

# IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE ZONAS BIOCLIMÁTICAS DAS ÁREAS DE INSERÇÃO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS PRATICADOS NA AMAZÔNIA BRASILEIRA<sup>1</sup>

Paulo de Tarso Eremita da SILVA<sup>2</sup>

Silvio BRIENZA JÚNIOR<sup>3</sup>

Jorge Alberto Gazel YARED<sup>4</sup>

Paulo Luiz Contente de BARROS<sup>5</sup>

Maria de Nazaré Martins MACIEL<sup>6</sup>

**RESUMO:** Sistema agroflorestal é uma forma de uso da terra, que busca integrar componentes florestais, agrícolas e/ou animais, em combinações que atendam às necessidades do produtor, da sociedade e da conservação dos recursos naturais. Buscando conhecer sistemas bem sucedidos com vistas à sua replicabilidade para outros locais, neste trabalho buscou-se identificar e caracterizar suas zonas bioclimáticas de inserção com vistas a contribuir para o desenvolvimento de uma metodologia para replicabilidade de sistemas agroflorestais na Amazônia. Considerou-se como ponto de partida alguns trabalhos da literatura. E, com base nesse levantamento bibliográfico, realizou-se a identificação e caracterização das condições bioclimáticas dos locais onde os sistemas pesquisados se encontravam inseridos e, para isso, foram utilizados dados de estações plúvio-climatológicas dos acervos digitais da Agência de Desenvolvimento da Amazônia – ADA e da Agência Nacional de Águas - ANA, bem como imagens georreferenciadas e sistemas de informações geográficas do SIPAM. Os resultados demonstraram que com o procedimento metodológico adotado, é possível fazer com eficiência a identificação e caracterização de zonas bioclimáticas na Amazônia para fins de implantação e desenvolvimento de sistemas agroflorestais, bem como, contribuir com um instrumento técnico para subsidiar a ordenação do território no que se refere a esse tipo de uso da terra, além de servir para orientar ações do poder público, de produtores, associações de agricultores, agências de fomento entre outros.

**TERMOS PARA INDEXAÇÃO:** Sistemas Agroflorestais, Zonas Bioclimáticas, Zoneamento, Replicabilidade de Sistemas Agroflorestais, Transferência de Tecnologia.

---

<sup>1</sup> Aprovado para publicação em 18.06.08

<sup>2</sup> Engenheiro Florestal, Dr., Professor Adjunto da UFRA, E-mail: paulo.eremita@ufra.edu.br

<sup>3</sup> Engenheiro Florestal, Dr., Pesquisador do CPATU/Embrapa, E-mail: brienza@cpatu.embrapa.br

<sup>4</sup> Engenheiro Florestal, Dr., Pesquisador do CPATU/Embrapa, E-mail: jyared@cpatu.embrapa.br

<sup>5</sup> Engenheiro Florestal, Dr., Professor Associado I da UFRA, E-mail: paulo.contente@ufra.edu.br

<sup>6</sup> Engenheira Florestal, Dra., Professora Adjunta da UFRA, E-mail: nmaciell@ufra.edu.br

## IDENTIFICATION AND CHARACTERIZATION OF BIOCLIMATIC ZONES OF INSERTION OF AGROFORESTRY SYSTEMS PRACTICED IN THE BRAZILIAN AMAZON

**ABSTRACT:** The Agroforestry system is a land use technology that integrates trees, agriculture and/or cattle components, in a combination that fits producers and society needs, as well as natural resources conservation. Considering the importance of knowing the well succeeded systems and the possibility of its replication for different locations, in the present paper we identified, through a literature survey, the best agroforestry systems. And, after that, their areas were characterized in terms of bioclimatic types from the Amazon Development Agency – ADA and the National Agency of Waters – ANA, as well as satellite information. The results demonstrated that, when this methodology is utilized, it is possible to efficiently identify and characterize bioclimatic zones in the Amazon in order to implement and develop agroforestry systems. It also offers a contribution as a technical tool to subsidize territorial organization regarding this land use type and guides the action of the public sector, producers, farmer associations and funding agencies, among others.

**INDEX TERMS:** Agroforestry Systems, Bioclimatic Zones, Zoning, Replicability of Agroforestry Systems, Transference Of Technology.

### 1 INTRODUÇÃO

Um dos grandes desafios deste século consiste no alcance da sustentabilidade dos sistemas naturais, fontes de manutenção da vida na Terra. Muitos aspectos concorrem para que essa sustentabilidade possa ser alcançada, dentre os quais, práticas agrícolas alternativas orientadas pelo conhecimento em profundidade dos processos ecológicos que ocorrem nas áreas produtivas e nos contextos mais amplos dos quais fazem parte (GLIESSMAN, 2000).

Nesse sentido, as atividades agrícolas devem estar inseridas na visão da agroecologia que se baseia no conceito de agroecossistema como unidade de análise, tendo como foco principal proporcionar bases científicas para apoiar o processo de transição do atual modelo de agricultura convencional para tecnologias mais sustentáveis (CAPORAL; COSTABEBER, 2004). Insere-se aí, os sistemas agroflorestais como técnica de uso múltiplo da terra, que

buscam integrar componentes florestais, agrícolas e/ou animais, de forma que o conjunto resultante atenda às necessidades não apenas do produtor local, mas da sociedade, e mantenha a produtividade do solo para as gerações futuras.

Apesar das vantagens ambientais, econômicas e sociais, comumente atribuídas aos sistemas agroflorestais, a sua participação no mosaico de uso da terra na região é, ainda, incipiente. Nos últimos anos, entretanto, esse quadro vem se modificando com um crescente número de projetos de pesquisa e desenvolvimento em sistemas agroflorestais, com resultados que têm mostrado melhores esquemas de manejo, apresentando-os como alternativa viável de aumento da produtividade e sustentabilidade de uso da terra, principalmente em áreas de pequenos produtores (MONTROYA, 2004; ALMEIDA et al., 1995).

Contudo, a despeito da relevância dos conhecimentos alcançados, constatam-se que os múltiplos modelos de transferência de tecnologia

têm dado pouca prioridade aos sistemas agroflorestais, o que, provavelmente, implica no uso limitado desses sistemas e dificuldade de sua perpetuação (MONTTOYA, 2004).

Embora os sistemas agroflorestais sejam praticados em diversas localidades da região amazônica, principalmente nos estados do Pará, Amazonas, Rondônia e Acre, em número considerável de pesquisas, há que se investir mais em termos de metodologias de replicabilidade dessa tecnologia. A maior parte das pesquisas tem focado o sistema agroflorestal em si mesmo, isoladamente, o que, de certa forma, não subsidia plenamente a sua transferência para outras localidades, visto que essa operação requer outros conhecimentos, em escala de cenário, que possam contextualizá-los nas zonas ecológicas onde se inserem e para onde possam ser transferidos, visto ser essa uma das importantes garantias para o seu sucesso.

A viabilização da expansão dessa tecnologia necessita de estudos que permitam abranger grandes extensões geográficas, a fim de que as experiências consideradas positivas e promissoras possam ser transplantadas para outras localidades com êxito, pois, o princípio ideal que deve sustentar a indicação de espécies é colocá-las nos lugares mais apropriados ecologicamente, evitando-se situações marginais ou inadequadas, com possíveis conseqüências como o aparecimento de doenças, ataque de insetos, queda anormal de folhas no período de estiagem, baixa porcentagem de sobrevivência, período mais curto de vida (GOLFARI; CASER; MOURA, 1978).

No que se refere às espécies agrícolas e às espécies forrageiras, em geral, já são bastante conhecidas, estudadas e utilizadas em praticamente toda a região amazônica. Entretanto, poucos são os conhecimentos sobre as espécies florestais que têm possibilidades de êxito somente em regiões cujas condições ambientais sejam iguais ou similares às de sua área de origem ou aos locais onde foram introduzidas com sucesso (GOLFARI; CASER; MOURA, 1978).

Para tal, o ideal seria o estabelecimento de bases experimentais que permitissem determinar o grau de adaptação dessas espécies, estimar sua produção e avaliar o potencial ecológico da área. Contudo, na ausência dessa possibilidade, uma alternativa é o estudo das homologias ecológicas.

Com esse horizonte, Golfari, Caser e Moura (1978) realizaram o Zoneamento Ecológico Esquemático para Reflorestamento no Brasil (2ª aproximação) o qual visou, além da orientação e direcionamento dos trabalhos do Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal – IBDF, à determinação de áreas prioritárias para implantação e desenvolvimento de reflorestamentos, ao atendimento das inúmeras empresas de florestamento e reflorestamento, com a indicação de espécies mais promissoras para as diversas regiões ecológicas do Brasil.

Os autores dividiram o país em diferentes regiões ecológicas e para tal foram utilizados os principais parâmetros que caracterizam o clima e a vegetação. Foram estabelecidas 26 regiões bioclimáticas e para cada uma foram indicadas espécies de eucalipto e coníferas que melhor se ajustavam às suas condições.

Na indicação de espécies foram abordados problemas relativos à origem geográfica da semente e sua qualidade, por serem considerados como fatores básicos para aumentar a produtividade dos plantios, alongar seu ciclo de aproveitamento para um maior rendimento econômico e melhorar a qualidade da madeira. Para as regiões Sul, Centro-Oeste e Centro-Leste, Golfari, Caser e Moura (1978) basearam-se em resultados de experimentos efetivamente realizados com suficiente grau de maturidade e em experimentos que necessitavam de observações prolongadas.

Para as regiões Nordeste e Norte, por haver uma base experimental ainda incipiente, foram utilizadas informações obtidas em regiões limítrofes ou o recurso do sistema das analogias ecológicas, no caso, homologias bioclimáticas.

A divisão do Brasil em regiões ecológicas, mais necessariamente bioclimáticas, se baseia principalmente nas condições de clima e vegetação, dando pouca ênfase às condições edáficas, porque, segundo Golfari, Caser e Moura (1978), as condições de solo têm influência relevante sobre a produção volumétrica; porém, nos estudos de viabilidade para implantação de maciços florestais, o clima é, normalmente, o primeiro fator de aptidão ecológica a ser estudado, pois com seus múltiplos fatores, condiciona a possibilidade de cultivo de uma espécie ou procedência, enquanto o solo regula o nível da produção.

Em relação à vegetação típica das regiões, os autores afirmam que representa um indicador sumamente sensível às condições diferenciadas na fertilidade do solo em regiões onde as condições climáticas são semelhantes. Com relação às condições climáticas, foram levados em consideração somente os elementos que melhor diferenciam as regiões ou que melhor exprimem as exigências e tolerâncias das espécies.

Em outro trabalho, desenvolvido com o fim de aplicar informações de estudos de casos específicos sobre sistemas agroflorestais para áreas em grande escala, Unruh e Lefebvre (1995) descrevem a utilização de dados oriundos de um banco de dados do International Council for Research in Agroforestry - ICRAF, referentes a esses sistemas praticados na África Sub-Saariana. Esses dados, juntamente com imagens de satélite que expressavam o uso da terra e a cobertura vegetal da região, foram combinados em um sistema de informações geográficas determinando o tipo de sistema agroflorestal adequado a cada local. O resultado foi trabalhado em um sistema de informação geográfica e apresentado em um mapa.

Nesse sentido, este trabalho buscou, a partir de uma adaptação dos trabalhos de Golfari, Caser e Moura (1978) e Unruh e Lefebvre (1995),

desenvolver uma metodologia para replicabilidade de sistemas agroflorestais na Amazônia.

Em um estudo dessa natureza, tem-se que partir das características estruturais e ecológicas das áreas em questão que, embora em grande quantidade, não apresentam, necessariamente, caráter quantitativo, remetendo para a necessidade de se utilizar ferramentas que possam operar os mais diversos tipos de informações. Uma análise estatística multivariada pode atender a essa necessidade.

A análise multivariada é um conjunto de técnicas que objetiva o resumo, a representação e a interpretação de dados amostrados a partir de populações nas quais, em cada unidade experimental, são avaliadas diversas variáveis que, individualmente, não conseguem caracterizar de maneira adequada a unidade (DIAS et al., 1996).

Como uma das subdivisões da estatística multivariada, destaca-se a análise de correspondência, que permite analisar a relação entre duas variáveis, graficamente, em um espaço multidimensional, de modo que se possa verificar que categorias de uma variável são similares a outras ou quais categorias de duas variáveis são relacionadas (QUEIRÓZ, 2005).

No contexto da análise de correspondência, insere-se o teste Qui – quadrado ( $\chi^2$ ) que, segundo Barros (1986), é usado para determinar se a ocorrência mútua de duas variáveis é mais ou menos freqüente do que o esperado, detectando a presença ou ausência de alguma forma de associação, não sendo uma medida de grau de associação.

Além do teste Qui – quadrado, é recomendado se verificar a viabilidade da aplicação de uma análise de correspondência, o que pode ser feito com o Critério  $\beta$  (QUEIRÓZ, 2005).



Se o valor de  $\beta > 3$ , as variáveis são dependentes a um risco de 5%, podendo-se aplicar a análise de correspondência. Se  $\beta \leq 3$ , a técnica não deverá ser aplicada, uma vez que os dados são independentes (SILVA, 2005).

Uma outra subdivisão da análise multivariada, que facilita os trabalhos com dados com características diversas, é a Análise de Agrupamento. Segundo Barros (1986), essa análise é aplicável na operacionalização de sistemas que envolvem grande número de dados heterogêneos, complexos e muito volumosos para serem eficientemente manipulados por outros métodos. Sua aplicação permite sumarizar as informações pela redução da dimensionalidade da matriz de dados, propiciando uma base científica para as interpretações ecológicas e uma prática mais racional de seu manejo.

Considerando o exposto, a partir dos subtipos climáticos e dos tipos de vegetação identificados nas áreas de influência das estações plúvio-climatológicas, onde os sistemas agroflorestais estavam localizados e, ainda, utilizando as ferramentas estatísticas referidas, este trabalho tem como objetivo geral definir as zonas bioclimáticas características dos locais de inserção dos sistemas agroflorestais pesquisados. Especificamente buscou-se identificar os subtipos climáticos das áreas de inserção desses sistemas; conhecer os tipos de vegetação originalmente configurantes de suas áreas de estabelecimento e aplicar métodos da estatística multivariada na definição de suas zonas bioclimáticas de inserção.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado a partir de informações oriundas da sistematização de dados provenientes da revisão de literatura de sistemas agroflorestais desenvolvidos na região

amazônica. As informações foram registradas em formulário próprio, digitalizadas e trabalhadas em software computacional. Para a identificação das zonas bioclimáticas em que se inserem os sistemas agroflorestais pesquisados, registrou-se no formulário de sistematização de dados, as informações sobre clima, vegetação.

Para a identificação do clima, considerou-se o tipo, precipitação, período de deficiência hídrica, período de excedente hídrico e temperatura.

Uma vez que grande parte dos trabalhos pesquisados não expressou de forma completa ou simplesmente não informou os parâmetros relativos ao clima, decidiu-se por obter essas informações do seguinte modo:

Fez-se um levantamento em Brasil (2001) sobre as estações plúvio-climatológicas em cujas áreas de atuação (raio de 150 km, segundo Pereira, Angelocci e Sentelhas (2002), estavam os sistemas pesquisados.

De posse da localização das estações, levantou-se, para complementação das informações, o índice de temperatura média do ar nas zonas de atuação dessas estações em Brasil (1992) e no acervo digital da Agência de Desenvolvimento da Amazônia – (ADA) de 2005. Esse procedimento permitiu utilizar séries históricas superiores a dez anos de observações.

Dos acervos digitais da ADA e Agência Nacional de Águas – (ANA) de 2005 e de Brasil (1992), obteve-se, igualmente para complementação, informações relativas às precipitações pluviométricas totais das áreas de influência das estações e os períodos mais chuvosos e menos chuvosos nas referidas áreas.

De posse dos valores de temperatura e precipitação, através do Software BHnorm v. 4.0 (ROLIM; SENTELHAS, 1998), foram feitos os

cálculos de balanço hídrico e identificação de períodos de excedente e deficiência hídricos.

Com os valores obtidos realizou-se a classificação climática, segundo o método Köppen. Contudo, decidiu-se por adotar as modificações de Martorano (1993), que, considerando a distribuição espacial bastante diversificada dos subtipos climáticos Af, Am e Aw, sem alterar o princípio do método Köppen, desenvolveu os seguintes subtipos climáticos: Af1, Af2, Af3, Am1, Am2, Am3, Am4 e Aw3, Aw4, Aw5, respectivamente. Ressalta-se que os subscritos numéricos 1 e 2, de acordo com os critérios do método adotado, não fazem parte do subtipo Aw (indicam que a precipitação total é superior a 2.500 mm e 3.000 mm, respectivamente, o que não se admite no clima AW por ser o mais seco).

Os tipos de vegetação constantes dos pontos nas coordenadas geográficas dos sistemas agroflorestais foram identificados em mapa digital de vegetação, na Escala 1:250.000, do banco de dados disponível no Serviço de Proteção da Amazônia – (SIPAM) e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Este tipo de informação não foi fornecido em grande parte dos trabalhos pesquisados.

De posse das informações obtidas, foram adotados para a definição das zonas bioclimáticas os seguintes procedimentos:

a) identificação dos subtipos climáticos característicos dos pontos geográficos de localização das estações plúvio-climatológicas visando garantir que o clima possa ser considerado homogêneo dentro de um raio de 150 Km. Este procedimento foi realizado utilizando-se o software ArcView 3.2, no Laboratório da Divisão Ambiental do SIPAM, tomando-se como

base um mosaico gerado por sensores de satélites Landsat – 7/ETM e Landsat- 5/TM, com composição colorida 5R, 4G e 3B e resolução espacial de 90 m da região amazônica;

b) caracterização dos tipos de vegetação, a partir das coordenadas geográficas, dos sistemas agroflorestais situados dentro da área de influência de cada estação. Este procedimento foi igualmente realizado no software, o ArcView 3.2, no Laboratório da Divisão Ambiental do SIPAM;

c) digitalização dos dados de clima e vegetação em planilhas computacionais, de forma a permitir o ajuste desses dados ao software estatístico. Para esse procedimento foi necessário codificar, conforme expresso no Quadro 1, os tipos de clima e vegetação, de caracteres alfa para caracteres numéricos;

d) com os tipos de clima e vegetação, realizou-se uma análise descritiva, de forma a identificar que combinações dessas variáveis poderiam ser obtidas.

Essas informações foram dispostas em uma tabela de correspondência simples (contingência), que mostra os cruzamentos clima x vegetação e o número de sistemas agroflorestais alocados em cada cruzamento.

e) após a análise descritiva, passou-se então, aos procedimentos básicos para a análise de correspondência propriamente dita. Aplicou-se um Teste Qui-Quadrado ( $\chi^2$ ), com a finalidade de verificar possível associação entre as variáveis, clima e vegetação, bem como de subsidiar a determinação do Critério  $\beta$ . Após essa definição, e com o intuito de avaliar a coerência das características observadas na análise descritiva, procedeu-se a análise de correspondência utilizando-se para tal um software estatístico.

Quadro 1 - Codificação dos tipos de clima e de vegetação para análise estatística

Clima		Vegetação	
Tipo	Código	Tipo *	Código
Af1	1	Dse	1
Af2	2	Vs	2
Am2	3	Abp	3
Am3	4	Dau	4
Am4	5	Dbe	5
Aw3	6	Asb	6
Aw4	7	Spf	7
		Sa	8
		Fsu2	9
		Asp	10

Realizou-se também uma análise de agrupamento dos sistemas, com vistas a se ter um comparativo com os resultados obtidos na análise de correspondência. Para esta análise utilizou-se o método hierárquico, no qual os membros inferiores de aglomerações estão ligados a aglomerações superiores. Utilizou-se a Distância Euclidiana, para determinar uma medida de dissimilaridade (quanto maior o valor, mais diferentes são os objetos) entre as observações, considerando que cada uma delas corresponde a um ponto no espaço Euclidiano.

Por fim, elaborou-se uma matriz de tipos de clima e de vegetação, de forma a obter-se as zonas bioclimáticas envolventes dos sistemas agroflorestais pesquisados.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para definição das zonas bioclimáticas foi necessário determinar, inicialmente, o tipo climático dos locais de inserção dos sistemas agroflorestais pesquisados. Para isso foram adotados os seguintes passos:

a) caracterização dos subtipos climáticos:

Nesta etapa foi realizada a identificação das estações pluvio-climatológicas existentes nas proximidades das coordenadas geográficas dos sistemas estudados. Essas estações forneceram os índices de temperatura média do ar e os índices de precipitações pluviométricas totais, bem como os períodos mais e menos chuvosos dessas localidades. Esses valores foram complementados com dados de Brasil (2001) e dos acervos digitais da ADA e ANA de 2005, específicos para as estações definidas.

Essas estações, em número de vinte e cinco, são de responsabilidade das seguintes instituições federais: Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, Agência Nacional de Águas – ANA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA e Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira – CEPLAC e estão distribuídas em todos os estados da região.

Nos resultados obtidos, observa-se que a variação de temperatura entre as áreas de influência dessas estações, situa-se de 24,4°C em Medicilândia, no Pará e 27,8°C em Boa Vista, Roraima.

No que se refere aos períodos mais chuvosos, observa-se que variaram da seguinte forma entre as estações: para o mês mais chuvoso destaca-se o município de Santa Izabel do Pará, no Pará com 454,6 mm em março; para os dois meses mais chuvosos, destaca-se Tomé-Açu com 854,1 mm (março e abril); para os três meses destaca-se Belém com uma precipitação acumulada de 1226,7 mm (fevereiro, março e abril); Para quatro meses ressalta-se o município de Santa Izabel do Pará com 1602,8 mm nos meses de janeiro, fevereiro, março e abril, este mesmo município teve maior índice de precipitação pluviométrica, também, nos meses de janeiro, fevereiro, março, abril e maio, com 1942,4 mm e acrescentando-se dezembro o valor eleva-se para 2148,2 mm.

Quanto ao período menos chuvoso, destaca-se o município Ouro Preto do Oeste – RO, com uma precipitação pluviométrica em julho de 7,7 mm; para dois meses (junho e julho) e três meses (junho, julho e agosto), ressalta-se ainda esse município com 35,7 mm e 73,9 mm, respectivamente, de precipitação pluviométrica. Nos períodos considerados para quatro meses (junho, julho, agosto e setembro), cinco meses (julho, agosto, setembro, outubro e novembro) e seis meses (de junho a novembro), destaca-se como município com período menos chuvoso o município de Paragominas, que registrou 131,8 mm, 180,5 mm e 244,4 mm, respectivamente.

Com esses resultados observa-se que o estado do Pará detém os dois extremos de períodos mais e menos chuvosos nas localidades de influência das estações plúvio-climatológicas consideradas. Isto o coloca com grandes possibilidades de adotar variados tipos de sistemas agroflorestais, uma vez que pela

amplitude definida por esses extremos possibilita o desenvolvimento de maior variedade de espécies quanto a esses parâmetros climáticos.

No que se refere ao índice de deficiência hídrica, percebem-se variações entre as áreas de influências das estações, ocorrem de dois meses (outubro e novembro) em Santa Izabel do Pará, até oito meses (de setembro a abril) em Boa Vista – RR.

Ao considerar o índice de excedente hídrico, ocorre exatamente o inverso, Santa Izabel do Pará apresenta dez meses (de dezembro a setembro) e Boa Vista com apenas três (junho, julho e agosto).

Com esses resultados obtidos (temperatura, precipitação, período mais chuvoso e período menos chuvoso), foram definidos os subtipos climáticos para cada área de influência das estações plúvio-climatológicas conforme apresentado no Quadro 5. Observa-se que essas áreas estão todas submetidas ao clima tipo A, segundo a classificação de Köppen.

Com a adoção das modificações de Martorano (1993), obteve-se maior variedade de climas com a definição de sete subtipos, conforme visto na Tabela 1. Isto permitiu a obtenção de maior número de zonas bioclimáticas.

#### b) identificação da vegetação:

Com as coordenadas geográficas, fez-se a plotagem das estações plúvio-climatológicas sobre um mapa de vegetação digitalizado, na escala 1:250.000, da região amazônica, o que possibilitou verificar quais tipos de vegetação estavam inseridos na área de influência dessas estações e, conseqüentemente, submetidos aos subtipos climáticos por elas definidos.

Tabela 1 - Classificação climática segundo Köppen, nas zonas de inserção de sistemas agroflorestais

UF	Código	Nome da Estação	Prpa (mm)	Tc (oC)	Tf		a			r	a'	Tipo Clima	Clima A Sub Categ.
					(oC)	Mês	mm	Mês	Mês				
AC	966000	FAZ SÃO LUIZ (NOVA CALIFORNIA)	1947,6				20,5	(Jul)			22,1	A	Aw4
AC	967000	RIO BRANCO (INMET)	1943,2	24,9	23,2	(Jun.)	40,4	(Ago)	748,8		22,3	A	Aw4
AM	260007	PRESIDENTE FIGUEIREDO	2510,6				124,4	(Ago)			-0,4	A	Af2
AM	360000	MANAUS (INMET)	2302,9	26,7	26,0	(Mar)	56,1	(Ago)	783,3		7,9	A	Am3
AP	8051002	MACAPÁ (INMET)	2532,4	26,8	25,8	(Fev)	27,2	(Out)	786,0		-1,3	A	Am2
PA	147007	CASTANHAL (ANA)	2627,4	26,0	25,4	(Fev)	72,0	(Nov)	770,0		-5,1	A	Af2
PA	147008	SÃO DOMINGOS DO CAPIM	2411,0				45,9	(Out)			3,6	A	Am3
PA	147011	COLÔNIA SANTO ANTÔNIO	2641,4				61,1	(Nov.)			-5,7	A	Af2
PA	147013	CAPITÃO POÇO (Embrapa)	2411,0	26,1	25,8	(Fev)	45,9	(Out.)	772,0		3,6	A	Am3
PA	148002	BELÉM (INMET)	2932,2	26,1	25,6	(Fev)	117,5	(Out.)	772,0		-17,3	A	Af2
PA	148003	SANTA IZABEL DO PARA	3057,1				120,8	(Out.)			-22,3	A	Af1
PA	148011	VILA DO CONDE	1964,2				37,4	(Out.)			21,4	A	Aw4
PA	248005	TOMÉ - AÇU (INATAM)	2446,5	26,4	25,8	(Fev)	53,1	(Nov.)			2,1	A	Am3
PA	254000	SANTARÉM (ANA)	2312,7	26,0	25,4	(Jul.)	35,3	(Set)	770,0		7,5	A	Am3
PA	254003	BELTERRA (INMET)	1911,2	24,9	24,2	(Jul.)	41,8	(Set)	748,0		23,6	A	Am4
PA	347000	PARAGOMINAS (ANA)	1812,2	26,0	25,5	(Jul.)	30,0	(Set.)	770,0		27,5	A	Aw4
PA	352001	ALTAMIRA (INMET)	2009,0	26,3	25,5	(Fev.)	32,8	(Ago)	776,0		19,6	A	Aw3
PA	352005	BRASIL NOVO	1918,4				34,4	(Set)			23,3	A	Am4
RO	863000	PORTO VELHO (INMET)	2183,7	24,4	24,0	(Fev.)	22,6	(Jul)	738,0		12,7	A	Aw3
RO	1062000	OURO PRETO DO OESTE (Embrapa)	1985,1	24,5	22,7	(Fev.)	7,7	(Jul)	740,0		20,6	A	Aw4
RR	8260000	BOA VISTA (INMET)	1698,7	27,8	26,1	(Jul.)	26,7	(Fev.)	806,0		32,1	A	Aw4

Prpa - Precipitação média anual (valor real), r - Valor teórico da precipitação média, Tc - Temperatura média compensada anual (valor real), Tf - Temperatura média compensada do mês mais frio, a - Precipitação média do mês mais seco (valor real), a' - Precipitação média do mês mais seco (valor teórico)



Os tipos de vegetação resultantes dessa identificação foram: floresta primária ombrófila aberta submontana com palmeiras (Asp); savana primária estacional com floresta-de-galeria (Spf); vegetação secundária (Vs); floresta primária ombrófila densa submontana com dossel emergente (Dse); floresta primária ombrófila aberta de terras baixas com palmeiras (Abp); floresta primária ombrófila densa aluvial com dossel uniforme (Dau); floresta primária ombrófila densa de terras baixas com dossel emergente (Dbe); floresta primária ombrófila aberta submontana com bambus (Asb); savana primária estacional arborizada (Sa); floresta primária estacional semidecidual submontana com dossel uniforme (Fsu2).

c) definição das zonas bioclimáticas:

As zonas bioclimáticas foram obtidas a partir de uma análise descritiva, com o cruzamento em uma matriz de dupla entrada com os subtipos

climáticos integrando as linhas, e os tipos de vegetação integrando as colunas. No corpo da matriz, em cada ponto de cruzamento, foram codificadas pela letra Z (maiúscula) seguida de um número, as zonas bioclimáticas.

Embora os cruzamentos permitissem a definição de setenta zonas, foram codificadas apenas as vinte e duas que continham os sistemas agrofloretais pesquisados. O Quadro 2 mostra as zonas bioclimáticas resultantes.

Para maior segurança, fez-se uma análise de correspondência para verificar se os parâmetros utilizados, clima e vegetação, apresentavam alguma associação, de forma a permitir, de fato, a formação de zonas bioclimáticas. Para se efetivar essa análise, procedeu-se ao cálculo do  $\chi^2$ , que resultou em um valor de 193,436.

Quadro 2 – Zonas bioclimáticas dos pontos de inserção dos sistemas agrofloretais

Tipo de Clima	Tipo de Vegetação									
	Dse	Vs	Abp	Dau	Dbe	Asb	Spf	Sa	Fsu2	Asp
Af1		Z1								
Af2	Z2	Z3								
Am2					Z4		Z5	Z6		
Am3	Z7	Z8		Z9	Z10					
Am4	Z11									
Aw3		Z12	Z13		Z14	Z15				Z16
Aw4	Z17	Z18	Z19				Z20		Z21	Z22

Uma vez que esse valor foi significativo considerando 54 graus de liberdade e um nível de confiança de 95%, admitiu-se haver associação entre as variáveis utilizadas, clima e vegetação, confirmando que a formação de zonas bioclimáticas a partir dessas variáveis teria sentido.

Entretanto, para se confirmar a viabilidade da análise de correspondência, aplicou-se o Critério  $\beta$  e, uma vez que o valor

resultante para  $\beta$  foi 18,976, portanto muito maior que 3, admitiu-se, com segurança, que a aplicação da análise de correspondência foi procedente, podendo dessa forma, explicar a formação das zonas bioclimáticas a partir daquelas variáveis.

Com as informações obtidas, determinou-se a frequência de sistemas agrofloretais por zonas bioclimáticas, conforme apresentado no Quadro 3.

Quadro 3 – Número de sistemas agroflorestais por zonas bioclimáticas

Tipo de Clima	Tipo de Vegetação										
	Dse	Vs	Abp	Dau	Dbc	Asb	Spf	Sa	Fsu2	Asp	Total
Af1		02									02
Af2	01	06									07
Am2					01		01	03			05
Am3	01	37		02	02						42
Am4	02										02
Aw3		03	03		02	01				01	10
Aw4	05	06	03				08		09	09	40
<b>Total</b>	<b>09</b>	<b>54</b>	<b>06</b>	<b>02</b>	<b>05</b>	<b>01</b>	<b>09</b>	<b>03</b>	<b>09</b>	<b>10</b>	<b>108</b>

Visando dar maior confiança à informação gerada pela análise de correspondência, optou-se, ainda, por fazer uma análise de agrupamento. Essa análise definiu a formação de grupos de sistemas agroflorestais com similaridade bioclimática. Observou-se que os grupos formados correspondem exatamente aos sistemas contidos em cada uma das zonas constituídas na análise de correspondência, mostrando a sintonia entre os dois métodos.

A diferença marcante observada entre as duas análises é que na análise de agrupamento, além da formação dos grupos que corroboraram a análise de correspondência, algumas zonas foram “agrupadas” com outras, como a Z20 com a Z15; a Z4 com a Z22 e Z16; a Z5 com a Z6; a Z18 com a Z19; a Z12 com a Z13, a Z1 com a Z2 e com a Z3; a Z4 com a Z10 e, finalmente, a Z7 com a Z8, Z9 e Z11. Esta junção decorre do fato de não haver diferença significativa entre os sistemas a um nível de 95%. Isto remete para a possibilidade da formação de zonas com maior número de sistemas. Contudo, para essa operação, há

necessidade de um estudo comparativo mais apurado das características ecológicas dessas zonas para maior segurança. Isto, entretanto, não é propósito deste trabalho, ficando o indicativo para um estudo específico.

A Figura 1 expressa a distribuição espacial das zonas bioclimáticas definidas. Observa-se que essas zonas estão distribuídas principalmente em locais onde se situam as capitais dos estados e grandes centros urbanos. Isto decorre do fato de terem sido definidas apenas as estações pluvio-climatológicas situadas nas proximidades dos sistemas agroflorestais pesquisados, a partir de suas coordenadas geográficas.

Nota-se que em uma mesma zona ocorrem mais de um sistema agroflorestal e que nem todos os sistemas estudados estão “visualizados” na figura. Isto se deve ao fato de que vários deles estão submetidos a coordenadas geográficas muito próximas não sendo possível distinguir na escala da figura.

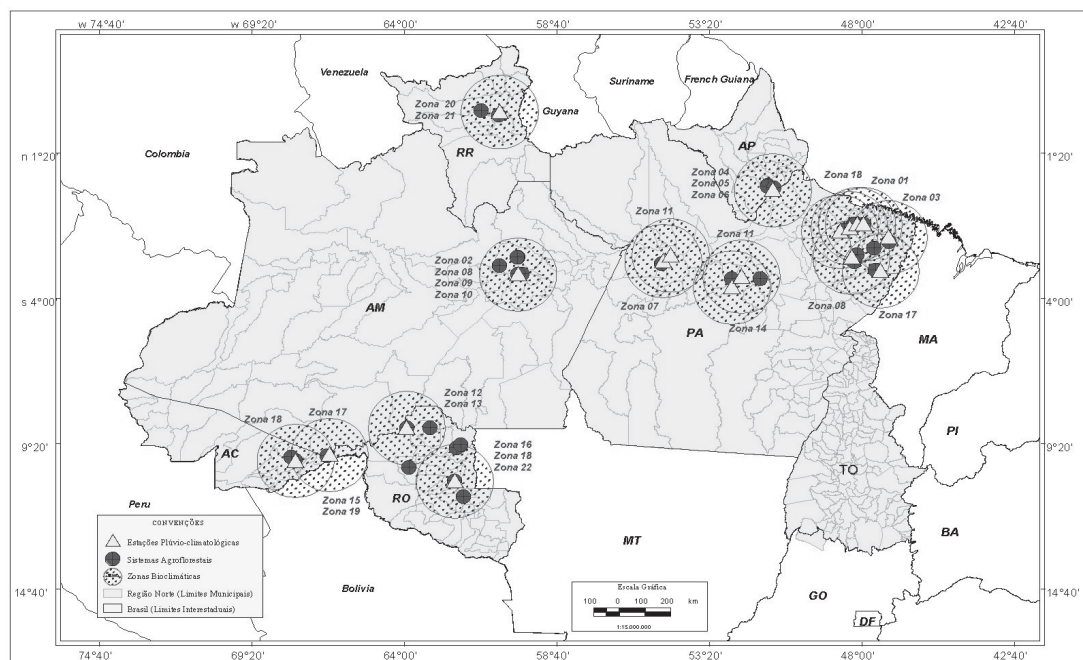


Figura 1 - Distribuição espacial de zonas bioclimáticas de inserção de sistemas agroflorestais na região Norte

Observa-se também que diversas zonas se sobrepõem na figura. Isto decorre da proximidade entre as estações plúvio-climatológicas que forneceram subtipos climáticos idênticos ou relativamente próximos. Entretanto, a zona considerada para cada sistema agroflorestal é formada pelo subtipo climático fornecido pela estação que lhe está mais próxima com o tipo de vegetação sobre o qual ocorre.

Observa-se ainda na Figura 1 que algumas zonas ocorrem em mais de um lugar. É o caso da zona Z8 que ocorre no Amazonas e no Pará, a zona Z11, que ocorre em dois lugares do estado do Pará e a zona Z18, que ocorre no Acre e em Rondônia. Isto é consequência do fato de que nessas localidades o subtipo climático e o tipo de vegetação são os mesmos.

#### 4 CONCLUSÃO

Pelos resultados obtidos no presente trabalho, pode-se concluir que:

- a) a partir de dados climatológicos gerados pelas estações plúvio-climatológicas da região, foi possível fazer com eficiência a identificação e caracterização climática dos pontos geográficos de inserção de sistemas agroflorestais;
- b) o índice de temperatura média do ar, nos diversos pontos da região, variou apenas de 24,4° c a 27,8°c. Isto contribui, no que se refere a esse parâmetro, para que a replicabilidade de experiências agroflorestais entre diversos pontos tenha maiores possibilidades de êxito;

c) os índices de precipitação variam bastante entre os pontos geográficos mensurados, de 1.698,7 mm a 3.057,1 mm, o que remete para uma atenção quanto à escolha de espécies para a composição de sistemas agroflorestais;

d) o resultado do critério  $\beta$  mostrou um valor de  $\beta > 3$  (18,97) justificando a aplicação da análise de correspondência no presente estudo que, por sua vez, indicou claramente que as variáveis utilizadas, clima e vegetação, são dependentes;

c) as análises de correspondência e de agrupamento facilitaram os procedimentos adotados para a definição das zonas bioclimáticas;

d) os 108 sistemas agroflorestais pesquisados estão distribuídos em 22 zonas bioclimáticas.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Caio Marcio V.C. de et al. *Sistemas agroflorestais com alternativa auto-sustentável para o Estado de Rondônia*: histórico, aspectos agronômicos e perspectivas de mercado. Porto Velho: Secretaria de Estado do Planejamento e Coordenação Geral: PLANAFORO: PNUD, 1995. 59 p.

BARROS, Paulo Luiz Contente de. *Estudo fitossociológico de uma floresta tropical úmida no planalto de Curuá – Una Amazônia brasileira*. 1986. 146 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Agrárias, Curitiba, 1986.

BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica. *Inventário: estações pluviométricas por bacia hidrográfica*. Brasília, DF, 2001. 304 p.

\_\_\_\_\_. Instituto Nacional de Meteorologia. *Normas climatológicas (1961-1990)*. Brasília, DF: Embrapa – Produção de Informação, 1992. 84 p.

CAPORAL, Francisco Roberto; COSTABEBER, José Antônio. Agroecologia: aproximando conceitos com a noção de sustentabilidade. In: RUSCHEINSKY, Aloísio. *Sustentabilidade: uma paixão em movimento*. Porto Alegre: Sulina, 2004. p. 46-61.

DIAS, Carlos Tadeu dos Santos et al. *Estatística multivariada através do SAS para windows*. Piracicaba: ESALQ. Departamento de Matemática e Estatística, 1996. 107 p.

GLIESSMAN, Stephen R. A necessidade de sistemas sustentáveis de produção de alimentos. In: GLIESSMAN, Stephen R. *Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável*. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 2000. p. 33-60.

GOLFARI, L.; CASER, R.L.; MOURA, V.P.G.. *Zoneamento ecológico esquemático para reflorestamento no Brasil (2ª aproximação)*. Belo Horizonte: Centro de Pesquisa Florestal da Região do Cerrado, 1978. 66p. (Série Técnica, 11).

MARTORANO, Lucieta Guerreiro et al. *Estudos climáticos do Estado do Pará, classificação climática (Köppen) e deficiência hídrica (Thornthwaite, Mather)*. Belém: Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia; Rio de Janeiro: Embrapa. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, 1993. 53p.

MONTOYA, Luciano Javier. Aspectos de P&D, socioeconômicos e de transferência de tecnologia de sistemas agroflorestais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 4., 2002, Ilhéus. *Anais...* Ilhéus: Sociedade Brasileira de Sistemas Agroflorestais: CEPLAC, 2004. p. 265-274.

PEREIRA, Antônio Roberto; ANGELOCCI, Luiz Roberto; SENTELHAS, Paulo César. Informações (agro)meteorológicas. In: PEREIRA, Antônio Roberto; ANGELOCCI, Luiz Roberto; SENTELHAS, Paulo César. *Agrometeorologia: fundamentos e aplicações*. Guafba: Agropecuária, 2002. p. 445-465.

QUEIRÓZ, Joaquim. *Análise multivariada*. Belém: UFPa. Departamento de Estatística, 2005. 86p. (Curso de Especialização em Estatística).

ROLIM, Glauco de Souza; SENTELHAS, Paulo Cezar. *Balanço hídrico normal por Thorntwaite & Mather (1955) – Software BHnorm, v.4.0*. São Paulo: USP/ESALQ. Departamento de Física e Meteorologia, 1998. CD-ROM.

SILVA, Admilson Alcântara da. Análise de correspondência. In: SILVA, Admilson Alcântara da. *Análise de viagem de turista em visita à Belém, por ocasião do Círio de Nazaré, em outubro de 2004*. Belém: UFPa. Departamento de Estatística, 2005. p. 24-27.

UNRUH, J. D.; LEFEBVRE, P. A. A spatial database approach for estimating areas suitable for agroforestry in subsaharian Africa: aggregation and use of agroforestry case studies. *Agroforestry Systems*, n. 32, p. 81-96, 1995.