MIRIAM HARUMI OKUMURA

**Nova abordagem para a interpretação da Reserva Legal com auxílio
da geoestatística**

São Paulo

2014

MIRIAM HARUMI OKUMURA

**Nova abordagem para a interpretação da Reserva Legal com auxílio
da geoestatística**

Tese apresentada à Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo para obtenção
do título de Doutor em Engenharia.

Orientador: Prof. Dr. Giorgio de Tomi.

São Paulo

2014

MIRIAM HARUMI OKUMURA

**Nova abordagem para a interpretação da Reserva Legal com auxílio
da geoestatística**

Tese apresentada à Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo para obtenção
do título de Doutor em Engenharia.

Área de Concentração: Engenharia de
Minas.

Orientador: Prof. Dr. Giorgio de Tomi.

São Paulo

2014

Este exemplar foi revisado e corrigido em relação à versão original, sob responsabilidade única do autor e com a anuência de seu orientador.

São Paulo, 14 de agosto de 2014.

Assinatura do autor _____

Assinatura do orientador _____

Catálogo-na-publicação

Okumura, Miriam Harumi

Nova abordagem para a interpretação da reserva legal com auxílio da geoestatística / M.H. Okumura. -- versão corr. -- São Paulo, 2014.

71 p.

Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Minas e de Petróleo.

1.Geoestatística 2.Reserva legal 3.Carbono acumulado 4.Floresta Amazônica I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Minas e de Petróleo II.t.

Para meu marido Reginaldo Romeu, que por muitas vezes não entendeu meus
propósitos e mesmo assim me apoiou;

Para meus filhos Matheus Kazuo e Samuel Kenji;

Aos meus Pais, Osvaldo e Laura, que sempre acreditaram no meu potencial;

Às minhas irmãs Karen e Helen

E à minha Tia Taeko Okumura.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador Prof. Giorgio de Tomi por todos os conselhos e ensinamentos; ao Alexandre Passos pelas contribuições; ao Prof. Perigovich da UFOPA pelo diálogo e críticas construtivas; à Marjorie Neves da SEICOM pela contribuição.

Agradeço também aos meus colegas que de alguma maneira me ajudaram: Antonio Carlos, Richard, Elisangela, Tatiane e Jacopo.

Agradeço aos meus amigos pelo apoio constante: Hélio Rubens, Thaís Garcia, Roger Yabiku, Andrea Guermani, Lenita Saad e Sônia Vecchia.

Viver, como talvez morrer, é recriar-se a cada momento. Arte e artifício, exercício e invenção no espelho posto à nossa frente ao nascermos. Algumas visões serão miragens: ilhas de algas flutuantes que nos farão afundar. Outras pendem em galhos altos demais para nossa tímida esperança. Outras ainda rebrilham, mas a gente não percebe – ou não acredita.

A vida não está aí apenas para ser suportada ou vivida, mas elaborada. Eventualmente reprogramada.

Conscientemente executada.

Não é preciso realizar nada de espetacular.

Mas que o mínimo seja o máximo que a gente conseguiu fazer consigo mesmo.

Lya Luft

RESUMO

A Floresta Amazônica é palco de um grande número de atividades de desflorestamento, como a mineração artesanal, agropecuária e comércio de madeira. A fim de se ter uma diminuição dos impactos ambientais, os órgãos fiscalizadores têm tentado regular estas atividades e orientá-las para métodos de operação mais responsável. Este trabalho descreve a iniciativa por meio do monitoramento dessas áreas de floresta localizadas perto dessas regiões de desmatamento, porque os elementos fundamentais, tais como a biomassa e acúmulo de carbono das árvores podem ser adequadamente monitorados contra distúrbios ocasionais trazidos por essas atividades. A atual abordagem padrão na Amazônia é monitorar todas as árvores da floresta dentro de uma área chamada de transecto, também designado como inventário florestal, mantendo um registro rigoroso de seu comportamento e crescimento. No entanto, essas atividades são restritas às áreas de controle que estão localizados em regiões estratégicas e não representam toda a área a ser monitorada. Esta pesquisa explora uma nova metodologia baseada na geoestatística e destinada a otimização da amostragem, estendendo-se para o estudo de áreas florestais muito maiores, mantendo a utilização dos recursos humanos unitária inalterada, e, ao mesmo tempo, aumentar a superfície das áreas de estudo e a manter a confiança nos resultados. A metodologia proposta permite a seleção da Reserva Legal - RL, a ser feita de acordo com a distribuição real de acumulação de carbono da floresta, em vez de confiar na utilização de área percentual proposta por lei e no senso comum de proprietários / órgãos fiscalizadores. Esta metodologia foi aplicada na Floresta Nacional de Tapajós (FLONA Tapajós), no Estado do Pará, Brasil, utilizou-se de conjunto de dados disponíveis, para otimizar as amostras e monitorar a capacidade da floresta de armazenar carbono. A presente metodologia pretende contribuir para uma diminuição do custo das atividades de monitoramento por unidade de área, aumento da precisão para localização RL, e simplificação dos procedimentos através da aplicação de um conjunto de ferramentas de fácil utilização. Os resultados mostraram que a aplicação de estudos geoestatísticos para determinação de RL é um procedimento viável, pois a estrutura do variograma se mantém mesmo com a amostragem sofrendo uma diminuição randômica de até 50% da área de cobertura

vegetal, conseguindo manter o mesmo resultado da amostragem na totalidade da cobertura vegetal.

Palavras-Chave: Floresta Amazônica, Reserva Legal, Carbono Acumulado, Geoestatística

ABSTRACT

The Amazon Rainforest is the scene of a large number of deforestation activities such as artisanal mining, agriculture and timber trade. For the purpose of have reduced environmental impacts, regulatory agencies have attempted to regulate these activities and direct them towards more responsible methods of operation. This paper describes the initiative by monitoring these forest areas located near these regions of deforestation, because the core elements, such as biomass and carbon accumulation of the trees can be adequately monitored against occasional disturbances brought by these activities. The current standard approach in the Amazon is to monitor all the trees of the forest within an area called the transect, also designated as forest inventory, keeping a strict record of their behavior and growth. However, these activities are restricted to control areas that are located in strategic regions and do not represent the whole area to be monitored. This research explores a new methodology based on geostatistics and designed to optimize the sampling, extending the study of much larger forest areas, keeping unchanged the use of human resources unit, and at the same time increase the surface areas of study and to maintain confidence in the results. The proposed methodology allows the selection of the Legal Reserve - RL, to be made according to the actual distribution of carbon accumulation in the forest, instead relying in using area percentage proposed by law and common sense of proprietary / regulatory agencies. This methodology was applied in the Tapajós National Forest (FLONA Tapajós), State of Pará, Brazil, we used the data set available, to optimize the sample and monitor the forest's ability to store carbon. This methodology intends to contribute to reducing the cost of monitoring activities per unit area, increased precision for location RL, and simplifying procedures by applying a set of easy to use tools. The results showed that application of geostatistical studies for determination of RL is a viable procedure, because the structure of the variogram is maintained even with a random sampling suffering decreased to 50% of the area of vegetation, even managing to keep the sampling result the total vegetation cover.

Keywords: Amazon Forest, Legal Reserve, Carbon Accumulated, Geostatistics

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Localização da Floresta Nacional Tapajós.....	10
Figura 2. Representação da Amazônia Legal	14
Figura 3. Exemplo de variograma com características ideais	20
Figura 4. Entrada da Floresta Nacional do Tapajós, km 67	24
Figura 5 Torre de acesso a copa – 45 metros de altura, torre em plataforma de metal armado (posicionamento S -2.85611 , W -54.95806)	25
Figura 6. Metodologia proposta para otimizar amostragem e modelar o carbono acumulado, para selecionar a área de Reserva Legal	27
Figura 7. Amostras georreferenciadas	28
Figura 8. Amostras desagrupadas	28
Figura 9. Histograma da distribuição das frequências de DAP's na área total (1000m X 50m).....	29
Figura 10. Histograma da distribuição da frequência da variável carbono(Mg de C)	29
Figura 11. Histograma da distribuição da frequência da variável carbono (Mg de C) normalizada.....	29
Figura 12. Variograma omnidirecional, para a variável C. Onde o efeito pepita teve valor de 0,5, alcance de 20 metros e o patamar 1,06. O tipo de variograma foi ajustado para o modelo esférico.	30
Figura 13. Os resultados da krigagem da variável carbono (Mg de C), utilizando todas as amostras, com blocos de 10m x 10m	30
Figura 14. Amostras com 75%, 50% e 25% dos dados originais, e respectivos desagrupamentos.....	31
Figura 15. Histograma de amostras: 75% das amostras (453 amostras) e histograma normalizado, 50% das amostras (301 amostras) e histograma normalizado, e, 25% das amostras (150 amostras) e histograma normalizado.....	32
Figura 16. Variogramas omnidirecionais gerados. Variograma com 75% das amostras, ajustado para o modelo esférico. Variograma com 50% das amostras, ajustado para o modelo esférico. Variograma com 25% das amostras.....	35
Figura 17. Resultado da Krigagem dos dados com 75%, 50% e 25% das amostras.	36
Figura 18. Variância entre os valores estimados de carbono e os valores reais de carbono (100% das Amostras).....	37

Figura 19. A: Área hipotética com 600 ha em uma área de floresta dentro da Amazônia Legal, onde a Reserva Legal de 480 ha (80% da propriedade), foi localizado de acordo com os parâmetros de acumulação de carbono. B: Área hipotética com de 600 ha fora de áreas de floresta dentro da Amazônia Legal, onde a Reserva Legal de 120 ha (20% da propriedade), foi localizado de acordo com os parâmetros de acumulação de carbono.38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Dados o variograma experimental, com 100% e 75% das amostras.	33
Tabela 2: Dados o variograma experimental, com 50% e 25% das amostras.	34
Tabela 3. Parâmetros dos Variogramas.	35

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO E OBJETIVO.....	7
2 REVISÃO DA LITERATURA	9
2.1 Floresta Nacional de Tapajós.....	9
2.4 Acúmulo de Carbono	15
2.5 Sistemas Georreferenciados.....	18
2.5.1 Geoestatística.....	19
2.5.2 Krigagem.....	21
2.5.3 Agrupamento preferencial das amostras.....	22
3 MATERIAL E MÉTODOS	24
3.1 Área de Estudo	24
3.3 Tomada de decisão para a Reserva Legal - RL	26
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
5 CONCLUSÃO	40
APÊNDICE A – Resultados do desagrupamento (peso para cada amostra).....	48
APÊNDICE B – Variogramas direcionais gerados.....	62

1 INTRODUÇÃO E OBJETIVO

A legislação brasileira preocupa-se bastante com a conservação / preservação da Floresta Amazônica, e nesse sentido criou o que foi denominado de Reserva Legal - RL, onde 80% da propriedade situada em zona rural, dentro dos limites da Amazônia Legal, devem ser preservados e registrados em cartório como RL, permitindo a exploração de 20% da área. Porém não existe uma preocupação em determinar qual seria o local mais apropriado para a localização dessa RL, deixando a critério do proprietário essa decisão e também não há estudos / trabalhos na linha de orientação para a melhor definição da localização da área de RL.

Para determinar adequadamente a localização da RL pode-se utilizar os estudos geoestatísticos do acúmulo de carbono. O cálculo que quantifica esse acúmulo é baseado em DAP (medida do diâmetro à altura do peito) – em cada indivíduo arbóreo amostrado.

O carbono é um dos elementos químicos base da constituição biológica; o dióxido de carbono (CO_2) é uma das moléculas constituintes do processo de efeito estufa e um dos principais poluentes atmosféricos. Os organismos fotossintetizantes são os principais responsáveis pelo sequestro/indisponibilização do CO_2 atmosférico, sendo as plantas responsáveis pelo estoque de dois terços da acumulação do carbono terrestre (TOTTEN, 2000). As plantas de hábito arbustivo e arbóreo são as que oferecem os mais longos ciclos de acumulação/estocagem de carbono na natureza.

Vários estudos ecológicos relatam que a maioria das comunidades de organismos, se não todas, são espacialmente estruturadas e que os métodos de amostragem devem detectar diferentes níveis de autocorrelação espacial (Oda-Souza, 2008). A análise geoestatística modela a distribuição espacial associando o grau de dependência as medidas de distância entre pontos amostrados, pode-se associar ao método de krigagem que gera valores para locais não amostrados. Dessa maneira tem-se, além da análise geostatística do acúmulo de carbono, também a otimização da amostragem florestal / inventário florestal que no presente é realizada de forma exaustiva, ou seja, na área toda, amostrando espécime por espécime.

Para esse estudo foi realizada a análise do acúmulo de carbono baseada em geoestatística, a fim de fornecer modelos de acúmulo de carbono em áreas de florestas tropicais, com o intuito de monitorar esse acúmulo de carbono dando

subsídio para determinação de área de RL. A amostragem foi realizada na Floresta Nacional do Tapajós, no estado do Pará.

Portanto tem-se três objetivos:

1. Otimizar a amostragem da floresta diminuindo a quantidade de espécies arbóreas observadas, essa amostragem atualmente é realizada de forma exaustiva em forma de inventário florestal, amostrando todas as espécies do local;
2. Selecionar a localização da Reserva Legal, com base no maior acúmulo de carbono de determina região dentro de uma propriedade, pois não existe nenhuma metodologia para essa seleção, sendo que na atualidade a Reserva Legal apenas é determinada uma porcentagem da área destinada;
3. Reduzir custos operacionais, relativos ao processo de obtenção de dados de inventário florestal, pela diminuição do esforço amostral de campo.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Floresta Nacional de Tapajós

A Floresta Nacional do Tapajós foi criada pelo Decreto no. 73.684 de 19/02/74. Art 1º no Estado do Pará, a Floresta Nacional do Tapajós – FLONA Tapajós (Figura 1), sob jurisdição do Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, órgão vinculado ao Ministério da Agricultura, com a área estimada em 600.000 ha (seiscentos mil hectares), dentro dos seguintes limites e confrontações: Oeste - Rio Tapajós; Leste - Rodovia Cuiabá - Santarém; Norte - Reta que passa pelo marco 50 (cinquenta) da Rodovia Cuiabá-Santarém e por um ponto de latitude igual a 2º45'S (dois graus e quarenta e cinco minutos Sul), à margem direita do Rio Tapajós; Sul - Rio Cupari e seu afluente Santa Cruz, também chamado Cupari Leste, até a intersecção deste ou do prolongamento do seu eixo, com a Rodovia Cuiabá – Santarém.

De acordo com o Relatório Parametrizado - Unidade de Conservação, na amplitude de seus quase 600 mil hectares, a FLONA do Tapajós abriga vários tipos de florestas. Dubois (1976) reconheceu seis tipos, que são:

- 1) floresta tropical densa com árvores emergentes e relevo plano;
- 2) floresta tropical densa com árvores emergentes e relevo dissecado em colinas e ravinas;
- 3) floresta tropical aluvial (caracteriza-se por permanecer parte do ano inundada, pela variedade de espécies florestais de porte mediano e ocorrência de alguns indivíduos de menor porte);
- 4) floresta tropical aberta com palmeiras e cipós e relevo plano;
- 5) floresta tropical aberta com palmeiras e cipós e relevo dissecado em colinas e ravinas; e
- 6) florestas secundárias (capoeiras), principalmente ao longo de suas fronteiras e vias de acesso.

A presença marcante de florestas de terra-firme, que compreendem aproximadamente um terço da área total da FLONA do Tapajós, confere a esta Unidade de Conservação - UC grande representatividade em termos de Amazônia, já que suas florestas de terra-firme são as formações florestais dominantes na Amazônia brasileira cobrindo aproximadamente 200 milhões de hectares, que

corresponde a 60% da área total da região. Os ecossistemas presentes na UC são representativos em termos de área e estado de conservação / preservação, predomina a floresta tropical densa com árvores emergentes, seguida de floresta tropical com palmeiras. A floresta tropical aluvial também está bem representada em toda a margem direita do rio Tapajós e no vale do rio Mojú.

A FLONA Tapajós encontra-se na região da unidade estratigráfica denominada Formação Barreiras. As rochas desta formação são arenitos finos, folhelhos cinza e folhelhos calcíferos. A Formação Barreiras é constituída principalmente por sedimentos continentais vermelhos e formados por intercalações de arenitos e argilitos com conglomerados subordinados. Os arenitos são finos e médios, geralmente com estratificação cruzada, tendo cores vermelhas e variegadas, caulíníticas, friáveis. Na porção sul junto ao Rio Cupari ocorre a Formação Nova Olinda (Damasceno, 2001).

Figura 1 Localização da Floresta Nacional Tapajós.

2.2 Atividades de Desmatamento e a Biodiversidade

A redução dos tamanhos das florestas naturais em todo o mundo tem ocorrido como resultado, principalmente, de incêndios, cortes de árvores para propósitos comerciais, devastação de terras para utilização de agropecuária, ou até fenômenos naturais (ARRAES, MARIANO & SIMONASSI, 2012)

Quando se trata de atividade mineral, Monteiro (2005), afirma que as dinâmicas derivadas das atividades voltadas à extração e a transformação industrial de minerais incluem-se entre os mais expressivos elementos que contribuíram e contribuem para a efetivação de significativas mudanças na Amazônia oriental brasileira. Hinton et al (2003) afirma que a mineração artesanal e de pequena escala constituem uma importante fonte de subsistência para comunidades humanas em todo o mundo, porém essas atividades são frequentemente acompanhadas por uma extensa degradação ambiental.

De acordo com o Programa de Cálculo do Desflorestamento da Amazônia - Projeto PRODES, Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite - desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, a taxa de desflorestamento da Amazônia Legal em 2012 foi de $4571 \text{ km}^2 \text{ ano}^{-1}$, sendo que no estado do Pará essa taxa foi de $1741 \text{ km}^2 \text{ ano}^{-1}$ (38,09%), a maior taxa de desflorestamento entre os estados que compõem a Amazônia Legal.

As causas do desmatamento nas florestas tropicais não podem ser restringidas a uma única variável, pelo contrário, existem combinações de vários fatores que favorecem a degradação ambiental, tais como: a interação entre a expansão agrícola, o comércio de madeiras, crescimento populacional e a construção de estradas, governança pública e que podem interagir de maneira diferente, dependendo da dinâmica temporal e espacial de cada região (GEIST & LAMBIN, 2001).

Agricultura e pecuária intensiva, a falta de ordenamento na ocupação territorial, a monocultura de certas espécies agrônômicas e a introdução de espécies exóticas para cultivos diversos são alguns dos fatores que também afetam a biodiversidade da Amazônia (SILVEIRA et al, 2008).

No final da década de 1980 Edward O. Wilson cunha o termo biodiversidade – oriundo da fusão da expressão Diversidade Biológica – o qual descreve a riqueza e

a variedade de organismos do mundo natural (WILSON, 1994; WWF – Brasil¹). Para entender o que é a biodiversidade, deve-se considerar o termo em dois níveis diferentes: todas as formas de vida, assim como os genes contidos em cada indivíduo, e as inter-relações, ou ecossistemas, na qual a existência de uma espécie afeta diretamente muitas outras. A diversidade biológica está presente em todo o planeta: no meio dos desertos, nas tundras congeladas, nas fontes termais de água sulfurosas ou os abismos oceânicos. A diversidade/variabilidade genômica possibilitou a adaptação da vida nos mais diversos pontos do planeta. Os vegetais, por exemplo, são a base dos conjuntos ecológicos. Como elas florescem com mais intensidade nas áreas úmidas e quentes, a maior diversidade é detectada nos trópicos, como é o caso da Amazônia e sua excepcional vegetação (FERREIRA, 2000).

O Brasil detém cerca de 22% das variedades de plantas do mundo (FERREIRA, 2000). De qualquer forma, o estoque de carbono nas florestas maduras parece ser vulnerável a diversos fatores como o desmatamento, a fragmentação, o aquecimento, queimadas e as mudanças nos regimes de precipitação.

Fearnside (2006) defende a ideia de que existem um bom número de serviços ambientais providos pela manutenção da floresta, dos quais existem três grupos de serviços que proveem ampla justificativa para manter, ou preservar áreas grandes de floresta: biodiversidade, ciclagem de água e armazenamento de carbono. Fearnside (2006) ainda afirma que a quantidade de carbono absorvida como CO₂ pelo recrescimento de florestas secundárias é menor quando comparada à emissão inicial, porque a biomassa por hectare da floresta secundária é muito mais baixa que a da floresta primária.

A perda de biodiversidade é a principal consequência do desflorestamento na Amazônia, sendo irreversível e de grande prejuízo a Humanidade. Sempre é possível evitar a erosão dos solos e recuperar corpos d'água e ciclagem de nutrientes utilizando sistemas ecológicos simplificados, mas é impossível trazer de volta espécies extintas (VIEIRA et al, 2005).

¹O WWF-Brasil é uma organização não-governamental brasileira dedicada à conservação da natureza com os objetivos de harmonizar a atividade humana com a conservação da biodiversidade e promover o uso racional dos recursos naturais em benefício dos cidadãos de hoje e das futuras gerações. http://www.wwf.org.br/wwf_brasil/

2.3 Reserva Legal

O conceito de Reserva Florestal Legal (RL) só foi inserido no Código Florestal de 1965, e é definida como o espaço florestal que deve ser preservado, além das Áreas de Proteção Permanente.

A Reserva Legal é a preservação de parte de uma área maior de determinada propriedade particular com o objetivo de preservar a vegetação existente. De acordo com o art. 3º, III, do Código Florestal de 2012, entende-se por Reserva Legal a área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, delimitada nos termos do art. 12, com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel, auxiliar a conservação e reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade bem como o abrigo e proteção da fauna e flora nativas.

O tamanho da Reserva Legal é determinada de acordo com a sua localização na propriedade em relação aos Biomas estabelecidos no art. 3º, III, do Código Florestal de 2012. A cidade de Santarém-Pará está localizada na Amazônia Legal, definida por meio da Lei 1.806, de 06 de janeiro de 1953, onde denominou-se Amazônia Legal, a Amazônia Brasileira conceituada pela política e não pela geografia. Esse conceito foi necessário para que o governo pudesse planejar e promover o desenvolvimento da região. A constituição federal de 05.10.1988 define como Amazônia Legal (Figura 2) abrange os Estados do Acre, Amapá, Amazonas, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima, Tocantins e parte do Maranhão (oeste do meridiano 44º).

Figura 2. Representação da Amazônia Legal

De acordo com Sirvinskas (2011), a Medida Provisória n. 2.166-67/2001 alterou substancialmente o art. 16 da Lei n. 4.771/65, apresentando quatro modalidades de reservas legais: a) 85% na propriedade rural situada em área de floresta localizada na Amazônia Legal; b) 35% na propriedade rural situada em área de cerrado localizada na Amazônia Legal, sendo no mínimo 20% na propriedade e 15% de compensação em outra área, desde que esteja localizada mesma microbacia, e seja averbada nos termos do § 7º do mencionado artigo; c) 20% na propriedade rural situada em área de floresta ou outras formas de vegetação nativa localizada nas demais regiões do país; e d) 20% na propriedade rural em área de campos gerais localizada em qualquer região do país.

A lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012 alterou novamente esses valores para áreas localizadas na Amazônia Legal: a) 80%, no imóvel situado em áreas de florestas; b) 35% no imóvel situado em área de cerrado; c) 20% no imóvel situado em campos gerais. Propriedades localizadas nas demais áreas que não a sejam a Amazônia Legal o percentual mínimo é de 20%.

Para de Miranda & Mattos (1993) um grande desafio é parar a destruição da floresta ainda intacta, e planejar a sua ocupação racional, com essa ideal é necessário utilizar a Reserva Legal para preservar a biodiversidade existente e ainda permitir a exploração da área.

Apesar de existir uma regulamentação complexa para se definir qual é o tamanho da área a ser considerada Reserva Legal, não existe uma metodologia para definir na propriedade, qual seria a melhor localização de área a ser destinada a Reserva Legal, ou de área que melhor represente a floresta nativa, mantendo a biodiversidade, e/ou ainda a que possui o maior acúmulo ou incremento de carbono.

2.4 Acúmulo de Carbono

O carbono é um dos elementos químicos base da constituição biológica, sendo que os seres vivos em todo seu conjunto e biomassa, representam o maior reservatório desse elemento (REZENDE, 2000). O dióxido de carbono (CO_2) é um dos elementos constituintes do grupo de gás de efeito estufa e um dos principais poluentes atmosféricos. Os maiores reservatórios/acumuladores de CO_2 estão presentes nos oceanos e na superfície da terra, sendo que a atmosfera contém uma parte ínfima de CO_2 (REZENDE, 2000).

A remoção do dióxido de carbono da atmosfera pelas florestas ocorre pelo processo da fotossíntese e a liberação para atmosfera se dá no processo de respiração, sendo parte deste carbono armazenado nos diversos componentes das plantas. Simpson e Botkin citados por Caldeira et al. (2003) e Martins (2004) afirmam que nas plantas o carbono entra e sai por difusão, na forma de CO_2 , através dos estômatos presentes na epiderme das folhas. Entrando, o CO_2 vai servir como matéria-prima de compostos orgânicos, durante a fotossíntese e devolvido à atmosfera com produto final do processo de respiração celular efetuado pelas plantas.

Para Watzlawick (2004) a absorção de dióxido de carbono ocorre no período de tempo existente entre o crescimento acelerado das plantas e a morte e decomposição delas. Deste modo, as florestas são importantes para o equilíbrio do balanço global de gás carbônico, pois os diferentes tipos de florestas armazenam diferentes quantidades de carbono em função dos estágios de sucessão, da idade, do regime de manejo e da composição de espécie.

A fixação de carbono florestal se dá pelo acúmulo do carbono na fitomassa florestal (matéria vegetal existente nas florestas de origem vegetal) e no solo, entretanto, os valores de carbono fixado pelas florestas podem variar enormemente de região para

região, de acordo com a tipologia florestal, solos e manejos florestais (MIRANDA, 2008).

As árvores estocam carbono tanto na biomassa acima como abaixo do solo e representam mais carbono do que atualmente existe em relação ao estoque na atmosfera (SILVEIRA et al, 2008).

Os organismos fotossintetizantes são os principais responsáveis pelo sequestro do CO₂ atmosférico, sendo as plantas responsáveis pelo estoque de dois terços do carbono terrestre (TOTTEN, 2000). Dentre as plantas, as de hábito arbustivo e arbóreo são as que oferecem os mais longos ciclos de estocagem de carbono na natureza, por meio do crescimento de sua sustentação aérea (troncos e galhos) ou subterrânea (raízes) e libera o estoque de carbono na atmosfera por meio da decomposição e/ou queimada (TOTTEN, 2000; CHANG, 2002). O sequestro de carbono por meio das florestas é denominado poço (sink) e sua liberação é designado de fonte (TOTTEN, 2000; CHANG, 2002). As florestas tropicais úmidas são um dos maiores representantes deste sequestro, sendo nas fases iniciais de crescimento que ocorre a maior incorporação do CO₂ atmosférico (REZENDE, 2000; TOTTEN, 2000; CHANG, 2002). Chang (2002) diz que há três formas simples de sequestro de carbono:

- a) preservação do estoque de carbono das floresta já existentes por meio de medidas protecionistas.
- b) ação combinada de prática de manejo florestal sustentável, regeneração florestal, recuperação de áreas florestais degradadas e práticas agroflorestais em campos agrícolas.
- c) Substituição de fontes de combustíveis fósseis por fontes de combustíveis de biomassa vegetal sustentável.

O conceito de sequestro/cumulação de carbono surgiu durante a Conferência das Partes da Convenção das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas realizada na cidade de Kyoto, no Japão, em 1997. A ideia é preservar a vegetação nativa e/ou reflorestar para que, por meio da fotossíntese, a vegetação possa absorver CO₂ e/ou manter o estoque de carbono nas plantas existentes (YU, 2004; MATHEUS et al., 2005).

O incremento ou sequestro de carbono em áreas florestais é baseado em duas premissas principais. Primeiro, o CO₂ é um gás de circulação global e, assim, sua

remoção tem igual valia se realizada próxima à fonte emissora ou em locais mais distantes. A segunda premissa é que as plantas absorvem CO_2 do ar atmosférico por meio do processo de fotossíntese, utilizando-o para a produção de glicose e outros compostos orgânicos utilizados para seu crescimento e metabolismo. As plantas lenhosas armazenam carbono na madeira e outros tecidos até a morte e decomposição, esse carbono presente na madeira poderá ser liberado na forma de CO_2 , CO ou CH_4 , (dióxido de carbono, monóxido de carbono e metano, respectivamente) ou ainda ser incorporado ao solo na forma de substâncias orgânicas. Dessa forma, é possível afirmar que as árvores possuem a capacidade permanente de captura e fixação de carbono enquanto vivas, sendo, assim, um importante sumidouro de carbono por períodos longos (MATHEUS, 2012).

Para Phillips et al. (1998) pesquisas mostraram que as florestas intactas ajudam a amortecer a taxa de aumento do CO_2 atmosférico, reduzindo assim os impactos das mudanças climáticas globais.

Para Resende et al. (2001), o incremento de carbono em ecossistemas terrestres engloba tanto a captura de carbono da atmosfera quanto a prevenção de emissão de gases de efeito estufa dos ecossistemas, existindo duas maneiras básicas de abordar a questão da fixação de carbono nesses ecossistemas: proteção dos ecossistemas que estocam carbono para que esse processo seja mantido ou até mesmo incrementado (Amazônia por exemplo); e manipulação dos ecossistemas para aumentar a fixação de carbono (plantio direto e/ou reflorestamento de áreas degradadas ou tradicionalmente nuas).

As florestas intactas da Amazônia têm funcionado como um sumidouro de carbono. Foi estimado um aumento líquido de biomassa em árvores com diâmetro ≥ 10 cm de $0,62 \pm 0,23 \text{ t C ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ao longo do século vinte e um (PHILLIPS et al, 2009).

Esse aumento líquido foi estimado em análises, onde foi definida uma parcela de monitoramento com uma área de floresta madura onde todas as árvores com ≥ 10 cm diâmetro à altura do peito de (DAP) são iguais ou maiores a 10 cm, para obtenção desta medida se faz a marcação do diâmetro da árvore por meio de fita métrica a uma altura média de 1,20m do solo, essas árvores são rastreadas individualmente ao longo do tempo, permitindo calcular a área da secção transversal ocupada pelos troncos (área basal), a qual pode ser usada com equações alométricas para estimar a biomassa arbórea (Higuchi et al., 1998; Baker et al.,

2004a; Chave et al., 2005); e o crescimento e/ou diferença da biomassa de uma ano para o outro é denominado de aumento líquido de biomassa.

A biomassa seca acima do solo pode ser estimada pela aplicação da equação alométrica desenvolvida por Chambers et al. (2001) na Amazônia Central e testada com êxito em outras áreas:

$$\ln biomassa = a + b_1 \ln DAP + b_2 [\ln DAP]^2 + b_3 [\ln DAP]^3 \quad (1)$$

Onde: $a = -0,370$; $b_1 = 0,333$; $b_2 = 0,933$; $b_3 = -0,122$

Higuchi (2004) afirma que a estimativa de estoque de carbono pode ser obtida do produto da biomassa florestal pela concentração de carbono. A concentração de carbono na vegetação obtida por Higuchi e Carvalho Jr. (1994) está por volta de 48%, valor que está dentro dos limites de concentrações em florestas tropicais entre 46% e 52% (Silveira et al, 2008), para este estudo foi considerada a concentração de carbono no valor de 50% da biomassa total.

2.5 Sistemas Georreferenciados

Vários estudos ecológicos relatam que a maioria das comunidades biológicas, se não todas, são espacialmente estruturadas e os métodos de amostragem devem ser apropriados para detectar diferentes níveis de autocorrelação espacial (ODA-SOUSA et al, 2011). Apesar de a importância da autocorrelação espacial em levantamentos ecológicos ser reconhecida, pouca informação quantitativa encontra-se disponível (GOSLEE, 2006). Mais de 80% das publicações na literatura ecológica não consideram a estrutura de dependência espacial (DORMANN, 2007). Oda-Souza et al. (2001) verificou que os métodos geoestatísticos aplicados foram adequados para verificar a existência de dependência espacial no delineamento sistemático tipo leque em dados de ensaios de espaçamento florestal.

Muitos métodos adotados para a análise espacial foram originalmente desenvolvidos em outras disciplinas científicas, principalmente a de mineração. Dentre esses métodos pode-se citar: geoestatística baseada em variogramas (JOURNEL; HUIJBREGTS, 1991; ISSAKS; SRISVASTAVA, 1989; GOOVAERTS, 1997).

2.5.1 Geoestatística

O desenvolvimento da geoestatística iniciou-se a partir de 1951, quando um sul-africano D. G. Krige, estudando dados de concentração de ouro, chegou à conclusão que as variâncias obtidas não faziam nenhum sentido, sem levar em consideração a distância entre amostras (KRIGE, 1951). Entretanto, foi com Matheron (1963, 1971) que a Geoestatística teve um grande impulso com o desenvolvimento da Teoria das Variáveis Regionalizadas. De acordo com Andriotti (1988) o termo Variável Regionalizada foi escolhido por Matheron visando alertar dois aspectos: aleatório e estruturado; é aleatório no sentido de que os valores das medições feitas podem variar consideravelmente entre si, e sua característica regionalizada, estruturada segundo uma certa lei no espaço, é evidente se considerarmos os valores da sua localização geográfica, dessa forma próximo a um valor elevado é mais provável que encontremos outro valor elevado do que um muito baixo. A ferramenta básica que permite analisar o grau de dependência entre uma amostras dentro de um campo experimental é o semivariograma (Figura 3) (SALVIANO, 1996). Havendo dependência espacial, pode-se estimar valores da propriedade em estudo para os locais não amostrados dentro do campo, sem tendenciosidade e com variância mínima, pelo método denominado krigagem (VIEIRA, 2000).

O estudo da estrutura espacial dada pela análise do semivariograma não constitui o objetivo final da análise espacial, na realidade é necessário estimar os valores das variáveis em locais não amostrados visando o conhecimento da distribuição espacial de certa variável em estudo. Desta forma, a análise da estrutura espacial deve ser vista como um passo fundamental, mas não final, que precede as técnicas de estimação (interpolação), de qualquer valor em qualquer posição da área em estudo, sem tendência e com variância mínima.

Um dos métodos mais antigos de se estimar a dependência no espaço ou no tempo de amostras vizinhas é através da autocorrelação. Este método tem sido largamente usado em Ciências do Solo (WEBSTER, 1973; WEBSTER E CUALANALO, 1975; VIEIRA *et al.*, 1981).

A semivariância exige uma hipótese de estacionaridade menos restritiva em relação às outras medidas como a covariância, que exige estacionaridade de segunda

ordem. Esta exigência menor no modelo de função aleatória não tem consequências na maioria dos casos práticos (DEUTSCH & JOURNEL, 1992). Por este motivo a semivariância pode ser utilizada em um número maior de situações.

A estrutura de análises do fenômeno regionalizado consiste em construir um modelo de variograma contendo as características principais da regionalização (JOURNEL & HUIJBREGTS, 1991).

O variograma é calculado a partir da equação:

$$2\hat{\gamma}(h) = \frac{1}{N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [z(x_i) - z(x_i + h)]^2 \quad (1)$$

onde:

$2\hat{\gamma}(h)$ - é o variograma estimado;

$N(h)$ - é o número de pares de valores medidos, $z(x_i)$ e $z(x_i+h)$, separados por um vetor distância h .

$z(x_i)$ e $z(x_i+h)$ - são valores da i -ésima observação da variável regionalizada, coletados nos pontos x_i e x_i+h ($i = 1, \dots, n$), separados pelo vetor

Os parâmetros do variograma são: C_0 - efeito pepita, C_1 - variância espacial, C - patamar, a - alcance. Figura 3. Exemplo de variograma com características ideais.

Alcance (a): distância dentro da qual as amostras apresentam-se correlacionadas espacialmente.

Patamar (C): é o valor do variograma correspondente ao *alcance (a)*. Deste ponto em diante, considera-se que não existe mais dependência espacial entre as amostras, porque a variância da diferença entre pares de amostras ($\text{Var}[Z(\mathbf{x}) - Z(\mathbf{x}+\mathbf{h})]$) torna-se invariante com a distância.

Efeito Pepita (C_0): por definição, $\gamma(0)=0$. Entretanto, na prática, à medida que $\mathbf{h}$ tende para 0 (zero), $\gamma(\mathbf{h})$ se aproxima de um valor positivo chamado *Efeito Pepita (C_0)*. O valor de C_0 revela a descontinuidade do variograma para distâncias menores do que a menor distância entre as amostras. Parte desta descontinuidade pode ser também devida a erros de medição.

Variância espacial (C_1): é a diferença entre o patamar (C) e o Efeito Pepita (C_0).

Segundo Journel & Huijbregts (1991) o variograma demonstra a melhor forma de caracterizar um fenômeno regionalizado. O variograma é a ferramenta básica, que permite descrever quantitativamente a variação no espaço de um fenômeno regionalizado (Huijbregts, 1975). A natureza estrutural de um conjunto de dados (assumido pela variável regionalizada) é definida a partir da comparação de valores tomados simultaneamente em dois pontos, segundo uma determinada direção.

Com o variograma espera-se que valores mais próximos sejam mais similares entre si do que aqueles mais afastados e que a diferença entre os dois valores dependa apenas da sua posição relativa. E ainda, o estudo mais detalhado dos variogramas direcionais pode evidenciar a ocorrência de anisotropias. A anisotropia nada mais é que a direção preferencial em que o fenômeno ocorre.

2.5.2 Krigagem

O método de interpolação denominado de Krigagem tem como base os dados amostrados da variável regionalizada e as propriedades estruturais do variograma obtido a partir desses dados. Krigagem é um método de inferência espacial, o qual estima valores em pontos não amostrados a partir de amostras coletadas, considerando a estrutura de dependência espacial do fenômeno.

Este estimador foi utilizado pela primeira vez por Matheron (1963), e este nome foi dado em homenagem aos trabalhos pioneiros de dependência espacial na mineração. A estimativa é obtida pela seguinte expressão:

$$Z(x_0) = \sum_{i=1}^n \lambda_i z(x_i) \quad (2)$$

Onde $Z(x_0)$: valor desconhecido a ser estimado; λ_i : ponderadores obtidos pela resolução do sistema linear de equações; e $z(x_i)$: conjunto de n dados disponíveis.

A krigagem produz a melhor estimativa linear não-viciada dos dados de uma atributo em um local não amostrado, com a modelagem do variograma (BLUE – Best Linear Unbiased Estimator). As formas mais usuais são a krigagem simples e a krigagem ordinária e entre os métodos não lineares, destaca-se a krigagem de indicadores.

A krigagem simples é utilizada quando a média é assumida como estatisticamente constante para toda a área. A krigagem ordinária, por sua vez, considera a média flutuante ou móvel por toda a área. A krigagem de indicadores consiste basicamente na aplicação da krigagem ordinária para a variável transformada, ou seja, a variável resultante da aplicação da função não linear $f(z) = 0$ ou 1 . O conceito inicial foi apresentado por Journel (1986) como proposta para construir uma função de distribuição acumulativa condicional para a estimativa de distribuição espacial.

2.5.3 Agrupamento preferencial das amostras

Os dados amostrados tiveram de ser desagrupados, pois o inventário foi realizada em duas fases, para os indivíduos com DAP superior a 35 cm o inventário foi feito na área total, para os indivíduos com DAP entre 10 cm e 35 cm o inventário foi realizado apenas na parte central da área de estudo, gerando uma quantidade maior de amostras na parte central. Se optou pela marcação de DAP acima de 35cm no inventário como um todo, pois esta é uma das medidas utilizadas no setor Florestal para abate de indivíduos florestais.

Para Souza et al (2001), quando os dados são esparsos e não permitem que sejam ignorados valores agrupados, é preciso utilizar algum mecanismo que, atribuindo pesos aos dados, atenua ou modera a influência desses. Intuitivamente, dados em

áreas densamente amostradas poderiam receber menos peso que aqueles em áreas esparsamente amostradas. Tal ponderação equivale ao desagrupamento dos dados.

Alguns fatores como: condições de acessibilidade, valores de atributos esperados, localização irregular das amostras, e estratégia de amostragem fazem com que o inventário seja dito como preferencial.

O desagrupamento de dados pelo método da poligonal é um método em que os pesos atribuídos às amostras são diretamente proporcionais à área do Polígono de Voronoi ao seu redor. Em zonas de dados agrupados, as áreas dos polígonos tendem a ser pequenas, recebendo, então, pesos menores.

Os pesos atribuídos a cada amostra desagrupada dependem da área de influência da mesma. A média desagrupada das amostras é dada pela seguinte expressão:

$$m = \frac{1}{A} \sum_{\alpha=1}^n \omega_{\alpha} z(u_{\alpha}) \quad (3)$$

Onde m é a média desagrupada dos dados, A é o somatório de todas as áreas dos polígonos, ω_{α} é a área do polígono centrado em u_{α} e $z(u_{\alpha})$ é o valor da variável resposta observado na amostra.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para os recursos naturais a adoção da análise por sistemas georreferenciados, principalmente o estudo geoestatístico, tem se adaptado melhor a realidade de inter-relação das variáveis regionalizadas

3.1 Área de Estudo

Nesse estudo foram compilados dados amostrados na Floresta Nacional de Tapajós (Figura 4), situada na cidade de Santarém, estado do Pará, Brasil, que foi realizado por Vieira (2003), os dados utilizados são da medição dos DAPs de cada indivíduo arbóreo.

Figura 4. Entrada da Floresta Nacional do Tapajós, km 67

A área de estudo está situada no km 67 da BR 163, onde há uma torre de visualização de 45 metros de altura (Figura 5), de onde é possível ter a vista acima das copas das árvores.

A parcela amostrada consiste em 1 transecto, com 1000 metros de comprimento e 50 metros de largura. Todas as espécies arbóreas, ou indivíduos, com diâmetro a altura do peito (DAP) iguais ou maiores que 35 cm ($DAP \geq 35\text{cm}$) foram identificados, georreferenciados e medidos. Na área central do transecto foram amostrados também os indivíduos de $10\text{cm} < DAP < 35\text{ cm}$. No total foram amostrados 605 indivíduos. O acúmulo de carbono na biomassa arbórea relaciona-

se com o diâmetro arbóreo (VIERA, 2013), ou seja quanto maior o diâmetro da árvore, maior é a quantidade de carbono acumulado.

Foram amostrados 605 indivíduos arbóreos, que representam 52 famílias, e as famílias que mais se destacaram foram: Rubiaceae, Caesalpinaceae, Lecythidaceae, Burseraceae e Sapotaceae. A espécie mais abundante foi *Coussarea racemosa*, seguida pela espécie *Protium apiculatum* e *Aparisthmium cordatum*.

Figura 5 Torre de acesso a copa – 45 metros de altura, torre em plataforma de metal armado (posicionamento S -2.85611 , W -54.95806)

3.2 Análise dos dados

A análise inicial foi realizada pela distribuição de frequência do diâmetro à altura do peito - DAP's totais dos indivíduos amostrados, gerando o histograma de intervalos de DAP's, assim como a distribuição da frequência de carbono

Higuchi (2004) afirma que a estimativa de estoque de carbono pode ser obtida do produto da biomassa florestal pela concentração de carbono. A concentração de carbono na vegetação obtida por Higuchi e Carvalho Jr. (1994) está por volta de 48%, valor que está dentro dos limites de concentrações em florestas tropicais entre 46% e 52% (SILVEIRA et al, 2008).

Nos dados coletados foi necessário fazer o desagrupamento das amostras, no programa GSLIB², e posteriormente foi gerado novo histograma com as amostras normalizadas.

Com o banco de dados normalizado, foi feita a análise geoestatística, como resultado foi gerado o variograma com modelo esférico.

A partir dos dados do variograma foi realizada a krigagem, para que fossem inseridos valores de carbono para locais não amostrados.

A fim de otimizar o inventário, foram retiradas amostradas aleatoriamente do banco de dados, como mostra a Figura 7. O primeiro ensaio para otimizar a amostragem consistiu em retirar 25% das amostras e manter 75% (453 indivíduos) das amostras, foi realizado novamente o desagrupamento das amostras, o estudo geoestatístico, gerando o variograma e finalizando com a krigagem. Essa mesma sequência de estudo foi repetida com o banco de dados com 50% (301 indivíduos) das amostras e com 25% (150 indivíduos) das amostras. A escolha da amostragem de 100%, 75%, 50% e 25%, foi realizada por base da divisão por quatro da amostra total, sendo uma decisão aleatória ao processo.

3.3 Tomada de decisão para a Reserva Legal - RL

De acordo com o art. 3º, III, do Código Florestal de 2012, entende-se por Reserva Legal a área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, delimitada nos termos do art. 12, com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel, auxiliar a conservação e reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade bem como o abrigo e proteção da fauna e flora nativas.

O Código Florestal de 2012 define o que é a Reserva Legal, porém em momento algum institui qual critério deva ser utilizado para determinar a área Reserva Legal.

Considerando que uma propriedade ou posse rural encontra-se no mesmo bioma e biodiversidade, poder-se-á considerar a área com maior acúmulo ou estoque de carbono, que também é diretamente relacionada aos maiores diâmetros (DAP) das espécies arbóreas.

² GSLIB: geostatistical software library and user's guide, programa desenvolvido por DEUTSCH & JOURNEL., em 1998.

Figura 6. Metodologia proposta para otimizar amostragem e modelar o carbono acumulado, para selecionar a área de Reserva Legal

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A amostragem da área (Figura 8) apresenta um agrupamento de amostras no centro da área, por este motivo foi feito o desagrupamento das amostras, o que gerou pesos para cada amostra (Figura 9). A comparação entre as figuras 8 e 9 apresenta uma falsa noção de diminuição da quantidade de pontos, contudo o que acontece é que os pontos na figura 9 passaram por critérios de pesos, o que gerou uma alteração no tamanho relativo de cada ponto dentro da figura, diminuindo suas sobreposições e ocupação da área do gráfico.

Figura 7. Amostras georreferenciadas

Figura 8. Amostras desagrupadas

A distribuição da frequência (Figura 10) de DAP's foi realizada com intervalos de 10 cm, onde os intervalos representam os DAP's de 30cm a 40cm; >40cm a 50cm; >50cm a 60cm; >60cm a 70cm; >70cm a 80cm, >80cm a 90cm; >90cm a 100cm e maiores que 100cm. Onde o valor mínimo foi de 35,2 cm, o máximo de 106,8 cm e a média de 55,75 cm. Foram amostrados 605 indivíduos arbóreos, que representam 52 famílias, e as famílias que mais se destacaram foram: Rubiaceae, Caesalpinaceae, Lecythidaceae, Burseraceae e Sapotaceae. A espécie mais

abundante foi *Coussarea racemosa*, seguida pela espécie *Protium apiculatum* e *Aparisthmium cordatum*.

Figura 9. Histograma da distribuição das frequências de DAP's na área total (1000m X 50m).

Figura 10. Histograma da distribuição da frequência da variável carbono(Mg de C)

Figura 11. Histograma da distribuição da frequência da variável carbono (Mg de C) normalizada

Com esse novo banco de dados e uso da análise geoestatística, foi gerado o variograma, demonstrando que existe uma estrutura organizada para essa variável, sem uma direção preferencial, ou seja o variograma é omnidirecional (ARMSTRONG, 1998; DIGGLE, 2007). O modelo de melhor ajuste foi o esférico, com efeito pepita de 0,5, alcance de 20 metros e patamar de 1,06 (figura 13).

Figura 12. Variograma omnidirecional, para a variável C. Onde o efeito pepita teve valor de 0,5, alcance de 20 metros e o patamar 1,06. O tipo de variograma foi ajustado para o modelo esférico.

Com dos dados do variograma foi feita a krigagem para estimar a quantidade de C (Mg de C) por área, a área foi dividida em parcelas de 10m X 10m para que pudesse ser comparada com o estudo da otimização das amostras (Figura 14).

Figura 13. Os resultados da krigagem da variável carbono (Mg de C), utilizando todas as amostras, com blocos de 10m x 10m

Na próxima etapa, para verificar a otimização da amostragem, foram retiradas amostras aleatoriamente do banco de dados total, esse estudo foi feito com três novos banco de dados oriundos da amostral original em que: primeiro com 75% das amostras, ou 453 amostras; segundo com 50% das amostras, ou 301 amostras; e terceiro com 25% das amostras ou com 150 amostras, assim como os dados

originais, com esses novos banco de dados foi feito novo desagrupamento das amostras (Figura 15) e respectivos histogramas (Figura 16), estudo geoestatístico e geração do variograma e krigagem.

Figura 14. Amostras com 75%, 50% e 25% dos dados originais, e respectivos desagrupamentos.

Figura 15. Histograma de amostras: 75% das amostras (453 amostras) e histograma normalizado, 50% das amostras (301 amostras) e histograma normalizado, e, 25% das amostras (150 amostras) e histograma normalizado.

Foi feito o estudo geoestatístico com a nova base de dados, para gerar o variograma omnidirecional da variável em estudo, o carbono (Figura 17). O variograma com 75% de amostras, 453 amostras, e com 50% de amostras, 301 amostras, tiveram o melhor ajuste para o modelo esférico, o variograma com 25% das amostras (150 amostras) foi ajustado para o modelo de Gauss. Os parâmetros do variograma foram semelhantes para os variogramas com 100%, 75% e 50% das amostras (Tabela 1 a 3).

Tabela 1: Dados o variograma experimental, com 100% e 75% das amostras.

	Direção (graus)											
100%	0	Distância	1,46	5,15	9,88	15,02	19,95	24,69	28,95	35,43	39,45	44,15
		Gamma	1,05	0,72	1,36	1,47	1,48	1,58	1,04	0,27	0,43	0,60
	22,5	Distância	2,24	5,20	9,64	15,31	20,21	24,88	29,91	35,14	38,94	44,53
		Gamma	0,83	0,96	1,63	1,52	1,49	1,50	1,41	0,93	0,36	0,17
	67,5	Distância	1,84	5,49	10,20	14,85	19,87	24,87	29,96	35,01	40,01	45,14
		Gamma	0,70	0,79	0,74	0,76	1,05	1,31	1,39	1,49	1,61	1,62
	90	Distância	1,70	5,27	10,25	15,02	20,17	25,23	30,13	35,14	40,15	45,12
		Gamma	0,72	0,62	0,70	0,69	0,66	0,68	0,71	0,69	0,75	0,67
	Omnidirecional	Distância	1,82	5,30	10,07	15,09	20,07	25,02	29,97	35,02	40,03	45,06
		Gamma	0,77	0,72	0,90	0,97	1,09	1,10	1,08	1,05	1,03	1,01
75%	0	Distância	1,37	5,44	9,93	14,97	19,90	24,58	28,90	35,75	39,30	44,15
		Gamma	1,07	0,66	1,50	1,36	1,31	1,70	1,09	0,33	0,47	0,58
	22,5	Distância	2,24	5,01	9,75	15,33	20,16	24,84	29,86	35,02	39,20	44,63
		Gamma	0,85	1,07	1,85	1,54	1,25	1,31	2,11	1,15	0,42	0,10
	67,5	Distância	1,86	5,29	10,22	14,72	19,91	24,94	30,05	35,01	40,07	45,08
		Gamma	0,94	0,86	0,77	0,71	1,11	1,31	1,46	1,23	1,64	1,58
	90	Distância	1,60	5,22	10,23	15,13	20,19	25,19	30,20	35,16	40,27	45,12
		Gamma	0,69	0,64	0,75	0,74	0,78	0,80	0,72	0,67	0,67	0,65
	Omnidirecional	Distância	1,81	5,24	10,06	15,07	20,05	25,00	29,98	35,03	40,11	45,04
		Gamma	0,74	0,76	0,89	1,03	1,12	1,16	1,06	1,02	0,98	1,00

Tabela 2: Dados o variograma experimental, com 50% e 25% das amostras.

	Direção (graus)											
50%	0	Distância	0,94	5,22	9,65	15,05	19,70	24,81	29,08	36,90	39,20	44,01
		Gamma	0,82	0,50	0,89	1,37	0,82	1,55	0,62	0,38	0,33	0,37
	22,5	Distância	5,02	9,69	15,61	20,66	24,72	30,16	35,59	38,19	44,53	
		Gamma	0,75	1,90	1,50	1,35	1,13	1,01	0,75	0,44	0,20	
	67,5	Distância	1,68	5,63	10,06	14,54	19,77	24,65	29,71	35,26	39,76	44,99
		Gamma	0,57	0,76	0,70	1,05	1,08	1,26	2,06	1,18	1,86	1,58
	90	Distância	1,83	5,07	10,12	14,96	20,38	25,15	30,16	35,06	40,14	45,18
		Gamma	0,93	0,62	0,69	0,64	0,60	0,58	0,77	0,73	0,73	0,66
	Omnidirecional	Distância	1,82	5,30	10,07	15,09	20,07	25,02	29,97	35,02	40,03	45,06
		Gamma	0,77	0,72	0,90	0,97	1,09	1,10	1,08	1,05	1,03	1,01
25%	0	Distância	1,40	5,79	9,53	14,37	19,50	24,50	28,47			
		Gamma	2,06	1,37	1,39	1,76	0,97	1,99	0,80			
	22,5	Distância	5,06	9,47	15,85	20,81	23,27	29,58				
		Gamma	1,54	1,41	1,04	0,91	1,71	1,67				
	67,5	Distância	2,19	5,28	10,45	14,93	19,69	25,38	29,68	34,87	40,20	44,61
		Gamma	0,29	1,52	0,54	0,71	1,08	0,33	1,19	1,21	1,70	1,27
	90	Distância	1,00	4,66	10,80	15,03	20,13	25,19	29,78	35,42	40,05	45,37
		Gamma	0,20	1,06	0,73	0,73	0,53	0,84	0,55	0,80	0,50	0,63
	Omnidirecional	Distância	1,79	5,27	10,14	15,18	20,07	25,11	29,71	35,04	40,08	45,20
		Gamma	0,82	1,15	1,17	0,88	0,89	1,13	0,89	1,07	1,00	0,85

Tabela 3. Parâmetros dos Variogramas.

Variograma	Efeito Pepita	Variabilidade Espacial	Patamar	Alcance
100% das amostras	0,50	0,56	1,06	20 m
75% das amostras	0,53	0,51	1,04	20 m
50% das amostras	0,54	0,54	1,08	25 m
25% das amostras	0,26	0,70	0,96	20

Esse estudo demonstrou que a amostragem poderá ser realizada de maneira mais otimizada, pois os resultados foram semelhantes aos da análise feita na área de estudo completa, com todos os dados amostrais. Para tanto se utilizou os seguintes parâmetros para todos os grupos de dados: passos (lag) - 10, distâncias - 5m, tolerância dos passos - 2,5m e direções – 5 (Ver apêndice B).

Figura 16. Variogramas omnidirecionais gerados. Variograma com 75% das amostras, ajustado para o modelo esférico. Variograma com 50% das amostras, ajustado para o modelo esférico. Variograma com 25% das amostras.

Figura 17. Resultado da Krigagem dos dados com 75%, 50% e 25% das amostras.

Os resultados do processo de krigagem da variável carbono mostram que os conjuntos de dados de 75% e 50% das amostras resultam em modelos semelhantes, assim como pode-se observar houve pouca variância (Figura 19) entre os resultados estimados de carbono (n 75% e 50% das amostras) e os resultados reais de carbono (100% das amostras), o que indica que nesta área, outros modelos poderiam ser construído com amostragem menor, otimizando o tempo, aumentando o raio de alcance e diminuindo o esforço amostral. Também verifica-se que esta metodologia pode ser aplicada em outros contextos ambientais, como áreas para extrativismo vegetal, extrativismo mineral e agropastoris, pela abrangência dos serviços empregados, redução dos custos relativos a operações de inventários florestais e melhor disposição da RL dentro das propriedades.

Figura 18. Variância entre os valores estimados de carbono e os valores reais de carbono (100% das Amostras)

Considerando que a escolha da Reserva Legal (RL) é em uma área particular onde há semelhança na biodiversidade, fauna e flora, a questão do acúmulo de carbono torna-se importante, pois ajuda a determinar qual é a melhor região ou área a ser destinada para a RL.

O resultado do modelo de acúmulo de carbono por krigagem permite um processo de tomada de decisão para a localização da RL dentro de uma determinada propriedade, seria uma decisão mais objetiva. Por exemplo, considerando uma propriedade de área de 600 hectares, localizado dentro de uma floresta pertencente a Amazônia Legal, a legislação brasileira exige que 80% da área (nesse caso 480 hectares) dever ser alocada como Reserva Legal, ou RL. O método proposto permite a seleção da posição da RL para ser feita com base nas características reais de acúmulo de carbono de cada área em particular, tal como mostrado na Figura 20A. Por outro lado, se a propriedade está localizada fora de qualquer área de floresta dentro da Amazônia Legal, a exigência é que 20% (nesse caso 120 hectares) da propriedade é atribuída como RL. Novamente, o método proposto

permite a seleção da área de RL ser feita de acordo com a distribuição de acúmulo de carbono real no estabelecimento, como mostrado na Figura 20B.

Figura 19. **A:** Área hipotética com 600 ha em uma área de floresta dentro da Amazônia Legal, onde a Reserva Legal de 480 ha (80% da propriedade), foi localizado de acordo com os parâmetros de acumulação de carbono. **B:** Área hipotética com de 600 ha fora de áreas de floresta dentro da Amazônia Legal, onde a Reserva Legal de 120 ha (20% da propriedade), foi localizado de acordo com os parâmetros de acumulação de carbono.

Este estudo, diferente de outros que utilizam células para representar a área, sugere a amostragem aleatória em toda a área como forma de modelar o acúmulo de carbono na biomassa e atrelar esse dado como requisito para definição de uma área para Reserva Legal.

Como Oda-Souza (2009) e Mello (2004) descrevem, a amostragem por células por vezes é pouco efetivo, pois neste tipo de amostragem por células existem problemas com taxas de incremento de carbono em relação á área.

O uso de parcelas retangulares também não é recomendado por Fontin (2005), quando o objetivo do estudo é detectar a estrutura de continuidade espacial, pois a magnitude de autocorrelação espacial pode ser sub ou superestimada em função de a orientação da parcela corresponder, ou não, aos padrões espaciais de população em estudo.

Oda-Souza (2009) conclui em seu trabalho que devido à distinção da estrutura da dependência espacial e de suas escalas de ocorrência, foi verificado que não há

como determinar um tamanho e uma forma ótimos de unidade amostral para as formações florestais.

Reina Sanchez (2010) em estudos com variabilidade espacial do carbono e outros atributos no solo, na região semiárida do nordeste brasileiro, também encontrou dependência espacial nessa variável e afirma que essas informações são importantes como ponto de referência (linha de base) em futuras avaliações de impacto no sequestro de carbono.

O estudo geoestatístico permite uma abrangência maior em relação a área, e ainda pode-se associar outras variáveis aos estudos, como a precipitação.

Outra proposição é a redução dos custos de operação em inventário florestal, um inventário florestal completo realizado em uma área de 50 mil metros quadrados, hoje no mercado custa aproximadamente 20 mil reais (R\$ 20.000,00) e levando em torno de 50 horas/homem de esforço amostral (Comunicação pessoal – Hélio Rubens Jacintho Pereira Junior – Sócio-Diretor da Empresa Biodiversa). Esta metodologia faz a otimização das áreas de amostragem, diminuindo em aproximadamente 50% o esforço amostral de campo, reduzindo entre 40% a 50% do valor de custo da operação de inventário florestal.

5 CONCLUSÃO

A área de estudo localizada em Santarém, estado do Pará, Brasil, foi amostrada exaustivamente, e o estudo demonstrou que essa amostragem poderia ser otimizada, diminuindo o tempo de amostragem e aumentando a área a ser modelada, e ainda sim mantém a representatividade da quantidade de C (Mg de C) por área.

A partir dos pressupostos metodológicos apresentados nestes trabalho, observa-se eles como uma possível metodologia de definição da localização da área de Reserva Legal nas propriedades privadas, a qual se baseia na maior acumulação de Carbono por entes vegetais de DAP maior que 35 cm dentro dos limites territoriais da propriedade avaliada. Assim tornando o que hoje é uma escolha pelo senso comum entre proprietário/órgão fiscalizador, num processo mensurável e fidedigno. Além disso contribuindo na diminuição dos gases do efeito estufa, pela conservação/preservação de entes vegetais com maior capacidade de fixação de carbono dentro dessas áreas.

REFERÊNCIAS

ANDRIOTTI, José Leonardo Silva. Introdução à Geoestatística. Estudos Tecnológicos-Acta Geológica Leopoldensia, São Leopoldo, v. 11, n.27, p. 5-81, 1988.

ARMSTRONG, Margaret. Basic Linear Geostatistics, Springer Verlag, 1998, 160p.

ARRAES, Ronaldo de Albuquerque e; MARIANO, Francisca Zilania; SIMONASSI, Andrei Gomes. Causas do desmatamento no Brasil e seu ordenamento no contexto mundial. Rev. Econ. Sociol. Rural, Brasília, v. 50, n. 1, Mar. 2012. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-20032012000100007&lng=en&nrm=iso>. access on 22 Aug. 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-20032012000100007>.

BRASIL, Lei n^o 11.685, de 2 de junho de 2008. Estabelece o Estatuto Social Prospector e dá outras providências. Diário Oficial da União, a partir de 06/03/2008, p. 1.

BRASIL, Lei n^o 12.651, de 25 de maio de 2012 Discute a proteção da vegetação nativa; pazes Atos n^o s 6.938, de 31 agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro, 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga Atos n^o s 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, eo Decreto Provisória n^o 2,166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Diário Oficial da União de 5/28/2012.

BRASIL, Lei n^o 1.806, de 06 de janeiro de 1953. Discute o Plano de Recuperação Econômica da Amazônia, cria a superintendência para a sua execução e dá outras providências. Diário Oficial da União a partir de 1/7/1953.

BAKER, T. R., O. L. Phillips, Y. Malhi, S. Almeida, L. Arroyo, T. Di Fiore, N. Higuchi, T. Killeen, S. G. Laurance, W. F. Laurance, S. L. Lewis, A. Monteagudo, D. A. Neill, N. C. A. Pitman, J. N. M. Silva, and R. V. Martínez. 2004a. Increasing biomass in Amazonian forest plots. Philosophical Transactions of the Royal Society, Series B 359, 353-365.

CHAMBERS, Jeffrey. Q.; SANTOS, Joaquim dos; RIBEIRO, Ralfh J., HIGUCHI, Niro. Tree damage, allometric relationships, and above-ground net primary production in central Amazon Forest. **Forest Ecology and Management**, 152, pages 73-84. 2001.

CHANG, Manyu. Sequestro de carbono florestal: oportunidades e riscos para o Brasil. Curitiba: Revista Paranaense de Desenvolvimento, n. 102, 85-101 Jan/Jun. 2002.

CHAVE, J., C. Andalo, S. Brown, M. A. Cairns, J.Q. Chambers, D. Eamus, H. Folster, F. Fromard, N. Higuchi, T. Kira, J.P. Lescure, B.W. Nelson, H. Ogawa, H. Puig, B. Riera, & T. Yamakura. 2005. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Oecologia* 145, 87-99.

DAMASCENO, B. C. Gipsita do Rio Cupari, região centro-oeste do Estado do Pará. Série Oportunidades Minerais - Exame Atualizado de Projeto no. 9. Belém: CPRM, 2001. 27p.

DEUTSCH, C.V. & JOURNAL, A.G. GSLIB: Geostatistical Software Library and User's Guide. Oxford University Press, 1992

DIGGLE, Peter J. & RIBEIRO, Paulo J. Model-based Geostatistics, Springer series in statistics, Springer, New York, 2007, 228p.

DORMANN, C. E. Effects of incorporation spatial autocorrelation into the analysis of species distribution data. **Global Ecology and Biogeography**, Oxford, v.16, p.129-138, 2007.

DUBOIS, J. Preliminary forest management guidelines for the National Forest of Tapajós.

Belém: FAO/PRODEPEF Northern Region, 1976. 41p

FEARNSIDE, Philip M.. Deforestation in Amazonia: dynamics, impacts and control. *Acta Amaz.*, Manaus , v. 36, n. 3, 2006 . Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0044-59672006000300018&lng=en&nrm=iso>. access on 06 Sept. 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672006000300018>.

FERREIRA, Vitor Francisco. Biodiversidade, lei de recursos genéticos e política científica. *Quím. Nova*, São Paulo , v. 23, n. 5, Oct. 2000 . Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422000000500001&lng=en&nrm=iso>. access on 06 Sept. 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422000000500001>.

FONTIN, M. J.; DALE, M. R. Spatial analysis: a guide for ecologists. Cambridge: Cambridge University Press, 2005, 380 p.

GEIST, H. J. e LAMBIN, E. F. What drives tropical deforestation? LUCS Report Series No. 4. Land Use and Land Cover Change, International Geosphere-Biosphere Programme. 2001.

GOOVAERTS, P. Geostatistics for natural resources evaluation. New York: Oxford University Press. 1997.

GOSLEE, S. C. Behavior of vegetation sampling methods in the presence of spatial autocorrelation. *Plant Ecology*. Dordrecht, n. 187. P. 203-212, 2006.

HIGUCHI, N.; CARVALHO JÚNIOR, J. A. Fitomassa e conteúdo de carbono de espécies arbóreas da Amazônia. In: SEMINÁRIO EMISSÃO x SEQÜESTRO DE CO₂ – UMA NOVA OPORTUNIDADE DE NEGÓCIOS PARA O BRASIL, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: CVRD, 1994. p. 125-145.

Higuchi, N.; SANTOS, J. dos; RIBEIRO, J. R.; MINETTE, L.; BIOT, Y. 1998. Biomassa da parte aérea da floresta tropical úmida de terra firme da Amazônia Brasileira. *Acta Amazonica*, 28, 153-166.

HIGUCHI, N.; CHAMBERS, J.; SANTOS, J.; RIBEIRO, R. J.; PINTO, A. C. M.; SILVA, R. M.; TRIBUZY, E. S. Dinâmica e balanço do carbono da vegetação primária da Amazônia Central. *Floresta*, Curitiba, v. 34, n. 3, p. 295-304, set./dez., 2004.

HUIJBREGTS, C.J. Regionalized variables and quantitative analysis of spatial data. In: Davis, J.C. & McCullagh, M.J. (ed) *Display and anaysis of spatial data*. New York, John Wiley. p.38-53. 1975.

HINTON, Jennifer J., VEIGA, Marcello, M., TADEU, A., VEIGA, C. Clean artisanal gold mining: a utopian approach?. **Journal of Cleaner Production**. Volume 11, Issue 2, March 2003, Pages 99-115. Environmental Management. Available on :[http://dx.doi.org/10.1016/S0959-6526\(02\)00031-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0959-6526(02)00031-8). Access on 23 Aug 2013.

SIRVINSKAS, Luís Paulo. *Manual de direito ambiental*. 10. ed. São Paulo: Saraiva, 2011.

JOURNEL, A. G. Geostatistics: Models and tools for the earth sciences. *Mathematical Geology*. January 1986, V. 18, Issue 1, p. 119-140.

JOURNEL, A.G. & HUIJBREGTS, C.J. *Mining geoestatistics*. 5 ed. London, Academic Press, 1991. 561p.

KRIGE, D.G. A statistical approach to some basic mine evaluation problems on the Witwatersrand. *Journal of Chemical Metall Mining Society South African*, v. 52, p.119-139, 1951.

MARTINS, O. S. Determinação do potencial de sequestro de carbono na recuperação de matas ciliares na região de São Carlos – SP. *Cursp de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais*, Universidade Federal de São Carlos. 2004. 137p.

MATHEUS, M.T.; PASSOS, R.R.; SOUSA, F.C.; HOFFMANN, R.G. Seqüestro de carbono. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE DEFESA DO MEIO AMBIENTE, 8., Rio de Janeiro. 2005. Anais. Rio de Janeiro: Clube de Engenharia, 2005. CD-ROM.

MATHEUS, M. T.. Ciências Agrárias e Biológicas. Revista Trópica. V. 6, N.1, p. 104, 2012.

MATHERON, G. Principles of geostatistics. Economic Geology, Littleton, v.58, p.1246-1266, 1963.

MATHERON, G. The theory of regionalized variables and its application. Fontainebleau: Les Cahiers du Centre de Morphologie Mathematique, 1971. 56 p. (Fascicule 5).

MELLO, José Marcio de. Geoestatística aplicada ao inventário florestal. 2004. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11150/tde-06122004-100612/>>. Acesso em: 2013-09-10.

MIRANDA, D. L. C. Modelos matemáticos de estoque de biomassa e carbono em áreas de restauração florestal no sudoeste paulista. 113 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

MIRANDA, E.E. & MATTOS, C. De colonos a munícipes na floresta tropical de Rondonia: Machadinho d'Oeste. Campinas: EMBRAPA-NMA, 1993. 154p.

MONTEIRO, Maurílio de Abreu. Meio século de mineração industrial na Amazônia e suas implicações para o desenvolvimento regional. Estud. av., São Paulo , v. 19, n. 53, Apr. 2005 . Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142005000100012&lng=en&nrm=iso>. access on 22 Aug. 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142005000100012>.

ODA-SOUZA, Melissa. **Modelagem geoestatística em quatro formações florestais do Estado de São Paulo**. 2009. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11150/tde-14102009-084049/>>. Acesso em: 2013-09-10.

ODA-SOUZA, Melissa et al . Aplicação de métodos geoestatísticos para identificação de dependência espacial na análise de dados de um ensaio de espaçamento florestal em delineamento sistemático tipo leque. **Rev. Árvore**, Viçosa, v. 32, n. 3, June 2008 . Available at <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-

67622008000300011&lng=en&nrm=iso>. Accessed on June 3rd, 2013.
<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622008000300011>.

PHILLIPS, Oliver L.; HIGUCHI, Niro; VIEIRA, Simone; BAKER, Timothy R.; CHAO, Kuo-Jung;. LEWIS, Simon L. Mudanças na Biomassa, Dinâmica e Composição da Floresta Amazônica, 1980 – 2002. Amazonia and Global Change, Vol. 186, 2009. GEOPHYSICAL MONOGRAPH SERIES, VOL. 186, 565 PP., 2009 ISSN: 0065-8448; ISBN: 978-0-87590-476-4.

PHILLIPS, O. L.; MALHI, Y.; HIGUCHI, N.; LAURANCE, W. F.; NÚÑEZ, P. V.; VÁSQUEZ, R. M.; LAURANCE, S. G.; FERREIRA, L. V.; STERN, M.; BROWN, S.; GRACE, J. Changes in the Carbon Balance of Tropical Forests: Evidence from Long-Term Plots. *Science*, v. 282, n. 5388, p. 439-442, 1998.

REINA SANCHEZ, Gilma Amparo. Variabilidade espacial do carbono e outros atributos do solo em uma área destinada ao reflorestamento no Rio Grande do Norte. 2010. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11140/tde-17092010-175805/>>. Acesso em: 2013-09-11.

REZENDE, Diovaldo. Sequestro de carbono uma experiência concreta – estudos iniciais o projeto de sequestro de carbono Ilha do Bananal e seu entorno. Goiânia: Gráfica Terra. 2000.

RESENDE, A.S.; SANTOS, A.O.; GONDIM, A.; XAVIER, R.P.; COELHO, C.H.M.; OLIVEIRA, O.C.; ALVES, B.J.R.; BODDEY, R.M.; URQUIAGA, S. Efeito estufa e o seqüestro de carbono em sistemas de cultivo com espécies florestais e na cultura de cana-de-açúcar. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2001. 23p. (Documentos, 133).

RUVIARO, C. F.; GIANEZINI, M., BRANDÃO, F. S., WINCK, C. DEWES, H. Life cycle assessment in brazilian agriculture facing worldwide trends. **Journal of Cleaner Production**. Volume 28, June 2012, Pages 9-24. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.10.015>. access on 23 Aug 2013.

SALVIANO, A.A.C. Variabilidade de atributos de solo e de *Crotalaria juncea* em solo degradado do município de Piracicaba-SP. Piracicaba, 1996. 91p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

SCHMIDT, J. H. Development of LCIA characterisation factors for land use impacts on biodiversity. *Journal of Cleaner Production*. Volume 16, Issue 18, December 2008, Pages 1929-1942. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2008.01.004> . Access on 23 Aug 2013.

SILVEIRA, Péricles et al. O ESTADO DA ARTE NA ESTIMATIVA DE BIOMASSA E CARBONO EM FORMAÇÕES FLORESTAIS. *FLORESTA*, [S.I.], Mar. 2008. ISSN 1982-4688. Disponível em:

<<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/floresta/article/view/11038/7509>>. Acesso em: 23 Ago. 2013.

SOUSA, Rodolfo; Veiga, Marcelo; ZYL, Dirk Van; TELMER, Kevin; SPIEGEL, Sam; SELDER, Jeff. Policies and regulations for Brazil's artisanal gold mining sector: analysis and recommendations. **Journal of Cleaner Production**. Volume 19, Issues 6–7, April–May 2011, Pages 742–750. Access on 23 Aug 2013. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2010.12.001>.

SOUZA, Luis Eduardo de et al . Impacto do agrupamento preferencial de amostras na inferência estatística: aplicações em mineração. **Rem, Rev. Esc. Minas** Ouro Preto, v. 54, n. 4, Dec. 2001 . Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-44672001000400005&lng=en&nrm=iso>. access on 05 June 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S0370-44672001000400005>.

TOTTEN, Michael. Getting it right – emerging markets for storing carbon in forests. Washington, DC: Forest Trends and world resources institute, 2000.

VIEIRA, S. R.; NIELSEN, D. & BIGGAR, J. W. Spatial variability of field-measured infiltration rate. Soil science society of America journal, Madison, 45: 1040-1048, 1981.

VIEIRA, ICG.; TOLEDO, PM.; SILVA, JMC. e HIGUCHI, H. Deforestation and threats to the biodiversity of Amazonia. Braz. J. Biol. [online]. 2008, vol.68, n.4, suppl. [citado 2013-09-06], pp. 949-956 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-69842008000500004&lng=pt&nrm=iso>. ISSN 1519-6984. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-69842008000500004>.

VIEIRA, S.R. Geoestatística em estudos de variabilidade espacial do solo. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V.H.; SCHAEFER, G.R. (Ed.) Tópicos em ciência do solo. Viçosa: SBCS, 2000. v.1, p.1-54.

VIEIRA, Simone Aparecida. Martinelli, Luiz Antonio (orient). Mudanças globais e taxa de crescimento arbórea na Amazônia. Piracicaba, 2003. 103p

VIEIRA, Ima Célia Guimarães; SILVA, José Maria Cardoso da; TOLEDO, Peter Mann de. Estratégias para evitar a perda de biodiversidade na Amazônia. Estud. av., São Paulo , v. 19, n. 54, Aug. 2005 . Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142005000200009&lng=en&nrm=iso>. access on 06 Sept. 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142005000200009>.

YU, C.M. Sequestro florestal de carbono no Brasil: dimensões políticas, socioeconômicas e ecológicas. São Paulo: Annablume/ IEB, 2004. 278p.

WATZLAWICK, L. F. Teores de carbono em espécies da Floresta Ombrófila Mista. In: SANQUETTA, C.R.; BALBINOT, R.; ZILIOOTTO, M. A. B. (EDS.). Fixação de carbono: atualidades, projetos e pesquisa. Curitiba: UFPR/Laboratório de Inventário Florestal: Instituto Ecoplan: PELD, 2004. p. 95-109.

WILSON, Edward O. Diversidade da Vida. São Paulo: Cia das Letras, 1994.

WEBSTER, R. Automatic soil boundary location for transect data. *Mathematic Geology*. New York, 5(1): 27-37, 1973.

WEBSTER, R. & CUANALO, H. E . de I C. Soil transects correlograms of north Oxfordshire and their interpretation. *The Journal of soil science*, Oxford, 26(2): 176-197, 1975.

APÊNDICE A – Resultados do desagrupamento (peso para cada amostra)

X	Y	Z	DAP	Carbono	Weight	Variável Weight (Normalizada)
715,0	-3,0	1,0	12,40	2,48	0,57	-1,12565
705,0	-3,0	1,0	13,00	2,54	0,46	-1,00461
709,0	3,0	1,0	17,50	2,94	0,63	-0,57196
425,0	-2,5	1,0	23,00	3,33	0,60	-0,33678
27,0	1,0	1,0	12,50	2,49	1,32	-1,1002
446,0	-3,5	1,0	14,70	2,71	0,82	-0,78796
306,0	-2,0	1,0	10,80	2,29	0,44	-1,67993
26,0	18,0	1,0	42,30	3,99	2,67	0,12491
63,0	-2,0	1,0	10,10	2,20	0,53	-2,44532
63,0	1,0	1,0	10,90	2,31	0,45	-1,6368
960,0	-0,5	1,0	11,00	2,32	0,90	-1,55126
164,0	-4,0	1,0	11,50	2,38	0,59	-1,38138
719,0	-1,0	1,0	11,90	2,42	0,66	-1,26661
962,0	-1,5	1,0	13,70	2,61	0,97	-0,92066
63,0	-1,5	1,0	13,90	2,63	0,53	-0,88734
422,0	-0,5	1,0	14,30	2,67	0,58	-0,84343
691,0	-2,0	1,0	14,50	2,69	0,73	-0,80853
65,0	-3,0	1,0	16,10	2,83	0,53	-0,65553
966,0	-0,5	1,0	21,30	3,24	1,05	-0,39654
463,0	1,0	1,0	30,90	3,65	0,62	-0,24951
752,0	-10,0	1,0	59,80	4,36	1,75	0,85426
770,0	15,0	1,0	44,10	4,03	3,46	0,26427
812,0	18,0	1,0	44,70	4,05	2,64	0,28528
930,0	-5,0	1,0	50,20	4,17	1,40	0,49065
54,0	18,0	1,0	54,00	4,25	2,95	0,66568
134,0	20,0	1,0	55,50	4,28	2,76	0,73604
610,0	16,0	1,0	48,30	4,13	2,41	0,41459
833,0	11,0	1,0	106,50	4,99	1,38	2,13872
809,0	-6,0	1,0	51,90	4,21	0,76	0,56982
417,0	-18,0	1,0	71,90	4,56	4,46	1,12124
667,0	-2,0	1,0	10,10	2,20	0,61	-2,27539
140,0	-4,0	1,0	12,90	2,53	1,44	-1,03293
859,0	4,0	1,0	13,80	2,62	0,48	-0,90336
625,0	5,0	1,0	14,20	2,66	0,74	-0,84734
908,0	-4,5	1,0	17,60	2,94	0,50	-0,56203
741,0	-1,5	1,0	18,70	3,03	0,48	-0,5003
990,0	-3,5	1,0	10,00	2,19	0,45	-3,37338
706,0	-1,0	1,0	53,70	4,25	0,41	0,654
747,0	-5,0	1,0	62,00	4,40	0,36	0,89057
850,0	-6,0	1,0	41,20	3,96	0,55	0,06063
91,0	23,0	1,0	80,70	4,69	4,14	1,35257

625,0	16,0	1,0	40,40	3,94	1,69	-0,00316
750,0	-9,0	1,0	50,70	4,18	0,81	0,50361
485,0	5,0	1,0	11,40	2,37	0,76	-1,4136
535,0	-5,0	1,0	10,40	2,24	0,52	-1,95284
412,0	1,0	1,0	10,80	2,29	0,61	-1,71147
154,0	4,5	1,0	26,50	3,48	0,58	-0,29286
171,0	2,0	1,0	14,70	2,71	0,72	-0,80437
44,0	0,0	1,0	37,50	3,86	0,77	-0,11238
361,0	-4,0	1,0	12,50	2,49	1,25	-1,0905
801,0	-2,5	1,0	10,00	2,19	0,54	-3,03904
670,0	1,0	1,0	13,40	2,58	0,47	-0,95716
682,0	1,5	1,0	14,90	2,72	0,52	-0,75618
484,0	3,5	1,0	16,40	2,85	0,76	-0,63597
680,0	0,5	1,0	16,60	2,87	0,52	-0,6239
40,0	3,0	1,0	19,40	3,07	0,83	-0,47683
108,0	4,0	1,0	20,70	3,21	0,66	-0,41887
160,0	-1,0	1,0	25,80	3,45	0,43	-0,30437
35,0	4,5	1,0	27,50	3,52	1,10	-0,28109
70,0	2,5	1,0	30,70	3,64	0,54	-0,25198
118,0	3,5	1,0	32,80	3,71	0,89	-0,23459
521,0	11,0	1,0	37,40	3,85	2,29	-0,11878
215,0	2,0	1,0	38,00	3,87	0,64	-0,06244
410,0	-1,0	1,0	38,90	3,90	0,58	-0,03818
349,0	21,0	1,0	40,20	3,93	3,27	-0,01344
296,0	-12,0	1,0	43,10	4,01	0,80	0,156
149,0	1,0	1,0	45,80	4,07	0,44	0,35415
562,0	14,0	1,0	47,00	4,10	1,36	0,36069
97,0	7,0	1,0	47,30	4,11	0,94	0,38789
537,0	20,0	1,0	48,20	4,13	3,19	0,40197
146,0	19,0	1,0	49,50	4,16	3,76	0,46464
96,0	-20,0	1,0	51,60	4,20	2,43	0,53731
452,0	-14,0	1,0	51,70	4,21	3,47	0,55149
461,0	2,0	1,0	52,20	4,22	0,62	0,58493
795,0	-5,0	1,0	53,30	4,24	0,50	0,59723
301,0	-14,0	1,0	53,60	4,24	2,03	0,64776
630,0	-5,0	1,0	57,60	4,32	0,64	0,78088
540,0	5,0	1,0	67,20	4,49	0,61	1,03988
978,0	-1,0	1,0	21,00	3,23	0,78	-0,40884
633,0	-4,0	1,0	28,70	3,57	0,57	-0,26679
175,0	-19,0	1,0	43,20	4,01	4,23	0,16654
223,0	22,0	1,0	78,00	4,65	2,37	1,27256
191,0	0,0	1,0	10,90	2,31	0,50	-1,65405
857,0	-16,0	1,0	63,20	4,42	1,40	0,96778
740,0	-2,0	1,0	11,40	2,37	0,48	-1,42061
857,0	4,5	1,0	13,70	2,61	0,48	-0,91608
762,0	1,0	1,0	42,10	3,98	0,41	0,11259

197,0	19,0	1,0	49,40	4,16	1,72	0,45203
373,0	-1,0	1,0	75,70	4,62	0,73	1,18705
721,0	-0,5	1,0	17,80	2,96	0,74	-0,55428
715,0	0,0	1,0	29,70	3,60	0,52	-0,25642
25,0	11,0	1,0	43,30	4,01	1,89	0,1948
863,0	-20,0	1,0	45,70	4,07	2,59	0,34748
167,0	13,0	1,0	48,50	4,14	2,66	0,42605
878,0	-14,0	1,0	53,30	4,24	2,72	0,60522
391,0	14,0	1,0	55,80	4,29	1,81	0,74851
56,0	-20,0	1,0	62,40	4,41	4,18	0,92881
501,0	-5,0	1,0	12,50	2,49	0,73	-1,07941
40,0	1,5	1,0	19,60	3,09	0,83	-0,46227
896,0	2,0	1,0	22,20	3,29	0,62	-0,37533
993,0	3,5	1,0	22,70	3,31	0,69	-0,35145
602,0	-1,5	1,0	25,50	3,44	0,68	-0,31231
362,0	4,5	1,0	10,30	2,23	1,17	-2,0059
836,0	-0,5	1,0	11,00	2,32	0,48	-1,60893
175,0	-4,0	1,0	12,00	2,43	0,69	-1,20327
186,0	-5,0	1,0	12,20	2,46	0,70	-1,1556
874,0	3,5	1,0	12,70	2,51	0,55	-1,05514
913,0	0,5	1,0	13,20	2,56	0,45	-0,97019
867,0	-0,5	1,0	13,90	2,63	0,39	-0,89644
941,0	1,0	1,0	13,90	2,63	0,57	-0,89348
733,0	-1,0	1,0	15,10	2,74	0,61	-0,72587
95,0	-4,5	1,0	15,50	2,78	0,56	-0,6981
392,0	-20,0	1,0	37,80	3,87	4,18	-0,09417
651,0	-4,0	1,0	43,50	4,02	0,68	0,2263
598,0	-2,0	1,0	50,70	4,18	0,70	0,50005
798,0	-20,0	1,0	58,50	4,34	1,51	0,83137
454,0	1,0	1,0	72,10	4,57	0,65	1,14129
448,0	14,0	1,0	76,00	4,62	2,75	1,20175
747,0	12,0	1,0	89,70	4,80	1,28	1,524
698,0	-4,0	1,0	112,00	5,04	0,66	2,32415
146,0	-10,0	1,0	139,70	5,28	1,53	2,46493
69,0	-3,0	1,0	10,80	2,29	0,57	-1,72214
322,0	-1,0	1,0	12,90	2,53	0,63	-1,00836
643,0	1,5	1,0	13,40	2,58	0,48	-0,95404
895,0	-1,5	1,0	10,10	2,20	1,39	-2,37295
757,0	2,5	1,0	10,10	2,20	0,36	-2,76168
481,0	3,0	1,0	10,10	2,20	0,76	-2,61364
94,0	2,0	1,0	10,10	2,20	0,61	-2,2234
762,0	-0,5	1,0	10,30	2,23	0,41	-2,03113
638,0	-0,5	1,0	10,40	2,24	0,49	-1,92785
993,0	-1,0	1,0	10,40	2,24	0,46	-1,96675
908,0	1,0	1,0	10,40	2,24	0,41	-1,93997
92,0	-2,0	1,0	10,50	2,26	0,56	-1,82249

702,0	-2,0	1,0	10,50	2,26	0,61	-1,87863
531,0	1,0	1,0	10,60	2,27	0,49	-1,79259
267,0	-2,0	1,0	10,70	2,28	1,13	-1,77603
300,0	-4,0	1,0	10,70	2,28	0,35	-1,76134
392,0	4,5	1,0	10,70	2,28	0,49	-1,75314
921,0	4,0	1,0	10,80	2,29	0,65	-1,68927
426,0	1,0	1,0	10,80	2,29	0,63	-1,70043
184,0	0,5	1,0	10,80	2,29	0,54	-1,6716
567,0	-4,0	1,0	10,90	2,31	0,54	-1,6626
760,0	-4,0	1,0	11,00	2,32	0,46	-1,56066
225,0	2,0	1,0	11,00	2,32	0,62	-1,57658
295,0	2,5	1,0	11,10	2,33	0,67	-1,48928
148,0	-0,5	1,0	11,20	2,34	0,44	-1,48238
836,0	-3,0	1,0	11,30	2,35	0,55	-1,45968
779,0	1,0	1,0	11,30	2,35	0,51	-1,44483
117,0	-2,5	1,0	11,40	2,37	0,70	-1,40543
490,0	-3,0	1,0	11,50	2,38	0,72	-1,35644
203,0	-2,0	1,0	11,70	2,40	0,62	-1,31352
879,0	-4,0	1,0	11,80	2,41	0,45	-1,28619
540,0	0,5	1,0	11,80	2,41	0,46	-1,27732
107,0	15,0	1,0	11,80	2,41	1,64	-1,30249
850,0	-2,0	1,0	12,00	2,43	0,42	-1,19855
458,0	-0,5	1,0	12,10	2,45	0,64	-1,18434
623,0	0,0	1,0	12,10	2,45	0,72	-1,17324
742,0	-4,0	1,0	12,10	2,45	0,48	-1,1683
776,0	-0,5	1,0	12,10	2,45	0,51	-1,18914
782,0	1,0	1,0	12,20	2,46	0,51	-1,16049
258,0	-1,5	1,0	12,30	2,47	0,62	-1,15029
680,0	-4,0	1,0	12,30	2,47	0,68	-1,13431
905,0	-2,5	1,0	12,30	2,47	0,57	-1,13922
91,0	-2,5	1,0	12,40	2,48	0,60	-1,11656
224,0	2,0	1,0	12,60	2,50	0,62	-1,07093
159,0	5,0	1,0	12,80	2,52	0,57	-1,04415
75,0	1,0	1,0	12,80	2,52	0,57	-1,04007
469,0	-0,5	1,0	12,90	2,53	0,71	-1,01664
530,0	-5,0	1,0	12,90	2,53	0,52	-1,01235
382,0	3,5	1,0	12,90	2,53	0,54	-1,02595
875,0	5,0	1,0	13,00	2,54	0,55	-0,98429
854,0	1,0	1,0	13,00	2,54	0,39	-0,98748
789,0	0,5	1,0	13,00	2,54	0,51	-0,98072
531,0	1,0	1,0	13,00	2,54	0,49	-0,99048
251,0	5,0	1,0	13,20	2,56	0,56	-0,96687
155,0	-1,0	1,0	13,30	2,57	0,42	-0,96009
250,0	-3,0	1,0	13,80	2,62	0,47	-0,90953
440,0	-2,0	1,0	13,90	2,63	0,67	-0,88367
990,0	4,0	1,0	13,90	2,63	0,68	-0,89976

748,0	-1,0	1,0	14,00	2,64	0,31	-0,87606
748,0	-3,5	1,0	14,00	2,64	0,35	-0,88054
857,0	-3,5	1,0	14,00	2,64	0,41	-0,87823
948,0	-1,0	1,0	14,00	2,64	0,59	-0,86907
197,0	0,0	1,0	14,10	2,65	0,46	-0,85091
355,0	-1,0	1,0	14,30	2,67	1,13	-0,83837
473,0	-1,0	1,0	14,40	2,68	0,67	-0,83307
306,0	1,0	1,0	14,40	2,68	0,44	-0,8228
202,0	5,0	1,0	14,40	2,68	0,61	-0,82586
536,0	-4,0	1,0	14,50	2,69	0,50	-0,81205
105,0	-2,5	1,0	14,70	2,71	0,47	-0,80098
738,0	1,0	1,0	14,70	2,71	0,47	-0,78036
605,0	0,5	1,0	14,70	2,71	0,63	-0,79556
479,0	2,5	1,0	14,70	2,71	0,70	-0,78366
151,0	-4,0	1,0	14,90	2,72	0,55	-0,762
309,0	-3,0	1,0	14,90	2,72	0,50	-0,76491
435,0	-4,0	1,0	14,90	2,72	0,63	-0,76807
568,0	-0,5	1,0	15,10	2,74	0,51	-0,74198
488,0	-1,0	1,0	15,20	2,75	0,64	-0,7096
839,0	-2,5	1,0	15,50	2,78	0,55	-0,69517
784,0	4,5	1,0	15,70	2,79	0,74	-0,69176
908,0	0,5	1,0	16,00	2,82	0,41	-0,66101
339,0	4,5	1,0	16,40	2,85	0,70	-0,63968
906,0	-3,0	1,0	16,50	2,86	0,57	-0,6326
817,0	-1,5	1,0	16,70	2,88	0,72	-0,62078
765,0	-1,0	1,0	17,00	2,90	0,44	-0,61121
827,0	-2,0	1,0	17,00	2,90	0,72	-0,60831
475,0	-1,5	1,0	17,50	2,94	0,98	-0,56805
752,0	-4,5	1,0	17,80	2,96	0,37	-0,55694
557,0	-0,5	1,0	19,40	3,07	0,45	-0,47388
641,0	-3,5	1,0	19,50	3,08	0,51	-0,46702
746,0	-4,0	1,0	19,50	3,08	0,36	-0,46501
292,0	3,0	1,0	19,80	3,10	0,93	-0,45677
565,0	-5,0	1,0	19,90	3,11	0,54	-0,4534
610,0	2,5	1,0	20,50	3,20	0,70	-0,42442
560,0	-4,5	1,0	22,00	3,28	0,46	-0,38059
650,0	4,0	1,0	10,10	2,20	0,93	-2,18708
303,0	4,0	1,0	15,10	2,74	0,65	-0,74516
848,0	-1,0	1,0	28,00	3,54	0,41	-0,27093
952,0	-17,0	1,0	40,70	3,95	2,88	0,01845
735,0	12,0	1,0	45,40	4,06	1,43	0,33865
354,0	16,0	1,0	37,70	3,86	1,90	-0,10682
392,0	-2,0	1,0	16,00	2,82	0,55	-0,67289
747,0	2,0	1,0	65,00	4,45	0,32	0,97852
241,0	4,0	1,0	38,00	3,87	0,83	-0,08375
402,0	17,0	1,0	47,00	4,10	3,29	0,371

823,0	-4,0	1,0	11,30	2,35	0,72	-1,45209
690,0	3,5	1,0	11,70	2,40	0,79	-1,33284
676,0	0,5	1,0	11,10	2,33	0,49	-1,51367
300,0	0,0	1,0	11,90	2,42	0,39	-1,26178
345,0	2,5	1,0	15,50	2,78	0,83	-0,70178
475,0	3,0	1,0	17,30	2,92	0,72	-0,57921
327,0	-3,0	1,0	19,90	3,11	0,68	-0,44806
850,0	-2,5	1,0	16,80	2,88	0,42	-0,61337
578,0	1,0	1,0	20,40	3,20	0,62	-0,43794
659,0	1,0	1,0	31,00	3,65	0,58	-0,24693
76,0	-1,5	1,0	15,70	2,79	0,62	-0,68818
106,0	-14,0	1,0	42,00	3,98	1,75	0,08256
403,0	4,0	1,0	46,80	4,10	0,58	0,3564
451,0	0,0	1,0	47,60	4,12	0,63	0,3934
556,0	8,0	1,0	50,70	4,18	0,95	0,49617
231,0	25,0	1,0	53,40	4,24	3,13	0,61984
78,0	-2,0	1,0	23,00	3,33	0,62	-0,34857
954,0	0,5	1,0	12,90	2,53	0,71	-1,02159
76,0	-1,0	1,0	17,90	2,97	0,59	-0,54864
917,0	0,0	1,0	21,80	3,27	0,50	-0,38274
875,0	-2,0	1,0	43,50	4,02	0,40	0,22399
215,0	-9,0	1,0	44,00	4,03	1,69	0,24844
200,0	12,0	1,0	50,00	4,17	0,92	0,47838
451,0	6,0	1,0	54,30	4,26	0,99	0,69171
875,0	24,0	1,0	55,00	4,27	4,22	0,70849
91,0	-8,0	1,0	56,60	4,30	0,80	0,75916
980,0	23,0	1,0	58,10	4,33	4,91	0,8127
764,0	3,0	1,0	58,70	4,34	0,61	0,83762
803,0	-13,0	1,0	60,00	4,37	0,78	0,86394
100,0	-5,0	1,0	62,70	4,42	0,47	0,94373
65,0	-6,0	1,0	69,90	4,53	1,49	1,07802
348,0	-17,0	1,0	75,00	4,61	1,64	1,17718
761,0	-22,0	1,0	77,00	4,64	3,39	1,22835
620,0	-12,0	1,0	77,10	4,64	2,00	1,25246
505,0	16,0	1,0	78,70	4,66	3,22	1,29904
899,0	3,0	1,0	80,00	4,68	0,93	1,3268
525,0	-8,0	1,0	81,20	4,70	0,98	1,37952
526,0	-13,0	1,0	81,60	4,70	1,36	1,39217
914,0	19,0	1,0	85,30	4,75	2,63	1,48854
120,0	-14,0	1,0	89,70	4,80	3,27	1,57164
842,0	24,0	1,0	93,50	4,85	4,40	1,7897
690,0	18,0	1,0	104,50	4,97	1,65	2,0806
74,0	19,0	1,0	106,80	4,99	1,80	2,20845
842,0	-1,0	1,0	124,50	5,16	0,45	2,35983
853,0	0,0	1,0	130,30	5,21	0,39	2,38924
96,0	7,0	1,0	143,70	5,31	0,94	3,16402

158,0	-3,0	1,0	31,90	3,68	0,52	-0,2376
947,0	1,0	1,0	14,40	2,68	0,59	-0,82937
898,0	-0,5	1,0	15,10	2,74	0,62	-0,73216
162,0	1,0	1,0	18,00	2,97	0,43	-0,52516
565,0	-2,0	1,0	18,50	3,01	0,54	-0,50495
335,0	-3,0	1,0	22,60	3,31	0,71	-0,35453
126,0	-1,0	1,0	36,30	3,82	2,44	-0,18234
370,0	15,0	1,0	43,40	4,02	1,30	0,22037
877,0	-0,5	1,0	11,50	2,38	0,45	-1,36253
288,0	-3,0	1,0	15,20	2,75	1,60	-0,71991
115,0	-2,5	1,0	21,20	3,24	0,53	-0,40152
467,0	1,0	1,0	10,20	2,22	0,64	-2,06942
531,0	0,5	1,0	12,50	2,49	0,49	-1,08397
735,0	-2,5	1,0	13,00	2,54	0,71	-1,0006
510,0	-5,0	1,0	17,20	2,91	0,73	-0,58565
739,0	0,0	1,0	12,50	2,49	0,47	-1,07494
653,0	4,5	1,0	11,00	2,32	0,95	-1,53868
221,0	10,0	1,0	41,20	3,96	0,87	0,05768
393,0	2,0	1,0	10,80	2,29	0,45	-1,74407
725,0	3,5	1,0	12,60	2,50	0,96	-1,06513
872,0	5,0	1,0	13,50	2,59	0,55	-0,92915
762,0	-4,0	1,0	14,80	2,71	0,46	-0,77775
744,0	-1,0	1,0	19,60	3,09	0,32	-0,45963
288,0	-20,0	1,0	44,50	4,04	1,83	0,27565
327,0	2,0	1,0	81,80	4,70	0,58	1,40284
190,0	2,5	1,0	35,80	3,81	0,50	-0,20429
0,0	-4,0	1,0	17,90	2,97	4,40	-0,53667
588,0	-2,5	1,0	29,50	3,60	0,70	-0,26219
373,0	-7,0	1,0	38,20	3,88	1,14	-0,05875
373,0	-11,0	1,0	42,10	3,98	1,95	0,10766
675,0	17,0	1,0	43,40	4,02	2,67	0,21194
288,0	-15,0	1,0	51,50	4,20	1,41	0,52812
840,0	-14,0	1,0	59,20	4,35	1,17	0,84287
51,0	-2,0	1,0	11,70	2,40	0,63	-1,31969
297,0	1,5	1,0	11,80	2,41	0,49	-1,28177
50,0	1,5	1,0	17,00	2,90	0,55	-0,60286
383,0	4,5	1,0	15,10	2,74	0,54	-0,7353
540,0	-0,5	1,0	17,00	2,90	0,46	-0,60538
241,0	-3,0	1,0	20,30	3,19	0,52	-0,44055
410,0	1,0	1,0	21,60	3,26	0,58	-0,38516
539,0	-1,0	1,0	23,90	3,37	0,47	-0,32842
759,0	1,5	1,0	25,60	3,44	0,36	-0,31003
982,0	-3,0	1,0	10,20	2,22	0,61	-2,09209
557,0	-0,5	1,0	13,90	2,63	0,45	-0,89034
240,0	-1,5	1,0	15,90	2,81	0,52	-0,67909
650,0	-2,0	1,0	23,00	3,33	0,68	-0,3457

303,0	4,0	1,0	12,00	2,43	0,65	-1,19402
500,0	-1,0	1,0	12,10	2,45	0,66	-1,17895
912,0	5,0	1,0	13,50	2,59	0,54	-0,93265
883,0	-3,0	1,0	21,40	3,25	0,51	-0,39306
182,0	1,0	1,0	23,90	3,37	0,77	-0,32347
942,0	2,0	1,0	26,50	3,48	0,57	-0,29535
170,0	-4,0	1,0	11,60	2,39	0,64	-1,34011
18,0	-3,0	1,0	17,10	2,91	2,34	-0,59323
342,0	-3,0	1,0	20,90	3,22	0,83	-0,4155
111,0	-1,0	1,0	23,60	3,35	0,44	-0,3304
230,0	-17,0	1,0	37,10	3,85	3,33	-0,14659
789,0	0,0	1,0	51,30	4,20	0,51	0,52354
710,0	2,0	1,0	20,50	3,20	0,43	-0,42699
842,0	-23,0	1,0	40,70	3,95	2,75	0,0301
7,0	-24,0	1,0	45,10	4,06	4,91	0,32257
640,0	4,0	1,0	55,00	4,27	0,56	0,6958
588,0	0,5	1,0	14,00	2,64	0,70	-0,87299
580,0	0,5	1,0	23,00	3,33	0,69	-0,33961
988,0	-18,0	1,0	36,70	3,83	2,12	-0,17076
713,0	22,0	1,0	41,00	3,95	2,79	0,0501
876,0	-1,0	1,0	47,40	4,11	0,45	0,39099
811,0	-17,0	1,0	48,80	4,14	1,10	0,43459
796,0	-10,0	1,0	52,40	4,22	0,87	0,58859
849,0	-17,0	1,0	52,90	4,23	1,06	0,59335
822,0	19,0	1,0	62,00	4,40	2,77	0,90027
92,0	-6,0	1,0	64,10	4,44	0,75	0,97494
636,0	-10,0	1,0	66,70	4,48	1,06	1,03394
121,0	16,0	1,0	72,30	4,57	1,94	1,15164
610,0	14,0	1,0	90,60	4,81	1,50	1,60659
162,0	-2,0	1,0	13,30	2,57	0,54	-0,96325
498,0	-4,0	1,0	16,10	2,83	0,72	-0,65234
569,0	3,0	1,0	21,20	3,24	0,59	-0,40403
312,0	-2,0	1,0	10,00	2,19	0,57	-2,86237
675,0	4,0	1,0	10,30	2,23	0,60	-2,04796
306,0	1,0	1,0	10,60	2,27	0,44	-1,81169
991,0	2,5	1,0	11,40	2,37	0,45	-1,4259
830,0	4,0	1,0	14,10	2,65	0,85	-0,86473
994,0	2,0	1,0	16,30	2,84	0,46	-0,64616
146,0	0,0	1,0	20,40	3,20	0,60	-0,43517
340,0	4,5	1,0	21,40	3,25	0,81	-0,39011
371,0	3,0	1,0	50,00	4,17	0,92	0,48265
637,0	16,0	1,0	50,80	4,19	2,65	0,51177
196,0	24,0	1,0	68,10	4,50	2,43	1,05437
118,0	2,0	1,0	74,00	4,59	0,67	1,16768
368,0	16,0	1,0	83,50	4,73	1,30	1,43167
226,0	9,0	1,0	87,70	4,78	0,80	1,51041

860,0	8,0	1,0	92,50	4,84	1,43	1,7328
203,0	13,0	1,0	111,90	5,04	0,92	2,27805
192,0	2,0	1,0	13,00	2,54	0,48	-0,99378
461,0	-5,0	1,0	11,50	2,38	0,80	-1,36906
782,0	-4,5	1,0	11,50	2,38	0,87	-1,38924
185,0	-0,5	1,0	20,60	3,21	0,54	-0,42159
90,0	3,0	1,0	11,40	2,37	0,75	-1,43279
910,0	-2,0	1,0	45,30	4,06	0,50	0,33442
635,0	6,0	1,0	50,00	4,17	0,63	0,47479
299,0	-20,0	1,0	51,80	4,21	1,67	0,56392
807,0	10,0	1,0	60,50	4,38	1,85	0,88087
671,0	0,0	1,0	60,60	4,38	0,47	0,888
628,0	19,0	1,0	65,50	4,46	2,46	1,00223
112,0	2,0	1,0	70,40	4,54	0,50	1,08541
224,0	3,0	1,0	72,50	4,57	0,67	1,16221
331,0	7,0	1,0	81,90	4,70	1,61	1,41507
263,0	-25,0	1,0	92,30	4,83	3,91	1,68518
210,0	-4,0	1,0	18,20	2,99	0,74	-0,51433
788,0	3,0	1,0	18,80	3,03	0,90	-0,49706
969,0	-2,5	1,0	19,00	3,05	0,99	-0,48962
222,0	-3,0	1,0	26,40	3,48	0,81	-0,29833
208,0	4,5	1,0	35,20	3,79	0,67	-0,22271
844,0	0,0	1,0	10,60	2,27	0,44	-1,80233
811,0	-4,0	1,0	10,90	2,31	0,60	-1,64514
752,0	-0,5	1,0	11,20	2,34	0,32	-1,47768
891,0	-1,0	1,0	11,80	2,41	0,66	-1,29144
527,0	-4,0	1,0	13,50	2,59	0,56	-0,94333
601,0	5,0	1,0	14,10	2,65	1,04	-0,85906
811,0	1,0	1,0	15,10	2,74	0,55	-0,72901
587,0	3,0	1,0	10,40	2,24	0,82	-1,89623
75,0	13,0	1,0	43,80	4,03	1,05	0,23872
241,0	-17,0	1,0	41,90	3,98	2,33	0,07409
480,0	-1,5	1,0	11,00	2,32	1,02	-1,58844
781,0	1,5	1,0	13,80	2,62	0,51	-0,90645
866,0	5,0	1,0	28,00	3,54	0,47	-0,26904
855,0	-1,0	1,0	19,50	3,08	0,39	-0,46911
881,0	-3,0	1,0	11,90	2,42	0,51	-1,22686
194,0	0,0	1,0	23,20	3,34	0,48	-0,33441
320,0	-4,0	1,0	27,40	3,52	0,63	-0,28483
817,0	10,0	1,0	36,00	3,81	0,87	-0,20138
404,0	1,0	1,0	11,30	2,35	0,58	-1,46652
190,0	-2,0	1,0	15,90	2,81	0,66	-0,67601
47,0	3,0	1,0	25,80	3,45	0,77	-0,30176
677,0	11,0	1,0	38,80	3,89	1,07	-0,04453
503,0	-25,0	1,0	66,40	4,48	2,80	1,02039
240,0	-13,0	1,0	35,70	3,80	1,38	-0,20828

751,0	11,0	1,0	47,10	4,10	1,20	0,38098
995,0	-23,0	1,0	48,80	4,14	2,41	0,44259
704,0	-3,0	1,0	15,80	2,80	0,46	-0,68535
198,0	0,0	1,0	23,40	3,35	0,46	-0,33236
694,0	20,0	1,0	36,80	3,84	3,03	-0,15993
552,0	-8,0	1,0	43,90	4,03	0,91	0,24289
544,0	0,0	1,0	11,10	2,33	0,49	-1,5201
542,0	17,0	1,0	35,50	3,80	2,38	-0,21624
867,0	4,0	1,0	55,20	4,28	0,47	0,7273
607,0	2,0	1,0	56,50	4,30	0,63	0,75522
438,0	-2,0	1,0	20,40	3,20	0,63	-0,43237
883,0	-3,0	1,0	30,30	3,63	0,51	-0,25422
427,0	12,0	1,0	56,70	4,31	2,60	0,7686
803,0	-24,0	1,0	90,60	4,81	2,19	1,63506
569,0	-1,0	1,0	23,90	3,37	0,51	-0,32628
998,0	-10,0	1,0	40,20	3,93	0,98	-0,02225
560,0	-3,0	1,0	43,10	4,01	0,46	0,15336
387,0	2,0	1,0	47,20	4,11	0,48	0,38472
925,0	-1,0	1,0	54,00	4,25	0,59	0,65656
422,0	1,0	1,0	10,10	2,20	0,58	-2,30962
60,0	1,0	1,0	10,50	2,26	0,45	-1,866
254,0	3,5	1,0	11,00	2,32	0,59	-1,568
146,0	4,0	1,0	11,00	2,32	0,68	-1,5278
427,0	-3,5	1,0	11,70	2,40	0,60	-1,32583
57,0	-4,0	1,0	11,90	2,42	0,56	-1,21498
57,0	1,5	1,0	10,20	2,22	0,48	-2,13271
202,0	-1,0	1,0	11,90	2,42	0,47	-1,2528
993,0	3,5	1,0	16,30	2,84	0,69	-0,64322
990,0	-5,0	1,0	52,10	4,21	0,45	0,5823
670,0	-3,0	1,0	11,00	2,32	0,63	-1,60061
550,0	-25,0	1,0	38,00	3,87	4,40	-0,0729
769,0	-1,0	1,0	12,80	2,52	0,51	-1,04803
73,0	-0,5	1,0	13,60	2,60	0,57	-0,92556
929,0	1,0	1,0	14,10	2,65	0,62	-0,85411
512,0	-2,0	1,0	16,50	2,86	0,71	-0,62938
830,0	-3,5	1,0	18,10	2,98	0,70	-0,51774
662,0	1,0	1,0	13,70	2,61	0,57	-0,91278
627,0	-18,0	1,0	37,30	3,85	2,86	-0,12955
975,0	-13,0	1,0	40,10	3,93	2,48	-0,02941
553,0	6,0	1,0	41,00	3,95	0,68	0,0429
790,0	-7,0	1,0	79,50	4,67	0,75	1,31842
112,0	1,0	1,0	17,00	2,90	0,50	-0,60026
824,0	2,5	1,0	10,90	2,31	0,65	-1,6282
501,0	-0,5	1,0	11,10	2,33	0,66	-1,50622
665,0	1,0	1,0	11,30	2,35	0,46	-1,47288
555,0	-3,0	1,0	11,50	2,38	0,48	-1,35025

704,0	-1,0	1,0	13,00	2,54	0,41	-0,99678
430,0	2,0	1,0	13,00	2,54	0,65	-0,97683
712,0	-3,0	1,0	13,50	2,59	0,57	-0,93968
874,0	-3,5	1,0	14,70	2,71	0,40	-0,7985
102,0	4,0	1,0	14,70	2,71	0,61	-0,79203
805,0	1,0	1,0	14,90	2,72	0,52	-0,75905
707,0	-3,5	1,0	15,00	2,73	0,46	-0,75077
252,0	-1,5	1,0	16,00	2,82	0,50	-0,66657
933,0	1,0	1,0	16,10	2,83	0,60	-0,65842
740,0	5,0	1,0	17,80	2,96	0,62	-0,55932
107,0	-3,5	1,0	19,10	3,05	0,47	-0,47983
572,0	4,0	1,0	20,50	3,20	0,65	-0,42945
755,0	2,5	1,0	21,30	3,24	0,32	-0,39961
922,0	3,0	1,0	22,50	3,30	0,65	-0,37252
317,0	-4,0	1,0	22,60	3,31	0,61	-0,35745
373,0	-5,0	1,0	11,90	2,42	0,83	-1,22101
533,0	4,5	1,0	34,80	3,78	0,65	-0,22551
510,0	1,0	1,0	15,50	2,78	0,73	-0,70593
315,0	-0,5	1,0	10,10	2,20	0,57	-2,15427
237,0	0,5	1,0	10,30	2,23	0,50	-1,98066
325,0	3,0	1,0	10,50	2,26	1,42	-1,84444
299,0	-3,0	1,0	13,10	2,55	0,45	-0,97317
258,0	-2,0	1,0	13,40	2,58	0,62	-0,95045
338,0	2,0	1,0	16,00	2,82	0,62	-0,66367
697,0	0,5	1,0	18,20	2,99	0,58	-0,51121
795,0	1,0	1,0	24,80	3,41	0,50	-0,31642
407,0	-4,5	1,0	16,80	2,88	0,91	-0,6167
869,0	-3,5	1,0	11,30	2,35	0,40	-1,43948
638,0	-3,5	1,0	14,80	2,71	0,52	-0,77501
625,0	-0,5	1,0	16,00	2,82	0,69	-0,66967
910,0	5,0	1,0	17,90	2,97	0,51	-0,55128
710,0	-4,0	1,0	18,50	3,01	0,48	-0,50255
645,0	4,0	1,0	18,90	3,04	0,65	-0,49344
630,0	0,0	1,0	19,50	3,08	0,61	-0,47143
783,0	4,0	1,0	22,50	3,30	0,69	-0,36033
150,0	-10,0	1,0	41,00	3,95	1,37	0,03864
900,0	20,0	1,0	42,50	3,99	2,97	0,14107
424,0	4,5	1,0	14,50	2,69	0,83	-0,81588
260,0	-0,5	1,0	15,20	2,75	0,81	-0,71346
995,0	-4,0	1,0	24,20	3,38	0,46	-0,31853
213,0	2,0	1,0	27,60	3,52	0,64	-0,27538
508,0	-25,0	1,0	38,40	3,88	2,32	-0,05157
994,0	-7,0	1,0	68,90	4,52	0,55	1,07049
518,0	-10,0	1,0	89,70	4,80	1,20	1,54058
255,0	15,0	1,0	94,40	4,86	2,85	1,91006
115,0	25,0	1,0	103,40	4,96	3,39	1,99713

73,0	14,0	1,0	42,30	3,99	1,05	0,13267
65,0	19,0	1,0	43,80	4,03	2,05	0,23212
891,0	23,0	1,0	84,30	4,74	2,76	1,45555
570,0	-4,5	1,0	10,10	2,20	0,61	-2,53545
912,0	-3,0	1,0	12,50	2,49	0,54	-1,11217
910,0	2,5	1,0	21,40	3,25	0,41	-0,38738
842,0	0,0	1,0	32,80	3,71	0,45	-0,23173
590,0	-18,0	1,0	42,10	3,98	4,18	0,09489
944,0	-1,0	1,0	44,90	4,05	0,59	0,29226
568,0	19,0	1,0	54,00	4,25	3,02	0,68119
438,0	-1,0	1,0	55,10	4,27	0,66	0,72157
163,0	4,0	1,0	39,90	3,92	0,59	-0,03576
717,0	25,0	1,0	40,60	3,94	2,93	0,00642
831,0	14,0	1,0	44,00	4,03	1,12	0,25446
526,0	-3,0	1,0	50,00	4,17	0,56	0,48608
110,0	-6,0	1,0	51,00	4,19	0,90	0,52018
641,0	-3,5	1,0	10,20	2,22	0,51	-2,11329
385,0	-3,5	1,0	10,40	2,24	0,57	-1,91393
663,0	-3,5	1,0	10,90	2,31	0,69	-1,61786
443,0	-4,0	1,0	11,10	2,33	0,67	-1,49773
982,0	-0,5	1,0	11,40	2,37	0,69	-1,39775
710,0	2,0	1,0	11,60	2,39	0,43	-1,34559
150,0	-1,0	1,0	11,90	2,42	0,44	-1,2487
397,0	1,0	1,0	12,20	2,46	0,46	-1,16445
760,0	4,5	1,0	12,40	2,48	0,58	-1,12115
555,0	-0,5	1,0	12,80	2,52	0,45	-1,0515
677,0	-1,0	1,0	14,90	2,72	0,49	-0,75339
249,0	-5,0	1,0	15,00	2,73	0,47	-0,74822
245,0	1,0	1,0	16,50	2,86	0,47	-0,6264
388,0	-2,0	1,0	19,90	3,11	0,55	-0,45089
683,0	5,0	1,0	22,10	3,28	0,64	-0,37813
749,0	3,5	1,0	27,00	3,50	0,48	-0,29058
852,0	3,5	1,0	12,30	2,47	0,48	-1,12977
886,0	17,0	1,0	43,30	4,01	1,77	0,20254
933,0	5,0	1,0	63,00	4,42	0,79	0,94782
615,0	0,0	1,0	68,80	4,52	0,72	1,06582
515,0	18,0	1,0	70,90	4,55	2,23	1,09565
496,0	-0,5	1,0	12,50	2,49	0,64	-1,10765
976,0	-4,5	1,0	15,90	2,81	0,71	-0,6823
110,0	0,5	1,0	29,40	3,59	0,44	-0,26463
639,0	-24,0	1,0	43,30	4,01	3,65	0,18311
251,0	4,0	1,0	14,40	2,68	0,56	-0,8199
396,0	2,5	1,0	11,50	2,38	0,46	-1,37575
348,0	-23,0	1,0	63,10	4,42	1,95	0,95676
253,0	-5,0	1,0	67,40	4,49	0,50	1,04384
510,0	-21,0	1,0	94,00	4,85	1,63	1,85543

910,0	0,5	1,0	10,10	2,20	0,41	-2,48595
396,0	-3,5	1,0	11,90	2,42	0,56	-1,25745
927,0	24,0	1,0	53,40	4,24	2,93	0,63514
590,0	-1,0	1,0	31,30	3,66	0,70	-0,24419
228,0	0,0	1,0	17,30	2,92	0,59	-0,58241
345,0	-3,0	1,0	25,60	3,44	0,91	-0,30727
232,0	5,0	1,0	33,60	3,74	0,91	-0,22882
247,0	2,5	1,0	36,50	3,83	0,47	-0,17621
196,0	-19,0	1,0	45,00	4,06	4,23	0,30269
946,0	-8,0	1,0	62,10	4,40	1,06	0,91223
293,0	-0,5	1,0	10,80	2,29	0,67	-1,73353
948,0	1,5	1,0	11,90	2,42	0,59	-1,27241
938,0	4,0	1,0	18,50	3,01	0,77	-0,50803
602,0	3,5	1,0	20,00	3,18	1,04	-0,44413
951,0	-5,0	1,0	21,00	3,23	0,67	-0,41211
998,0	-11,0	1,0	37,20	3,85	0,98	-0,13757
300,0	-3,0	1,0	59,90	4,37	0,35	0,86054
688,0	3,0	1,0	12,30	2,47	0,79	-1,14463
578,0	-1,0	1,0	16,20	2,83	0,62	-0,64893
864,0	-0,5	1,0	10,10	2,20	0,39	-2,24861
707,0	0,5	1,0	10,10	2,20	0,41	-2,69566
145,0	-1,0	1,0	18,00	2,97	0,60	-0,52082
265,0	13,0	1,0	36,20	3,82	2,86	-0,19351
393,0	4,0	1,0	55,20	4,28	0,49	0,72468
994,0	-15,0	1,0	43,00	4,01	1,22	0,14985
768,0	-14,0	1,0	65,10	4,46	2,12	0,9867
935,0	22,0	1,0	58,00	4,33	2,82	0,79063
665,0	2,0	1,0	59,80	4,36	0,46	0,84768
550,0	-3,0	1,0	13,50	2,59	0,51	-0,94678
382,0	-4,5	1,0	12,70	2,51	0,62	-1,05938
985,0	0,5	1,0	17,50	2,94	0,50	-0,56447
998,0	2,0	1,0	19,00	3,05	1,37	-0,48411
501,0	-3,5	1,0	29,60	3,60	0,73	-0,25911
336,0	5,0	1,0	23,00	3,33	0,70	-0,34266
303,0	-4,0	1,0	25,00	3,42	0,35	-0,31456
55,0	3,5	1,0	11,90	2,42	0,74	-1,20938
803,0	-0,5	1,0	13,50	2,59	0,54	-0,93611
806,0	-0,5	1,0	24,10	3,38	0,52	-0,32065
47,0	-0,5	1,0	27,10	3,50	0,77	-0,28787
544,0	-4,5	1,0	28,00	3,54	0,51	-0,27291
269,0	-2,0	1,0	11,90	2,42	1,98	-1,23786
808,0	4,5	1,0	14,80	2,71	0,67	-0,7717
412,0	4,5	1,0	17,40	2,93	0,81	-0,57547
26,0	-2,0	1,0	22,50	3,30	2,08	-0,36647
843,0	1,0	1,0	27,50	3,52	0,45	-0,27774
162,0	-1,0	1,0	31,70	3,68	0,43	-0,23963

335,0	-2,0	1,0	38,90	3,90	0,71	-0,04085
262,0	-11,0	1,0	41,70	3,97	1,36	0,0646
305,0	2,0	1,0	41,80	3,98	0,44	0,06834
883,0	-6,0	1,0	42,10	3,98	1,41	0,1164
348,0	-23,0	1,0	51,90	4,21	1,95	0,57642
593,0	-3,0	1,0	15,10	2,74	0,70	-0,73867
389,0	5,0	1,0	31,50	3,67	0,50	-0,24162
863,0	-4,0	1,0	18,00	2,97	0,40	-0,52319
375,0	17,0	1,0	60,20	4,37	1,48	0,87075
664,0	-13,0	1,0	142,50	5,31	2,44	2,69007
207,0	-1,0	1,0	56,90	4,31	0,57	0,77748
743,0	-1,0	1,0	21,20	3,24	0,38	-0,40622

APÊNDICE B – Variogramas direcionais gerados para os dados completos

Direção 1 - (0)	Variograma Experimental	
	Distância	Gamma
	1,46	1,05
	5,15	0,72
	9,88	1,36
	15,02	1,47
	19,95	1,48
	24,69	1,58
	28,95	1,04
	35,43	0,27
	39,45	0,43
	44,15	0,60

Direção 2 - (22,5)	Variograma Experimental	
	Distância	Gamma
	2,24	0,83
	5,20	0,96
	9,64	1,63
	15,31	1,52
	20,21	1,49
	24,88	1,50
	29,91	1,41
	35,14	0,93
	38,94	0,36
	44,53	0,17

Direção 3 - (67,5)	Variograma Experimental	
	Distância	Gamma
	1,84	0,70
	5,49	0,79
	10,20	0,74
	14,85	0,76
	19,87	1,05
	24,87	1,31
	29,96	1,39
	35,01	1,49
	40,01	1,61
	45,14	1,62

Direção 1 - (90)	Variograma Experimental	
	Distância	Gamma
	1,70	0,72
	5,27	0,62
	10,25	0,70
	15,02	0,69
	20,17	0,66
	25,23	0,68
	30,13	0,71
	35,14	0,69
	40,15	0,75
	45,12	0,67

Direção 1- (Omnidirecional)	Variograma Experimental	
	<i>Distância</i>	<i>Gamma</i>
	1,82	0,63
	5,30	0,72
	10,07	0,90
	15,09	0,97
	20,07	1,09
	25,02	1,10
	29,97	1,08
	35,02	1,05
	40,03	1,03
	45,06	1,01

Direção - (Omnidirecional)	Variograma Esférico	
	<i>Distância</i>	<i>Gamma</i>
	0,00	0,51
	5,00	0,71
	10,00	0,89
	15,00	1,01
	20,00	1,06
	25,00	1,06
	30,00	1,06
	35,00	1,06
	40,00	1,06
	45,00	1,06