervalos de tempos iguais, o movimento se repete identicamente (movimento periódico). Assim, uma partícula estará em MHS quando se move sobre uma reta sob o efeito de uma força cujo módulo é proporcional ao afastamento da partícula de um ponto fixo sobre esta reta e dirigida para esse ponto. Uma força que, atuando sobre uma partícula, tem a propriedade de estar sempre dirigida a um ponto fixo, é chamada de força restauradora. A força que governa o MHS é uma força restauradora cujo módulo é proporcional ao afastamento da partícula do ponto fixo considerado.

1. Segundo Cláudio Kirner, em Sistemas de Realidade Virtual. Grupo de pesquisa em Realidade Virtual, Departamento de Computação – UFSCar, 1997. Documento disponível no endereço eletrônico: <http://www.dc.ufscar.br/~grv/>, acesso em: setembro 2005.

O ambiente foi apresentado a alunos e professores de uma escola pública e outra privada. O ambiente foi testado por cerca de 50 alunos dessas escolas, os quais que tinham dificuldades no conteúdo MHS da disciplina de física. Foi feita, inicialmente, a apresentação formal do ambiente, tanto para alunos quanto para professores, e a real finalidade desta demonstração. Primeiramente, foi ministrada uma aula nos moldes normais para alunos, com o envolvimento apenas de quadro e giz para a explicação do movimento harmônico simples. Em um outro momento, foi apresentado o mesmo conteúdo, porém com a utilização do ambiente virtual, mostrando o MHS em uma outra visão, na qual os alunos tiveram uma participação mais interativa com o ambiente. Após a apresentação do protótipo, todos os participantes responderam questionários apresentando suas opiniões referentes ao uso da realidade virtual dentro do ensino da física e apresentaram também sugestões em relação ao uso da realidade virtual no ensino do MHS. No geral, os resultados finais foram satisfatórios, pois 95% dos usuários do processo acharam que o aprendizado foi bem estimulado com o uso do ambiente virtual, e somente 5% acharam que tiveram alguma dificuldade no aprendizado do movimento harmônico simples utilizando ambientes virtuais, como é mostrado na tabela 1.

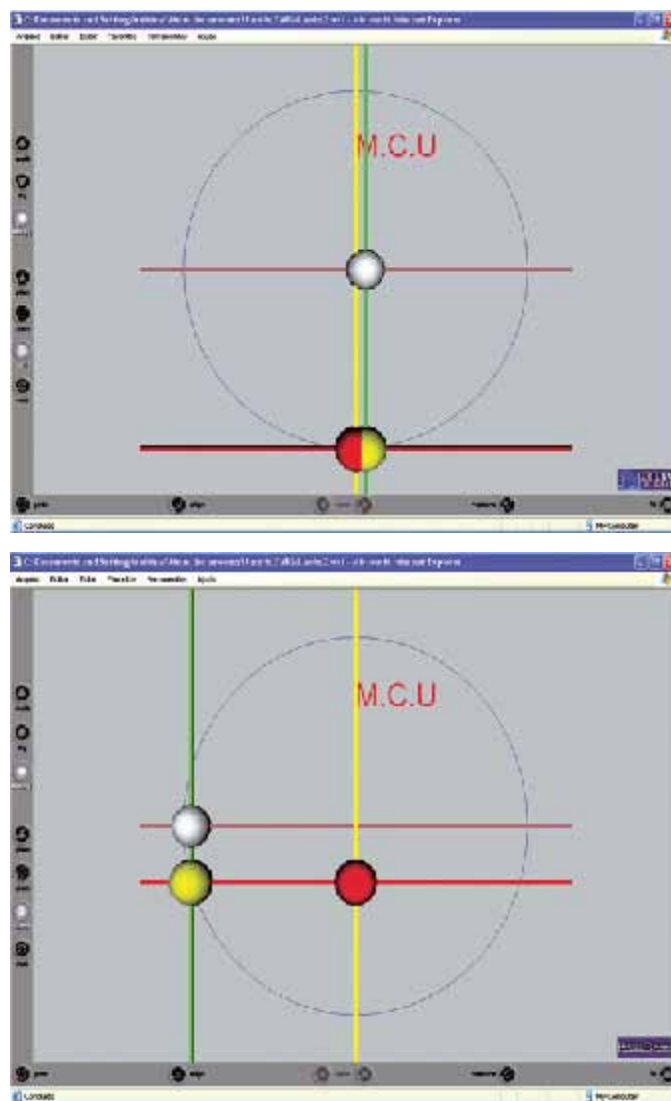


Figura 1. Imagens do aplicativo referente ao ponto de visualização da aplicação em RV

Tabela 1. Resultados do experimento do ambiente virtual de física em escolas públicas e particulares

Usuários do sistema	Quantidade	Aprovação ao uso do sistema	Rejeição ao uso do sistema
Professores	4	4	0
Alunos	90	86	4

A principal conclusão deste trabalho é a aplicabilidade da realidade virtual como instrumento capaz de melhorar e motivar alunos e professores no processo de ensino-aprendizagem de qualquer conteúdo. À medida que era feito o estudo sobre o assunto, ficou claro que hoje se busca sempre, na área da educação, meios para se poder ter um melhor aprendizado em relação às disciplinas, e, com isso, a tecnologia passa a ter um papel de fundamental importância em relação à qualidade de aprendizado. Contudo, as opiniões dos professores foram bem aceitas, pois os mesmos possuem um conhecimento bem concreto em relação ao assunto, porém, mais de 95% dos alunos tiveram a mesma opinião, fazendo com que a idéia realmente tivesse sucesso – o que nos torna responsáveis pela mudança dos paradigmas que existem atualmente dentro da educação.



Acessibilidade aos portadores de deficiência visual no uso do telefone celular

MARTINS, Ronan M.; KUHNEN, Igor A.

Centro Federal de Educação Tecnológica do Mato Grosso

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), no mundo, existem 45 milhões de pessoas com cegueira e 135 milhões com profunda deficiência visual. No Brasil, segundo a mesma fonte, essa taxa está na faixa de 1% a 1,5% da população, sendo que 80% possui deficiências comprometedoras da visão e 20% tem ausência total da visão. Esses dados reforçam a importância e a necessidade de oportunizar e aumentar o grau de acessibilidade dessas pessoas que, particularmente, precisam de uma linguagem própria para a comunicação fundamentada no uso dos sentidos humanos. O conhecimento dos sentidos humanos por um portador de deficiência visual se faz necessário para o entendimento das formas de adaptação e compensações que os mesmos necessitam.

A interação do homem com o ambiente é tão eficaz e espontânea que é difícil avaliar as complexas operações por trás até mesmo da experiência sensorial mais simples. Desse modo, os sentidos são usados sem se dar atenção ao ato de “utilizar”: o mecanismo da sensibilidade funciona de maneira espontânea, sem que haja esforço para isso. Nesse sentido, a tecnologia é um meio facilitador desta relação.

Com o propósito de mostrar tal relação, o presente trabalho ilustra os principais elementos tecnológicos envolvidos no desenvolvimento de um programa computacional que permite a interação entre o portador de deficiência visual com o telefone celular, especificamente, com as mensagens recebidas pelo telefone celular, isto é, assim que a mensagem é recebida, toca-se o som das palavras contidas na mensagem. Desta forma, o portador poderá receber mensagens de amigos, parentes, informativos, propaganda etc., e também utilizar normalmente outros recursos que o próprio aparelho dispõe.

O desenvolvimento desta aplicação ocorreu através da linguagem de programação Java e com o *J2ME Wireless Toolkit 2.2* para emulação e desenvolvimento do sistema. A figura 1 ilustra as tecnologias utilizadas no desenvolvimento do programa.

A figura 2 ilustra o emulador usado nos experimentos.

Este trabalho teve como finalidade primordial contribuir no sentido de proporcionar acessibilidade ao portador de necessidade visual com a tecnologia envolvendo o telefone celular¹. É um projeto de intuito social e, certamente, poderá obter ajuda de várias pessoas para o seu aprimoramento.

1. Todo o código fonte pode ser obtido com os seguintes contatos: ronan@inf.cefetmt.br ou igkuhnen@terra.com.br.

Figura 1. Estrutura tecnológica utilizada no desenvolvimento do programa computacional

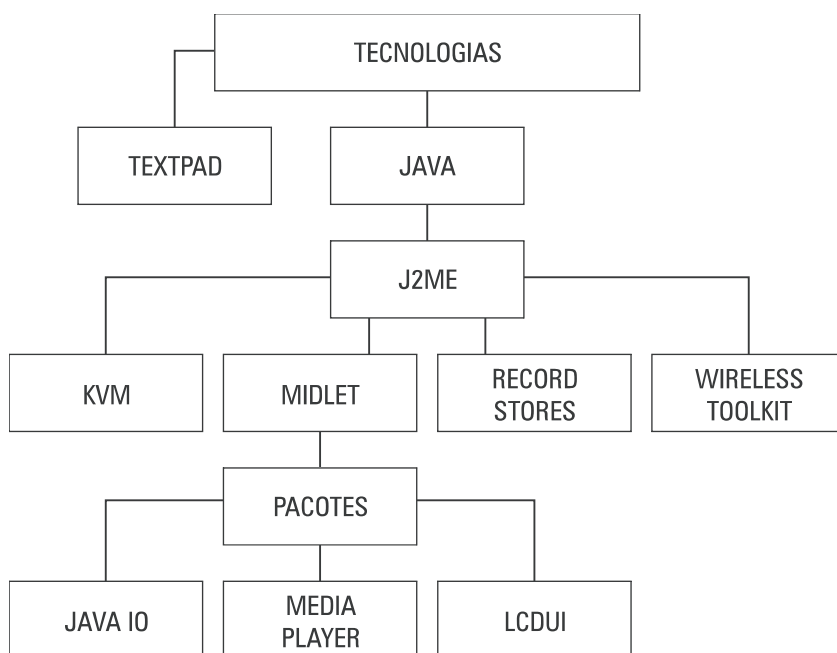


Figura 2. Emulador utilizado



BA

Efeitos da temperatura e umidade do solo na produtividade do milho

Antonio Sousa Silva
sousaantonio@bol.com.br
Ivandro de França da Silva
ivandro@cca.ufpb.br

Escola Agrotécnica Federal de Senhor do Bonfim

Estrada de Igara, Km 04 – Zona Rural
Senhor do Bonfim/BA
CEP: 48970-000
Telefones: (74) 3541-3676 / 3382
Fax: (74) 3541-3676
E-mail: e-agrot@ifrnet.com.br

Escola de Guanambi lança cultivar resistente a fungos

Sérgio Luiz Rodrigues Donato
Alessandro de Magalhães Arantes

Escola Agrotécnica Federal

Antônio José Teixeira
Zona Rural – Distrito de Ceraíma
Guanambi/BA – Caixa Postal: 009
CEP: 46430-000
Telefone: (77) 3493-2100
Fax: (77) 3493-2099
E-mail: dde@eafajt.gov.br
Site: www.eafajt.gov.br

GO

Uso da realidade virtual na melhoria do processo de ensino da física
Jucélio Costa de Araújo
Juccaraujo@yahoo.com.br

Centro Federal de Educação Tecnológica de Urutai/GO

Faz. Palmital, Km 2,5 – Zona Rural
Urutai/GO – CEP: 75790-000
Telefone: (64) 3465-1900
Fax: (64) 3465-1903
Site: www.cefeturutai.edu.br

Unidade de Ensino

Descentralizada de Morrinhos
Rod. BR 153, Km 1413 – Zona Rural
Morrinhos/GO – CEP: 75650-000
Telefones: (64) 3413-2112 / 2126
Fax: (64) 3413-2122

MG

Produtividade de três cultivares de mamona em consórcio com feijão caupi, com e sem adubação

Gustavo Haddad Souza Vieira
ghsv2000@yahoo.com.br
Nívio Poubel Gonçalves
nivio@epamig.br
João Carneiro Filho
joacarneirofilho@yahoo.com.br
Marco Aurélio Caldeira Torres
ctnm@epamig.br

Centro Federal de Educação Tecnológica de Januária

Estrada Januária, s/nº
Fazenda São Geraldo – Zona Rural
Januária/MG – CEP: 39480-000
Telefone: (38) 3621-1100 / 2108
E-mail: dg@cefetjanuaria.edu.br
Site: www.cefetjanuaria.edu.br

MT

Acessibilidade aos portadores de deficiência visual no uso do telefone celular

Ronan Marcelo Martins
ronan@inf.cefetmt.br
Igor Antonio Kuhnen
igkuhnen@terra.com.br

Ensino aliado à tecnologia

Ghilson Ramalho Corrêa
ghilsonr@terra.com.br

Centro Federal de Educação Tecnológica do Mato Grosso

Rua Prof. Zulmira Canavarros, 95
Centro – Cuiabá/MT
CEP: 78005-390
Telefones: (65) 3264-5635 / 3314 / 3500
Fax: (65) 3322-6539
E-mail: gabinete@cefetmt.br
Site: www.cefetmt.br

PB

Pesquisa incorpora microondas em processos industriais

Augusto Fonsêca
alabr@uol.com.br
Adriana Almeida Silva
cptech@bentonisa.com.br

Centro Federal de Educação Tecnológica da Paraíba

Av. 1º de Maio, 720
Jaguaribe – João Pessoa/PB
CEP: 58015-905
Telefones: (83) 3208-3000 / 3241-4408
Fax: (83) 3208-3088
E-mail: cefetpb@cefetpb.edu.br
Site: www.cefetpb.edu.br

PE

Sonda diminui seqüelas do câncer de mama

Iran José Oliveira da Silva
iranjsilva@ig.com.br

Centro Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco

Av. Prof. Luiz Freire, 500 – Curado
Recife/PE – CEP: 50740-540
Telefones: (81) 2125-1600 / 1604
Fax: (81) 3271-2338
E-mail: etfpe@cefetpe.br
Site: www.cefetpe.br

PI

A metrologia no cotidiano e suas principais funções

Danilo Cavalcante Braz
cavalte@yahoo.com.br
Carlos Alberto Lopes Fonteles
carlosfonteles@ig.com.br
Ayrton de Sá Brandim
brandim@click21.com.br

Bioinformática estrutural aplicada à farmacogenética

Ricardo Martins Ramos
ricardomartinsramos@gmail.com
Ayrton de Sá Brandim
brandim@click21.com.br
Hermes Luís Neubauer de Amorim
hlnamorim@yahoo.com.br

Centro Federal de Educação Tecnológica do Piauí

Praça da Liberdade, 1597 – Centro
Teresina/PI – CEP: 64000-040
Telefone: (86) 3215-5224
Fax: (86) 3215-5206
E-mail: cefetpi@cefetpi.br
Site: www.cefetpi.br

Classificação de falhas em máquinas rotativas utilizando redes neurais artificiais

Darley Fiácrio de Arruda Santiago
darley@cefetpi.br;
darleyarruda@bol.com.br
Jorge Nei Brito
brito@ufsj.edu.br
Robson Pederiva
robson@fem.unicamp.br

Utilização da flora nativa com potencial econômico

Maria Edileide Alencar Oliveira
mealencar@gmail.com
Pollyana Kelly Siqueira Sousa
pollyana.siqueira@gmail.com;
pollyana.siqueira@hotmail.com

Unidade de Ensino

Descentralizada de Floriano
Rua Francisco Urquiza Machado, 462
Meladão – Floriano/PI
CEP: 64800-000
Telefones: (89) 3515-2234 / 2239
Fax: (86) 3515-2234
E-mail: floriano@net.com.br
Site: www.cefetflo.edu.br/uned-floriano

PR

A trajetória de uma empresa incubada no hotel tecnológico: o caso ForLogic Software

Márcio Jacometti
mjacometti@cp.cefetpr.br
Jeison Arenhart De Bastiani
jeison@forlogic.com.br
Diogo Arenhart Marinho
diogo@forlogic.com.br

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Campus Cornélio Procopio
Avenida Alberto Carazzai, 1640
Cornélio Procopio/PR
CEP: 86300-000
Fone: (43) 3520-4000
Fax: (43) 3520-4010
Site: www.cp.cefetpr.br

RN

Análise Experimental da Influência de Redes PLC na Qualidade da Energia Elétrica

Augusto César Fialho Wanderley
augusto@cefetrn.br
Antonio Luiz P. de Siqueira Campos
antonioaluz@cefetrn.br
Rafael Briani Biondi
João Maria da Costa Moura

Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio Grande do Norte

Av. Senador Salgado Filho, 1559
Tirol – Natal/RN – CEP: 59015-000
Telefone: (84) 4005-2600
Fax: (84) 4005-9728
E-mail: gabinete@cefetrn.br
Site: www.cefetrn.br

RS

Alternativas de minimização dos impactos ambientais da silvicultura nas microbacias do Rio Grande do Sul

Fernando Riefel Guimarães
ferrirefel@hotmail.com
Jocelito Saccol de Sá

Centro Federal de Educação Tecnológica de Pelotas

Praça 20 de Setembro, 455 – Centro
Pelotas/RS – CEP: 96015-360
Telefone: (53) 2123-1005
Fax: (53) 2123-1006
E-mail: webmaster@cefetrn.br
Site: www.cefetrn.br

