



SISTEMA ESPECIALISTA NO MONITORAMENTO DE PRODUTOS FLORESTAIS NÃO MADEIREIROS: CONTEÚDOS DA ENGENHARIA PARA UM CAMINHO NA TRANSVERSALIDADE

Márcia Joana Souza Monteiro – marjoan475@gmail.com

Paulo Luiz Contente de Barros – paulo.contente@ufra.edu.br

Francisco de Assis Oliveira – francisco.oliveira@ufra.edu.br

André das Neves Carvalho – anc.ambiental@gmail.com

José Felipe De Almeida – felipe.almeida@ufra.edu.br

Otávio Andre Chase – otavio.chase@ufra.edu.br

Marcos Henrique Kumagai Sampaio – mhsampaio@gmail.com

Universidade Federal Rural da Amazônia, PPGCF & Laboratório de Sistemas Ciberfísicos

Avenida Presidente Tancredo Neves, Nº 2501

66.077-901- Belém - Pará

Almir Tavares Lima Neto – almirtavares@ufpa.br

Carlos Tavares da Costa Júnior – cartav@ufpa.br

Universidade Federal do Pará, Engenharia Elétrica

Rua Augusto Corrêa, Nº 01

66075-110 - Belém - Pará

Mário Augusto Jardim – jardim@museu-goeldi.br

Museu Paraense Emilio Goeldi, Coordenação de Botânica

Av. Magalhães Barata, Nº 376

66.040-170 - Belém - Pará

Resumo: *Este texto apresenta um trabalho de conhecimentos transdisciplinar em que participam alunos e professores de Engenharia e das Ciências Florestais. Como resultado desta interação, foi desenvolvida uma atividade de monitoramento ambiental que levou em consideração os saberes locais da comunidade da Área de Proteção Ambiental – APA Algodão/Maiandeuá, sobre Produto Florestal não Madeireiro - PFM. Com isto, a Engenharia deu suporte computacional, com o uso da técnica de um Sistema Especialista, ao desenvolvimento das atividades das Ciências Florestais. Nesta proposta também se insere o ensino básico e, como tema central, apresenta o repasse de conhecimentos aplicados, na formação de alunos e seu envolvimento com o contexto sócio-cultural-ambiental de sua região.*

Palavras-chave: APA Algodão/Maiandeuá, Monitoramento Ambiental, PFM, Sistema Especialista.

1. INTRODUÇÃO

O Conhecimento envolve procedimentos, técnicas, posturas e visões adotadas em seu processo de repasse e aplicação (DA SILVA *et al.*, 2010). E, principalmente, demanda de

Realização:

 **ABENGE**

Organização:



**O ENGENHEIRO
PROFESSOR E O
DESAFIO DE EDUCAR**



confrontos de perspectivas, esforço participativo, competências de aprendizagem e avaliação de experiências. Neste sentido, relacionado aos aspectos cognitivos, requer devida agregação de saberes, para os quais, em muitas situações, não é difícil se deparar com limitações decorrentes de um ensino fragmentado e reducionista (ALMEIDA, *et al.*, 2008).

O final do Século XX e o início do Século XXI impuseram uma nova ordem às questões ambientais globais, sociais e os decorrentes impactos na vida natural e humana do planeta (ECO21, 1992). O diálogo agora estabelecido é em busca de novas teorias da natureza que permeiem possíveis conceitos baseados no fato de que o “homem está na natureza e a natureza está no homem” (BERTALANFFY, 1973). Esta interação Karl Marx já havia escrito em seus manuscritos econômico e filosófico de 1844, ao explicar que o homem vive da natureza e que a natureza é o seu corpo, exigindo que o homem mantenha um diálogo constante com a natureza (MORIN, 2008).

No âmbito da Educação em Engenharia, a busca de uma nova ordem de pensamento, exige abrirem-se os caminhos para os métodos transdisciplinares que captem aspectos fundamentais a existência do homem como ser natural e físico, capaz de entender o seu ambiente natural, o qual não permite fragmentações (MORUZZI, 2010). Assim, na tentativa de superar as práticas de um modelo tradicional, aquele que fragmenta conteúdos, deve ter como meta encontrar novos métodos de ensino que possam, em algum momento do processo de aprendizagem, permitir elos de ligação entre as diversas áreas do conhecimento. Esta experiência é válida, portanto, não somente para a Engenharia, mas para os diversos cursos de formação acadêmica oferecidos.

Entre os conhecimentos das Ciências Florestais, por exemplo, podem estar focadas a caracterização de um ambiente de Floresta e a identificação de espécies vegetais específicas. A partir destas informações, com o uso de metodologia adequada, associado a conhecimentos da Engenharia, na obtenção de dados climáticos coletados com uso de sensores, pode-se ter uma técnica de gerar um banco de dados sobre a dinâmica de determinada área a ser preservada. Os dados obtidos por sensores, correspondentes às espécies identificadas, podem ainda estar associados às suas localizações geográficas usando *Global Positioning System* (GPS). Cabe dizer que, estes dados quando incluídos em um banco de dados podem servir para o mapeamento de todas as outras espécies que foram requeridas na observação. Além disto, servem ainda para detectar padrões em áreas desmatadas, passivas de reflorestamento com espécies nativas daquele *habitat*.

Com este pensamento, este trabalho trás como objetivo apresentar um precípuo de atividades acadêmicas em que a transversalidade de conhecimentos está na base de sua execução. De fato, este texto descreve um tema o qual leva em conta a visão sistêmica (BERTALANFFY, 1973) na interação entre conteúdos que fazem parte das Engenharias correlatas a estudos computacionais, técnicas de geoprocessamento e as Ciências Florestais. Consideram-se, também, os aspectos subjetivos humano dos saberes locais de populações tradicionais moradores em áreas de biodiversidade e clima caracterizado pelas particularidades específicas do ambiente o qual convivem, no caso o ambiente amazônico. Neste contexto, é importante destacar dois pontos relevantes: primeiro, a contextualização geral da abordagem, suas metas e resultados obtidos; e, segundo, o conhecimento transversal contemplado na visão sistêmica (BERTALANFFY, 1973) de conteúdos da Engenharia e das Ciências Florestais. Destaca-se, assim, a importância desta interação na identificação/solução de um problema relacionado à biodiversidade e aos saberes locais tradicionais. Portanto, esta abordagem norteia conteúdos disciplinares objetivando conhecimentos aplicados na formação do alunado de forma participativa na realidade socioambiental de sua região.



O cenário escolhido para a execução destas atividades foi a APA Algodão/Maiandeuá. O desenvolvimento da proposta permeia ambientes diversificados de vegetação de restinga, dunas, campo e manguesais. Estes ambientes pertencem ao convívio do cotidiano da comunidade de seu entorno e a vegetação ali existente oferece a possibilidade de uso de produtos extrativos por eles conhecidos. De uma forma geral, serão descritos no decorrer das seções que se seguem no texto, todos os passos que fundamentam a importância deste tipo de metodologia, capaz de envolver professores e alunos do ensino básico e de graduação, inserindo-os em estudos relativos a uma área de proteção ambiental. Assim, um dos focos deste trabalho está concentrado no extrativismo de uso e bens dos produtos florestais não madeireiros – PFNMs.

2. O CONCEITO DE PRODUTO FLORESTAL NÃO MADEIREIRO – PFNM

O extrativismo de PFNM, no sentido mais elementar é uma maneira de produzir bens no qual os recursos naturais úteis são retirados diretamente da sua área de ocorrência natural (FIEDLER, 2008). Por ter a floresta como fonte destes recursos, esta prática se diferencia de outras atividades extrativistas, tais como a agricultura, a caça e a pesca. De uma forma mais específica, é a coleta de produtos vegetais – exceto a madeira – associada a saberes populares locais, transmitidos ao longo de suas gerações pelos participantes de uma determinada comunidade. Assim, este exemplo clássico de atividade extrativa é prática integrante dos costumes da Amazônia e é, ainda, a maneira mais significativa pela qual constroem suas inter-relações sociais (FRAXE *et al.*, 2007).

Usualmente, toda a tecnologia empregada nessa maneira de extrativismo elementar é simbólica ou empírica. De certa forma, a relação com os recursos explorados não necessita de maneiras complexas ou mediações capazes de permitir modificações em seus hábitos e costumes já garantidos. Outrossim, as adaptações às suas necessidades, até ocorrem, contudo, suas experiências são baseadas principalmente na intuição e assim tendem a evoluir.

Em geral, a visão sistêmica (BERTALANFFY, 1973) de observação da natureza, como ocorre nas descobertas empíricas intuitivas sobre o uso da floresta por grupos sociais amazônicos, permite descobertas similares ao modelo da Ciência. Vale ressaltar que, este saber tipicamente elementar, constitui-se como fronteira da base de pesquisas da indústria milionária de alguns medicamentos farmoquímicos, as quais têm procedências de plantas conhecidas e de uso eficaz. Isto pode ser comprovado pelos resultados de determinadas práticas de uso da comunidade e que algumas vezes servem como base de pesquisas comprovadas, pelo uso químico de compostos ativos em determinadas espécies vegetais.

Portanto, o conceito de PFNM se caracteriza como saberes da vida, principalmente, por seu modo de uso da flora, pois a produção de bens é conceitualmente entendida como renovável. Assim, os bens produzidos são repostos por processos naturais numa escala de tempo compatível com a cultura de determinado grupo social. Esta maneira de renovação natural dos estoques é fundamental para o próprio conceito de sustentabilidade, pois é ela que garante uma produção contínua. A partir disto, o homem da Amazônia fez do seu ambiente um objeto conceitual de referência necessário à sua sobrevivência e produziu um espaço interativo, onde as suas ações se refletem e se perpetuam ao longo de todo o conhecimento acumulado que é repassado aos seus descendentes, em uma visão essencialmente sistêmica. Em outras palavras, sua integração sociocultural o estimulou a dialogar com a natureza e a respeitá-la como patrimônio comum.

Os estudos sobre a utilização de PFNMs, na Amazônia, são recentes, embora sua prática mantida por grupos sociais seja muito bem conhecida desde as etnias pré-coloniais que ali



habitavam (LEITE, 2001). Essa preocupação surgiu a partir dos vários temas em debates mais amplo referente ao destino das florestas amazônicas. Nesse sentido, surgiram por pressões de movimentos ambientalistas, governos de países desenvolvidos e pelas preocupações, de Universidades no mundo. Couberam assim, preocupações com as práticas e políticas tidas como ameaçadoras à integridade das florestas tropicais – em particular, o Brasil. Um exemplo é o Programa de Integração Nacional lançado pelo regime autoritarista militar nas décadas dos anos 60 e 70, o qual lançou uma série de políticas que tinham como pano de fundo o desflorestamento (SOUSA, 2006) – e que ainda existe, agora em sua versão atualizada, conhecida como Código Florestal. Em decorrência disto, começaram as discussões e propostas sobre a formulação do conceito econômico, fundiário, legal, comunitário e, por fim o conceito de sustentabilidade. Assim, o tema “Amazônia” ganhou destaque nas discussões contemporâneas sobre o destino de sua floresta, igualmente as florestas tropicais em geral.

Algumas considerações devem ser feitas com relação ao processo extrativista de PFNM e à expectativa de geração de renda às populações tradicionais. Ressalta-se, também, que existe diferença entre a prática cultural de PFNM, como maneira de uso e bens de subsistência, e a perspectiva de geração de economia voltada para o setor industrial (FRAXE *et al.*, 2007). Relacionado à geração de renda, é importante observar não apenas possibilidade da excessiva exploração de determinados recursos, porém, resta o detalhe de que este recurso natural pode ser meramente exportado da região produtora sem qualquer processamento industrial – mantendo ou não estritas condições para a preservação de suas características naturais. Por sua definição, economia local é considerada extrativista em consequência do fato de não processar seus bens localmente, ou seja, os insumos retirados da natureza são levados *in Natura*. Assim, passam a transferir para outras regiões, ou mesmo outros centros, os seus benefícios, ligando-os a manufatura do setor secundário ou terciário, seja por processo industrial ou por comercialização da cadeia de produtos finais. Isto faz com que essas populações sejam excluídas ou superficialmente participantes da geração de renda justa e de valorização de seus bens.

Considera-se que ações participativas de setores de pesquisa são fundamentais no problema da preservação da flora Amazônica. Mas, sem esquecer os costumes e hábitos de suas populações tradicionais coexistentes a este cenário. Quando visto por este ângulo, pouca coisa ainda se pode encontrar na literatura sobre a busca de manter vivo este saber empírico dedutivo. E, entre estes poucos, está o trabalho desenvolvido em (COELHO-FERREIRA & JARDIM, 2005), o qual trata sobre espécies vegetais usadas pelos moradores da APA Algodão/Maiandeuá. Este tipo de trabalho registra conhecimentos locais de populações tradicionais, ameaçados pelo modelo predatório de ocupação e exploração econômica, principalmente o turismo.

Cabe aqui, uma pequena ressalva para diferenciar a pesquisa acadêmica reducionista (POPPER, 1975) e aquela que parte da visão sistêmica (BERTALANFFY, 1973) encorpada aos moldes dos sistemas complexos (MORIN, 2008). No modelo reducionista, muitos artigos, dissertações e teses, sobre este assunto, têm sido elaborados, defendidos e publicados. Em geral, estes trabalhos são feitos para atender a sobrevivência de determinados programas de pesquisa, em termos de produção acadêmica, mas que nada contribuem para a população consultada e habitante da floresta, servindo apenas para atualização de referências bibliográficas. E, os casos mais graves são aqueles que visam diminuir estes conhecimentos em favor da indústria, como é o caso da indústria farmacêutica, contrapondo-se aos conhecimentos tradicionais sobre a flora medicinal, por exemplo.



3. SISTEMA ESPECIALISTA DE AQUISIÇÃO DE DADOS AMBIENTAIS

Aquisição de dados significa obter informação de algum processo físico através de medição. Os valores medidos são, todavia, digitalizados de forma a permitir a aplicação de algum tipo de processamento matemático, o qual irá torná-lo compatível, para fim de comparação, com medidas padronizadas. Após isso é feita a análise e armazenamento destes dados. Um sistema de aquisição de dados comumente usado em processos de automação do tipo industrial ou agrícola é o *Datalogger* (BRAGA, 2008). O *Datalogger* é um equipamento destinado a executar a aquisição e gravação de informações durante um período de tempo, eliminando a necessidade da presença de um operador durante a coleta. Estas informações são fornecidas por sensores ou equipamentos externos, dos quais se deseja obter um histórico de acompanhamento. Normalmente é um equipamento portátil, suprido de bateria, constituído de um controlador (que pode ser um computador), memória interna para armazenamento e interface de aquisição das informações dos sensores.

Os sensores são responsáveis por converter variações dos fenômenos físicos, tais como: pressão, temperatura, umidade, nível de iluminação, tensão, corrente, potência, por exemplo, em sinais elétricos. Alguns tipos de sensores também são conhecidos como transdutores, embora transdutores sejam responsáveis pela conversão de um tipo de energia em outro tipo que pode não ser elétrica. Nestes casos o sensor será formado por um transdutor mais algum dispositivo que transforme a nova forma de energia em um sinal elétrico.

Neste trabalho, todo sistema de aquisição de dados se baseia na técnica de Inteligência Artificial de um sistema especialista, também conhecido por sistema baseado em conhecimentos especialista (CHASE *et al.*, 2012). Diferente dos sistemas clássicos, nos quais os dados de um problema são tratados sequencialmente para obter-se resultado, como é o caso do *Datalogger*. No sistema especialista existe uma base de inferência que usa os dados disponíveis e os conhecimentos armazenados previamente para gerar novos dados de forma interativa, até se chegar à solução do problema (CHASE *et al.*, 2010). Uma nova tendência em tecnologia de medição é chamada de sensor inteligente. Ou seja, a integração entre sensor e microcontrolador em um único dispositivo. Este transdutor converte grandezas físicas em um sinal com a escala adequada para o conversor A/D de um microcontrolador. A vantagem do sensor inteligente é que o microcontrolador realiza a aquisição, calibração, correção do sinal e, assim, transmite o dado da leitura com a escala correta para o barramento de comunicação. A partir disto é possível ligar qualquer tipo de sensor, com qualquer tipo de rede. Neste sistema, usou-se o SHT75 como sensor inteligente que realiza a coleta dos dados de temperatura e umidade relativa do ar.

A finalidade de um sistema de aquisição de dados é, então, a de prover informações sobre uma determinada grandeza com máxima qualidade, de acordo com os requisitos da aplicação. Por outro lado, em muitos sistemas de aquisição de dados e controle é necessária a medida de algumas grandezas físicas, como exemplo, temperatura, pressão e velocidade de ventos, entre outras. Estas grandezas são inerentes a alguns fenômenos físicos e, em geral, sua natureza é analógica. Portanto, trata-se de variáveis que assumem valores contínuos e reais, diferentes de sinais digitais que são descontínuos e expressados segundo representação binária (CHASE *et al.*, 2010). Comumente, quando as saídas analógicas dos sensores são processadas por sistemas digitais, há a necessidade do condicionamento do sinal para que as informações provenientes dos sensores sejam adequadas às características de um conversor Analógico/Digital.



No caso deste trabalho, as aplicações estarão voltadas para a aquisição de dados de variáveis ambientais feitas através de sensores, relacionadas a condições climáticas de ambientes específicos. Para isto, internamente ao módulo, usou-se o sensor analógico LM35. E, com o uso de um microcontrolador PIC18F252 dotado de um conversor interno A/D para aquisição de dados, o valor analógico convertido para digital é processado por um *Software* de controle de acordo com decisões lógicas baseadas em comparações ou em funções matemáticas. Com este sistema especialista, o processamento do sinal para sua escala, após a etapa de condicionamento do conversor A/D, é feita pelo *Software* de controle.

Como sistema de comunicação, para monitoramento ambiental, proposto neste projeto, usou-se o padrão IEEE 802.15.4, no caso o ZigBee. Com isto, os sinais com os dados capturados pelos sensores são transmitidos por comunicação sem fio, a partir do módulo receptor. Aqui, vale ressaltar que a comunicação remota deste aparelho, do projeto, também suporta *Bluetooth Wireless* e GPRS (*General Packet Radio Service*). Este microtransceptor opera em 2.4 GHz, em modo *halfduplex* bidirecional e com canal criptografado do fluxo de dados. É verificado que este padrão se mostra adequado para uma razoável cobertura, pois suas várias topologias de redes suportadas e o grande número de nós que podem se conectar (em torno de 64.000 nós) dá várias alternativas de arranjos de dispositivos em grandes áreas, caso se deseje trabalhar com rede de sensores. O dispositivo de comunicação utilizado, pode alcançar de até a 100 m, em ambientes fechados, e 1 Km, em ambientes abertos com visada direta. Portanto, optou-se por utilizar este sistema de comunicação devido, principalmente, as suas características de confiabilidade, autocorreção, suporte para grandes números de nós, fácil interfaceamento com microcontroladores, baixo consumo de energia, criptografia para o canal de dados e baixo custo. A Figura 1 mostra uma imagem do *Hardware* desenvolvido no Laboratório de Sistemas Ciberfísico LASIC/UFRA e que compõe o Sistema de Aquisição utilizado no desenvolvimento deste trabalho.

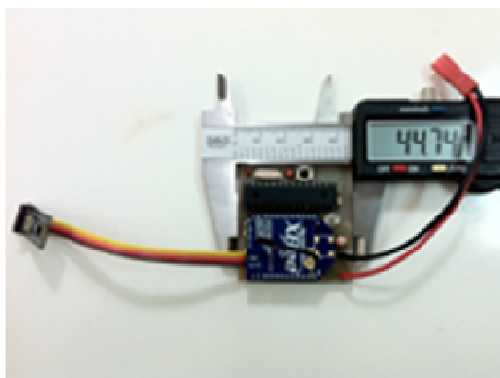


Figura 1. Módulo contendo SHT75, ZIGBEE e PIC18F252.

A interface do *Software* utilizado para observações da leitura gráfica de dados, foi desenvolvida em linguagem de programação C++, através do ambiente C++ Builder 6 da Borland (<http://www.borland.com/>). No *Software* desenvolvido há um *thread* de processamento para a aquisição e amostragem dos dados vindos do módulo de sensor, e outro *thread* para a o agente inteligente que processa a base de dados com regras especialistas, os quais são descritos na sequência deste trabalho. A leitura dos dados dos sensores é, portanto, mostrada na interface gráfica de um computador com a sua evolução em função do tempo. Desta forma, no armazenamento de valores de entrada, um arquivo de dados contém a matriz



de informações para temperatura, umidade, ponto de orvalho, data e hora da coleta. Vale ressaltar que quaisquer outros sensores, para tomada de medidas de outras variáveis ambientais, também podem ser acoplados ao módulo receptor deste projeto, lidos e suas medidas armazenadas em banco de dados. A Figura 2 mostra a imagem do *Software* desenvolvido para leitura, interpretação, processamento, armazenamento e interfaceamento gráfico com usuário dos dados enviados pelo módulo do sistema.



Figura 2. Imagem da Interface gráfica do Sistema de Aquisição de dados ambientais.

4. INTERAÇÃO TECNOLÓGICA DA PESQUISA NA ÁREA FLORESTAL

Como referência (MONTEIRO, 2012) da execução das atividades desenvolvidas, tomou-se como base o projeto de pesquisa, em andamento, intitulado “Gestão ambiental e conservação da sociobiodiversidade: usos e conhecimento sobre produtos florestais não madeireiros - PFM na APA Algodual/Maiandeuá” de Mestrado acadêmico do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais da Universidade Federal Rural da Amazônia. Esta pesquisa considera os saberes tradicionais da população local e seu ponto de partida metodológico envolveu reuniões com os moradores mais antigos e a capacitação de alunos do Ensino Básico da Ilha de Algodual, visando à apresentação da proposta e suas finalidades. A partir destes procedimentos iniciais, o restante da comunidade foi consultada com a aplicação de questionários da APA Algodual/Maiandeuá pelos alunos do ensino médio atuantes no projeto. Com base no valor de importância de uso dos PFM, foram selecionadas as espécies mais representativas cuja nomenclatura popular foi obtida com auxílio dos moradores e a nomenclatura científica por um parobotânico e um pesquisador da Coordenação de Botânica do Museu Paraense Emílio Goeldi. Na Tabela 1 são apresentadas as espécies identificadas e referenciadas para obtenção de dados climáticos, da mesma forma que sua localização de coordenadas geográficas.

Tabela 1 - Espécies com nome popular, família e nome científico com respectivas localizações geográficas, na Área de Proteção Algodual/Maiandeuá, Maracanã, Pará, Brasil.

Nome Pop.	Família	Espécie	Ponto	Latitude	Longitude	Alt.
Tucumã	Arecaceae	<i>Astrocaryum vulgare</i> Mart.	120	-0,584968748	-47,57539733	9,979
Cajueiro	Anacardiaceae	<i>Anacardium occidentale</i> L.	121	-0,585046364	-47,57542985	9,499
Sucuúba	Apocynaceae	<i>Himatanthus articulatus</i>	123	-0,585911795	-47,57484036	8,057



		(Vahl) Woodson				
Breu-branco	Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	128	-0,586032579	-47,57397442	8,778
Jarana	Lecythidaceae	<i>Lecythis jarana</i> (Huber ex Ducke) A.C.Sm.	129	-0,586188147	-47,5738393	9,979
Sucuúba	Apocynaceae	<i>Himatanthus articulatus</i> (Vahl) Woodson	130	-0,586268529	-47,57381324	9,739
Copaíba	Fabaceae	<i>Copaifera martii</i> Hayne	142	-0,58878486	-47,57493624	6,615
Miritizeiro	Arecaceae	<i>Mauritia flexuosa</i> L.f.	146	-0,603398122	-47,58022858	14,786
Sapucaia	Lecythidaceae	<i>Eschweilera ovata</i> (Cambess.) Miers	147	-0,610541264	-47,57232419	24,399
Jarana	Lecythidaceae	<i>Lecythis jarana</i> (Huber ex Ducke) A.C.Sm.	148	-0,611774661	-47,56854312	20,073
Frutinheira	Myrtaceae	<i>Myrcia rufipila</i> McVaugh	149	-0,611046944	-47,56625184	6,855
Bacuri	Clusiaceae	<i>Platonia insignis</i> Mart.	150	-0,611154819	-47,56596283	3,01
Tereba	Anacardiaceae	<i>Spondias monbim</i> L.	151	-0,611203015	-47,56599108	8,778
Anani	Clusiaceae	<i>Symphonia globulifera</i> L.f.	155	-0,610374296	-47,56475106	9,258
Andiroba	Meliaceae	<i>Carapa guainensis</i> Aubl.	157	-0,610292824	-47,56487193	11,181
Mangueiro	Combretaceae	<i>Laguncularia racemosa</i> (L.) C.F.Gaertn.	166	-0,61858898	-47,58486402	10,46

A Tabela 1 lista uma parte das amostras de espécies PFMN, entre as diversas outras de uso da comunidade. Devido aos objetivos deste artigo, optou-se por apresentar somente parte do trabalho preliminar realizado e que, durante o andamento deste projeto, um apanhado mais completo deverá ser elaborado contendo sua totalização dos PFMNs tidos como de uso e bens da comunidade. Por outro lado, as espécies vegetais que aparecem nesta Tabela foram mapeadas, conforme pode ser observado, em sua numeração de ponto, na imagem mostrada na Figura 3.



Figura 3. Imagem da APA Algodoal/Maiandeuá e pontos de PFMNs.

A imagem da Figura 3 mostra o mapeamento dos pontos relacionados com as espécies elencadas pelo trabalho que está sendo desenvolvido na APA Algodoal/Maiandeuá (MONTEIRO, 2012) e, mesmo sendo resultados preliminares da pesquisa, serviram ao contexto participativo dessa atividade transversal de aplicações. Com os primeiros questionários aplicados e que resultou nos dados da Tabela 1, fez-se a localização geográfica, mostrada em imagem georreferenciada, dos pontos da coleta de dados climáticos obtidos pelo sistema de aquisição. A composição destas informações sobre espécies florestais, imagens de



satélite e dados climáticos, podem ser armazenadas em banco de dados, para finalidades que vão desde projetos que visem preservação ambiental e sustentabilidade até estudos sobre o acompanhamento nas mudanças climáticas e a biodiversidade em ambiente amazônico. Além do quê, estas informações são de suma importância para zoneamento ambiental do plano de manejo daquela APA. Observa-se ainda, que esta técnica traz em sua metodologia de estudos o estímulo e incentivo à participação de alunos, na sua formação acadêmica, em processos de monitoramento de recursos terrestres e de gerenciamento de recursos renováveis.

Neste exemplo participativo, levou-se em consideração o uso e bens dos PFNMs por comunidades que habitam em torno da APA Algodoad/Maiandeuá. Com isto, a integração de conhecimentos da comunidade local, conhecimentos de Engenharia e das Ciências Florestais ateam a uma rota à preservação das florestas da Amazônia. Além disto, tira a Ciência da gaveta dos departamentos ou faculdades das Universidades regionais com vistas a oferecer preparação sólida de saberes aplicados a seu alunado. Em reforço a estes resultados, na Figura 4 são mostrados os dados climáticos médios gerados pelo Sistema Especialista.

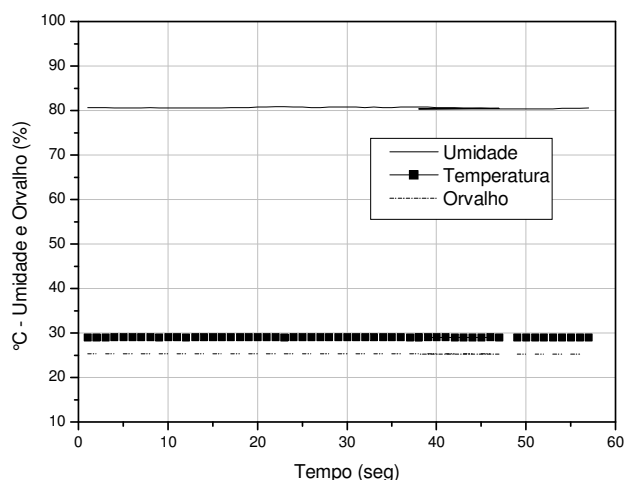


Figura 4. Valores climáticos médios: Umidade, Temperatura e Ponto de Orvalho.

O diagrama mostrado na Figura 4 apresenta valores médios de Temperatura, Umidade e Ponto de Orvalho. Estas medidas foram obtidas, em dois dias de experimentos de campo, durante meados de maio de 2012, entre os horários de 9:00 às 12:30 horas e com o uso de um único módulo do Sistema de Aquisição (Figura 5). Observa-se que neste período do ano, as chuvas começam a cessar na região, porém o clima ainda se mantém com muita umidade e com rara presença de ventos. Pelo fato desse trabalho ter um aspecto educacional em que alunos da Engenharia deram suporte computacional ao desenvolvimento da pesquisa ambiental das Ciências Florestais, houve a necessidade do grupo se deslocar unido. Dessa forma os pontos foram obtidos localmente e sem a necessidade de uma rede de sensores. Esse grupo foi composto pela participação de um parabolotânico, um pesquisador da Coordenação de Botânica do Museu Paraense Emílio Goeldi, alunos de ensino médio, alunos de graduação e pós-graduação de Engenharia e das Ciências Florestais, além da presença de um morador conhecedor de espécies da flora da região.

O Sistema Especialista embarcado mostra-se perfeitamente adequado a tomada de decisões para estabelecer a média dos valores obtidos, em todos os pontos em que as



observações foram executadas. Ou seja, estes valores apresentados na Figura 4 são as médias das medidas das observações, considerando-se, além de horários, posições diferentes feitas por um único módulo (Figura 5). Deve ser observado, ainda, que isto também pode ser feito por uma rede de sensores embarcados, com o uso de diversos módulos de Sistema de Aquisição, espalhados pela área a ser monitorada, entretanto pelos motivos citados, optou-se por uma metodologia diferente. Além disto, o sistema está preparado para armazenamento destas informações em Banco de Dados.



Figura 5. Módulo do Sistema Especialista na área de floresta monitorada.

5. CONSIDERAÇÕES GERAIS E FINAIS

Em muitas situações, a interação entre as diversas áreas do conhecimento podem gerar resultados capazes de transformar métodos, abrir horizontes de aplicações e resolver problemas muitas vezes complicados do ponto de vista de uma única especialidade. Não obstante, o conhecimento perpassa por todas as atividades da vida cotidiana, cabe, portanto, romper barreiras, ousar no desconhecido e avançar em busca de novos campos de estudos, novas abordagens epistemológicas, ainda, compreenderem a necessidade do resgate de valores humanos na difusão da cultura científica. Ao trazer a este trabalho as considerações de diferentes áreas de conhecimentos, buscou-se desafiar a relação entre o desenvolvimento tecnológico com a crescente desigualdade social e, conseqüentemente, delegada ao esquecimento de seus saberes tradicionais que, se não interferem, também não são considerados no desenrolar das prioridades de um sistema econômico e, por extensão na educação, nos seus diferentes níveis do aprendizado humano. Sendo assim, usou-se a tecnologia, não para aumentar o poder econômico, mas para invocar o poder da educação crítica e não linear e a qual é o modo apropriado ao novo mundo de interdependência global em favor de conhecer e entender os saberes locais de uma região. Como é o caso das populações tradicionais amazônicas, submetidas a uma forma de desenvolvimento que tem como consequência as imposições de culturas que nada tem a ver com o seu comportamento sociocultural e o seu ambiente espacial.

Este trabalho levou em conta a participação da escola de ensino básico, onde a pesquisa foi desenvolvida, e este elo é considerado de extrema importância para qualquer atividade com fins acadêmicos. Pois é ali que surge a perspectiva das novas gerações destas localidades darem sequência, ou não, a valorização de seus hábitos e costumes. Os resultados reais deste trabalho têm um valor inestimável na formação destes alunos, principalmente pelo fato da



academia ter dado importância àquilo que se mantém oculto nas inter-relações sociais, culturais, ambientais e espirituais (não proselitista) de uma comunidade tradicional amazônica. O envolvimento desses alunos do ensino médio com alunos de graduação e da pós-graduação, em objetivos comuns, cujos resultados preliminares foram apresentados, foi uma das metas alcançadas que ainda continuará se desenvolvendo e fará parte dos trabalhos futuros desta proposta.

Agora, com o olhar voltado para dentro da academia, vê-se a necessidade de pessoas trabalhando em prol dessa construção, de uma educação com visão sistêmica e de alta qualidade. Certamente, precisa-se de mais educadores pesquisadores, no sentido da leitura e da crítica, sensíveis a perseguirem soluções aos problemas de sua região, e menos de pesquisadores de laboratório e de releitores de trabalhos de uma área isolada do conhecimento. Sem dúvidas que a Engenharia e as Ciências Florestais se posicionam em montes estratégicos em face de problemas transversais, principalmente no cenário amazônico, contudo, ainda pouco explorado. Cabe lembrar que, o mais importante do que resolver um problema é saber identificar um problema.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, J.F.; NASSAR, A.B.; BASSALO, J.M.F. The physics and new routes for engineering in the Amazon Region. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.30, p.1-5, 2008.

BERTALANFFY, L. **Teoria geral dos sistemas**. Petrópolis: Ed. Vozes, 1973.

BRAGA, N.C. Sistema de aquisição de dados. **Revista Saber Eletrônica**, v.402, 2008.

CHASE, O.A.; SAMPAIO, M.H.K.; BRITO-DE-SOUZA, J. R.; ALMEIDA, J. F. Data acquisition system: an approach to the amazonian environment. **IEEE Latina America Transaction**, v.10, p.1616-1621, 2012.

CHASE O.A.; SAMPAIO, M.H.K.; BRITO-DE-SOUZA, J. R.; ALMEIDA, J. F. Sistema de Aquisição Remota de Dados para Detecção de Comportamentos de Variáveis Ambientais em Parques Florestais da Amazônia. **Anais: XVIII Congresso Brasileiro de Automática – CBA2010**, Bonito, Mato Grosso do Sul, 2010.

COELHO-FERREIRA, M.; JARDIM, M.A.G. Algumas espécies vegetais usadas pelos moradores da ilha de Algodão/Maiandeuá, **Boletim do Museu Emílio Goeldi: Ciências Naturais**, v.1, n.2, p.45-51, 2005.

DA SILVA, A.A.; REIS, A.L.E.; MONTEIRO, F.C.G.; SCHETTINO, H.J.; VIANNA, J.T.A.; MELO, L.M.F.; GOMES, F.J. Transversalidade na educação em engenharia com a web 2.0: o projeto energia inteligente. **Anais: XXXVIII – Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia**. Fortaleza, 2010.

ECO21. A biodiversidade venceu uma batalha. **Revista ECO21**, 1992.

FIEDLER, N.C.; SOARES, T.S.; SILVA, G.F. Non-timber forest products: significance and sustainable management of forest. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v.10, n. 2, 2008.



FRAXE, T.J.P.; PEREIRA, H.S.; WITKOSKI, A.C. **Comunidades ribeirinhas amazônicas: modos de vida e uso dos recursos naturais**. Manaus: EDUA, 2007.

LEITE, M. **A floresta amazônica**. São Paulo: Ed. Publifolha, 2001.

MONTEIRO, Márcia; UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA, Instituto De Ciências Agrárias. **Gestão ambiental e conservação da sociobiodiversidade: usos e conhecimento sobre PFNMs na APA Algodual/Maiandeuá, 2012 (em andamento)**, Dissertação.

MORIN, E. **Saberes globais e saberes locais: o olhar transdisciplinar**. Participação de Marcos Terena. Rio de Janeiro: Garamond, 2008.

MORUZZI, A.B; MORUZZI, R.B. A transversalidade como princípio pedagógico no ensino superior de engenharia: o progamar da engenharia ambiental da unesp – campus de rio claro. **Revista de Ensino de Engenharia**, v.29, n.1, p.20-28, 2010.

POPPER, K.R. **Conhecimento objetivo: uma abordagem revolucionária**. São Paulo: EDUSP, 1975.

SOUSA, W.P. **A dinâmica dos sistemas de produção praticados em uma unidade de conservação de uso direto na Amazônia: a reserva extrativista do rio Cajari no estado do Amapá**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Agriculturas Familiares e Desenvolvimento Sustentável da Universidade Federal do Pará e da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Amazônia Oriental. 2006.

SMART SYSTEM FOR NON-TIMBER FOREST PRODUCTS MONITORING: ENGINEERING CONTENTS FOR A TRANSVERSAL PATH

Abstract: *This article exemplifies the process of transdisciplinary knowledge integration involving the Engineering and Forestry Sciences. As a result of this interaction, have been developed through environmental monitoring activities in which it was considered the local knowledge about non-timber forest products of the APA Algodual/Maiandeuá. So, this project is an example of current knowledge transfer activities to pursue excellence in the training of students, within the opportunities to regional development: social, cultural and environmental issues.*

Key-words: *APA Algodual/Maiandeuá, Environmental Monitoring, NTFP, Smart System.*