

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS E LETRAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
Laboratório de Potamologia Amazônica

RELATÓRIO DE CAMPANHA

**REGIÃO DE CONFLUÊNCIA DOS RIOS NEGRO E SOLIMÕES,
AMAZONAS, BRASIL**

MARÇO À AGOSTO DE 2013



Fonte: www.riosvivos.org.br. Acesso em agosto de 2013.

MANAUS
2013

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS E LETRAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
Laboratório de Potamologia Amazônica

RELATÓRIO DE CAMPANHA

**REGIÃO DE CONFLUÊNCIA DOS RIOS NEGRO E SOLIMÕES,
AMAZONAS, BRASIL**

MARÇO À AGOSTO DE 2013

PROJETO:

FLUXO DE SEDIMENTOS EM SUSPENSÃO NA REGIÃO DE CONFLUÊNCIAS DOS
RIOS NEGRO E SOLIMÕES, AMAZÔNIA, BRASIL

UM PROJETO IHESA: INICIATIVA DE HIDROLOGIA ESPACIAL NA AMAZÔNIA
(MCT/FINEP/CT-HIDRO 01/2010/2785)

EXECUTOR:

THIAGO PIMENTEL MARINHO
Bolsista IHESA

COORDENADOR

NAZIANO PANTOJA FILIZOLA JR.
Coordenador Geral do IHESA

MANAUS
2013

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. PARTICIPANTES	8
2.1 Março	8
2.2 Abril	9
2.3 Maio	9
2.4 Junho	9
2.5 Julho	9
2.6 Agosto	9
3. CRONOGRAMA	10
3.1 Março	10
3.2 Abril	10
3.3 Maio	10
3.4 Junho	10
3.5 Julho	10
3.6 Agosto	10
4. MATERIAIS E MÉTODOS	10
4.1 Obtenção dos dados.....	10
4.1.1 Determinação dos locais de amostragem	10
4.1.2 Amostras de sedimentos em suspensão.....	11
4.1.3 Espectrometria.....	12
5. RESULTADOS	14
6. CONCLUSÕES.....	16

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização da grade hidrométrica na região de confluência dos Rios Negro e Solimões-Amazonas.....	8
Figura 2 – Coleta de amostras de água superficial.....	11
Figura 3 – Amostras de água superficial.....	11
Figura 4 – Unidade de Filtração por gravidade.....	12
Figura 5 – Amostras no filtro e secas.....	12
Figura 6 – Modelo representativo da medição radiométrica de reflectância.	14
Figura 7 – Medição de Espectrometria no Encontro das Águas.	14

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Concentração de sedimentos em suspensão para o período de março a agosto de 2013.....	16
Gráfico 2 – Reflectância para o período de março a agosto de 2013.....	16

LISTA DE TABELA

Tabela 1– Tabela dos resultados da concentração de sedimentos.....	15
--	----

1. INTRODUÇÃO

O estudo surgiu da necessidade de se compreender melhor o fenômeno da confluência dos rios Negro e Solimões (conhecido como Encontro das Águas) do ponto de vista do fluxo de sedimentos em suspensão. O trabalho suscita discussões não somente sobre a dinâmica hidrológica desse fenômeno natural, mas também sobre a contribuição do sensoriamento remoto para o estudo dos rios Amazônicos.

A confluência dos rios Negro e Solimões ganhou o nome de Encontro das Águas devido a diferença da cor da água dos dois rios, o Rio Negro de água negra devido a grande concentração de matéria orgânica e o Rio Solimões de água branca com seus sedimentos em suspensão. Esse fenômeno natural, que marca a mudança de nome do Rio Solimões que passa a se chamar Rio Amazonas, é conhecido nacional e internacionalmente e atrai milhares de turistas todos os anos para a cidade de Manaus. O Encontro das Águas possui uma grande extensão de aproximadamente 170Km iniciando nas proximidades da cidade de Manaus até alguns quilômetros a montante da cidade de Itacoatiara.

Apesar da sua grande importância como fenômeno natural de grande expressividade na Amazônia poucos estudos foram feitos sobre o ponto de vista hidrológico (FILIZOLA *et al.*, 2009; LARAQUE *et al.*, 2009). Assim esse estudo pretende contribuir para melhor compreensão hidrológica do fenômeno, assim como aos estudos voltados a Hidrologia Espacial nos rios da Bacia Amazônica.

Para tanto foi delimitada uma área de 8Km para o estudo utilizando da metodologia proposta por Filizola *et al.* (2009) e Soares (2012) de uma grade hidrométrica com 40 pontos de amostragem com 500 metros de distância entre cada em sentido latitudinal e 2Km de distância em sentido longitudinal. A metodologia seguiu dividida em método tradicional e óptico. A utilização do método tradicional e da espectrometria de campo (Radiômetros TriOS) tem como intuito possibilitar uma fina calibração das imagens de satélite, aqui sendo utilizados os dos satélites Terra e Aqua, sensor MODIS. O objetivo é a partir disso conseguir monitorar a dinâmica da faixa de confluência dos dois rios e o fluxo de sedimentos em suspensão na área delimitada para o estudo do Encontro das Águas.

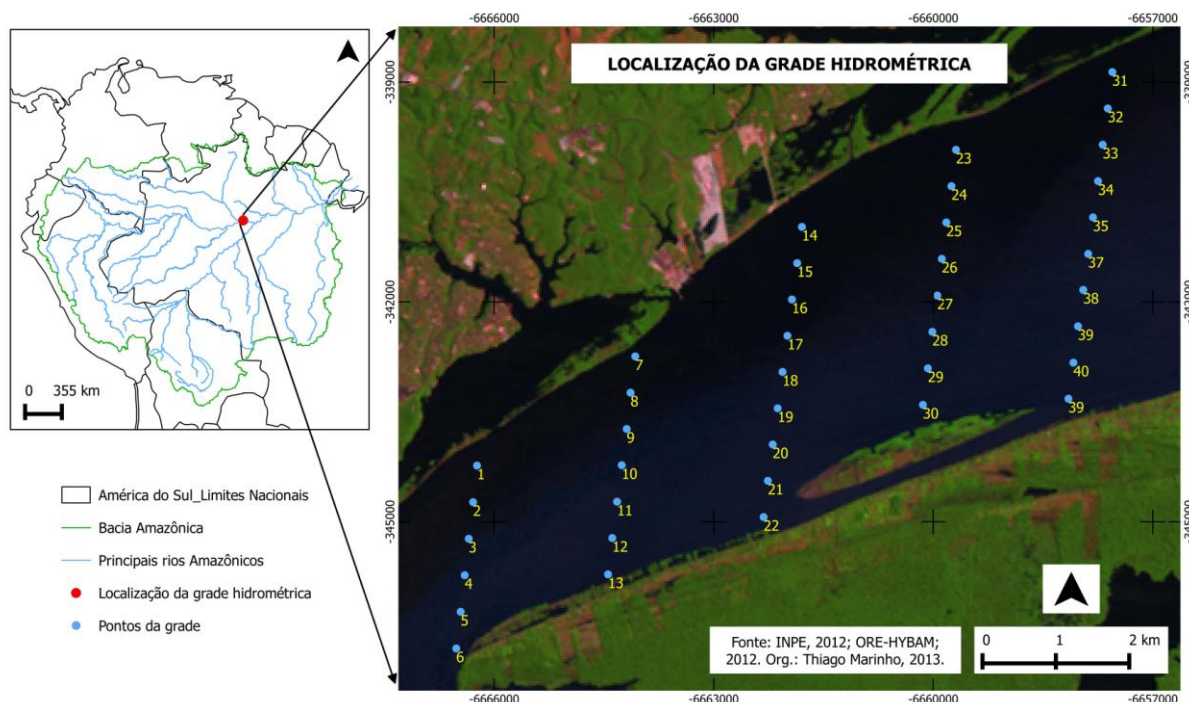


Figura 1 – Localização da grade hidrométrica na região de confluência dos Rios Negro e Solimões-Amazonas.
Fonte: Thiago Marinho, 2013.

Esta pesquisa é financiada pelo Projeto IHESA (Iniciativa de Hidrologia Espacial na Amazônica. MCT/FINEP/CT-HIDRO 01/2010/2785) sobre gerencia do Laboratório de Potamologia Amazônica–LAPA da Universidade Federal do Amazonas. Além desse, esta pesquisa esta vinculada ao Projeto ORE-HYBAM (Observatório de Pesquisa para o Meio-Ambiente) e MEG-HYBAM (Monitoramento Espacial das Principais Bacias Hidrográficas do Brasil).

2. PARTICIPANTES

2.1 Março

- Thiago Pimentel Marinho (UFAM – Bolsista IHESA)
- André Martinelli Real dos Santos (CPRM)
- Jean-Michel Martinez (IRD-França)
- Pascal Fraizy (IRD-França)

2.2 Abril

- Thiago Pimentel Marinho (UFAM – Bolsista IHESA)
- Eliza Armijos (INPA)
- Pascal Fraizy (IRD-França)

2.3 Maio

- Thiago Pimentel Marinho (UFAM – Bolsista IHESA)
- André Zumak do Azevedo Nascimento (UFAM – Bolsista IHESA)
- Bosco Alfenas (Técnico de Hidrologia aposentado da CPRM)

2.4 Junho

- Thiago Pimentel Marinho (UFAM – Bolsista IHESA)
- André Zumak do Azevedo Nascimento (UFAM – Bolsista IHESA)
- Naziano Pantoja Filizola Jr (UFAM)
- Eliza Armijos (INPA)
- Pascal Fraizy (IRD-França)
- Bosco Alfenas (Técnico de Hidrologia aposentado da CPRM)

2.5 Julho

- Thiago Pimentel Marinho (UFAM – Bolsista IHESA)
- Naziano Pantoja Filizola Jr (UFAM)
- André Martinelli Real dos Santos (CPRM)

2.6 Agosto

- Thiago Pimentel Marinho (UFAM – Bolsista IHESA)
- Carlos Benedito Soares (SIPAM - Manaus)

3. CRONOGRAMA

3.1 Março

Saída de Campo: 13/03/2013

3.2 Abril

Saída de Campo: 01/04/2013

3.3 Maio

Saída de Campo: 10 e 13/05/2013

3.4 Junho

Saída de Campo: 03/06/2013

3.5 Julho

Saída de Campo: 13/07/2013

3.6 Agosto

Saída de Campo: 22/08/2013

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Obtenção dos dados

4.1.1 Determinação dos locais de amostragem

Para o estudo, relativo ao fluxo de sedimentos em suspensão na região de confluência dos rios Negro e Solimões-Amazonas, foi considerado a metodologia proposta por Filizola *et al.* (2009), também utilizada por Soares (2012). Filizola *et al.* (2009), por meio do Projeto MESASOL, estabeleceram na superfície da água do Rio Solimões, na seção de medição da Agência Nacional de Águas (ANA) em Manacapuru, uma rede ou “grid” de coleta de dados.

Essa metodologia atende aos objetivos dessa pesquisa, pois dessa maneira é possível medir durante quatro estágios do ciclo hidrológico (enchente, cheia, vazante e seca) a variação da largura e a extensão da confluência dos dois rios (diferença entre as águas pretas e as brancas) avaliando tanto a zona de mistura quanto a transição, a quantidade e o fluxo dos sedimentos em suspensão.

A grade foi criada no início da Ilha do Careiro com uma comprimento longitudinal de 8Km, com 2Km de distância entre uma linha e outra. A distância entre os pontos é de 500m no sentido latitudinal. No total, foram criados 40 pontos de coleta de amostras de água superficial e análise junto ao espectrorradiômetro (Figura 02).

4.1.2 Amostras de sedimentos em suspensão

4.1.2.1 Metodologia amostragem

As amostras de água superficial são coletadas nos 40 pontos da rede descrita anteriormente em garrafas com 500 ml cada. As garrafas são etiquetadas com o número do ponto e data da coleta. Os pontos são previamente inseridos em um GPS em coordenadas geográficas e com Datum WGS-84 para a localização destes na área de estudo.



Figura 2 – Coleta de amostras de água superficial.

Figura 3 – Amostras de água superficial.

Fonte: Thiago Marinho, 2013.

4.1.2.2 Procedimentos de obtenção e armazenamento de dados finais

Posteriormente as amostras seguem para o Laboratório de Geografia Física do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Amazonas para análise. Os filtros utilizados são de acetato de celulose de 46 cm de diâmetro com malha de 45 μ m. Antes de

serem postos na unidade de filtração são pesados (P_i) em balança de precisão (no mínimo dois algarismos significativos) e seu peso registrado. A filtragem é por meio de unidades de filtração por gravidade, conectadas em uma rampa horizontal de tubos de PVC acompanhada por uma bomba de vácuo de baixa pressão (Figura 05).

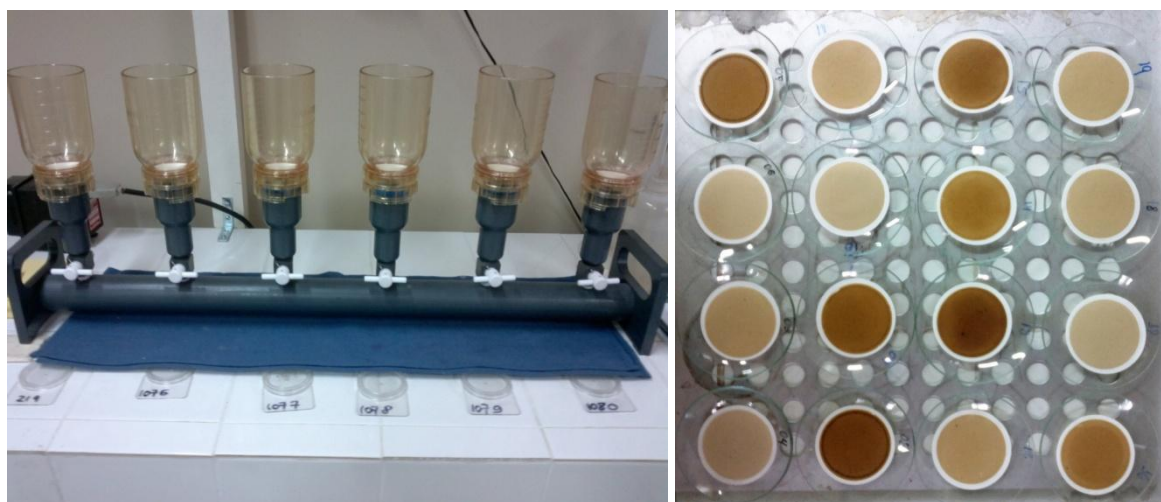


Figura 4 – Unidade de Filtração por gravidade.

Figura 5 – Amostras no filtro e secas.

Fonte: Thiago Marinho

Os filtros serão secos em uma estufa a uma temperatura em 105°C durante uma hora e em seguida pesados novamente (P_f). A diferença entre P_i e P_f é a concentração do sedimento em suspensão para o respectivo volume de amostra (500ml) que será convertido para 1.000ml a fim de se obter a concentração em mg/l (CARVALHO *et al.* 2000) (Figura 06).

Os dados serão armazenados em planilhas formato .xls contendo todas as especificações listadas pelas seguintes colunas: número da medição de descarga sólida, data, cota da régua (Manacapuru e Manaus), largura média dos oito perfis transversais, ponto da grade e concentração de sedimentos.

4.1.3 Espectrometria

A metodologia para espectrometria segue a proposta feita por Espinoza (2013) realizada com os espectroradiômetro TriOS – RAMSES (Figura 07) que trabalham na faixa espectral do ultra-violeta e infravermelho próximo, os quais possuem as seguintes características ópticas:

- Região de comprimento de onda: 320-950 nm
- Tipo de detector: 256 fotodiodos de silício
- Amostragem espectral: 3,3 nm/pixel
- Resolução espectral: 0,3 nm
- Canais usáveis: 190
- Saturação típica (em 200 nm): $1\text{W m}^{-2}\text{ nm}^{-1}\text{ sr}^{-1}$ detecção
- Campo de visada: 7°

As medições de espectrometria de campo tem a finalidade de comparar seus resultados tanto com as amostras de água superficial quanto com os dados radiométricos das imagens MODIS. A vantagem do espectroradiômetro é que se pode ter o espectro inteiro e simular o que o satélite “vê”, porém, sem interferência da atmosfera.

Para o cálculo de reflectância usa-se a equação:

$$\text{Reflectância} = \frac{Lu - f * Ld}{Ed}$$

Onde f é um fator que depende do tamanho das ondas, geralmente usado 0,028 como sugere Mobley (1999).

Nas medições de reflectância são utilizadas com três aparelhos, colocados fora da água em uma distribuição geometricamente espacial. Colocando dois medidores de radiância um deles a 30° off nadir e outro a 30° com o zênite e um sensor de irradiância colocado verticalmente a 90° . O sensor a 30° off nadir mede a radiância da água de forma direta (Lu), mas dependendo do tamanho das ondas ele também mede uma pequena porção das luz do céu que é refletida pela água. O sensor a 30° com o zênite mede a radiância proveniente do céu que seria refletida pela água (Ld). O sensor colocado a 90° mede a irradiância que chega sobre o local (Ed) (Figura 14).

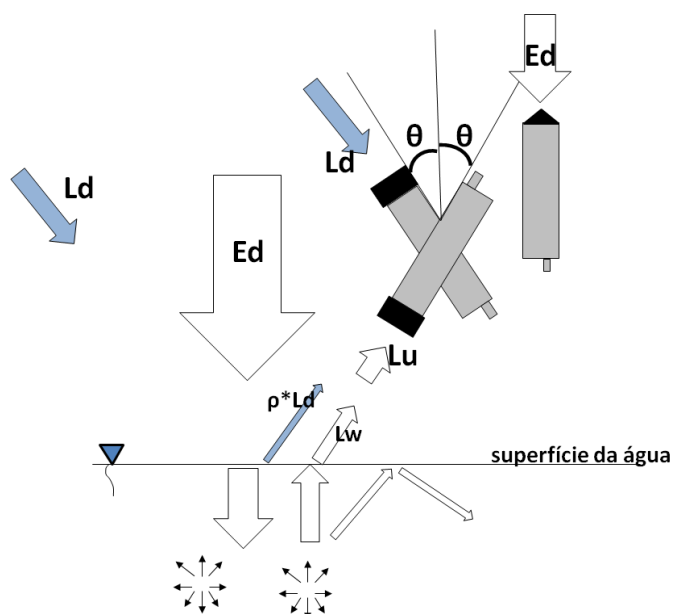


Figura 6 – Modelo representativo da medição radiométrica de reflectância.

Fonte: ESPINOZA, 2013

Figura 7 – Medição de Espectrometria no Encontro das Águas.

Fonte: Thiago Marinho, 2013.

As medições de reflectância que são feitas durante todo o deslocamento do barco entre um ponto e outro da grade hidrométrica. É registrado um dado de reflectância a cada 10 seg. conforme realizado metodologias anteriores (MARTINEZ *et al.*, 2009, ESPINOZA *et al.*, 2012a, ESPINOZA *et al.*, 2012).

5. RESULTADOS

Os resultados da concentração de sedimentos em suspensão por meio de amostragem de água e espectrometria estão resumidos em tabela e gráficos abaixo. No mês de abril não foram possíveis a coleta de dados por conta de chuvas no dia da campanha.

N. da Amostra	CONCENTRAÇÃO DE SEDIMENTOS EM mg/L				
	MARÇO	MAIO	JUNHO	JULHO	AGOSTO
1	4.86	2.38	2.10	0.36	4.00
2	5.96	2.26	2.24	6.73	3.40
3	137.12	3.00	20.19	9.90	9.00
4	5.85	58.06	59.20	69.89	37.94
5	108.57	58.03	32.75	63.88	54.90
6	83.43	46.77	33.40	57.73	70.32
7	42.67	4.52	8.43		10.22
8	13.67	15.33	5.52	9.89	7.60

9	3.33	10.67	8.85	16.73	17.40
10	6.67	74.92	60.77	51.16	57.92
11	24.67	37.74	44.00	75.71	86.20
12	4.00	49.51	29.72	39.80	46.00
13	9.33	27.67	37.12	62.95	61.49
14	19.67	3.55	6.15	11.34	12.84
15	36.67	7.21	6.15	7.00	9.26
16	31.33	9.38	6.73	6.54	4.80
17	100.00	17.00	9.81	7.80	8.00
18	80.33	16.33	18.48	29.20	18.94
19	75.67	28.67	56.00	66.73	38.48
20	75.33	25.33	30.96	37.26	30.78
21	108.33	33.33	14.67	71.37	37.32
22	113.67	33.13	11.33	75.37	53.00
23	73.00	6.00	49.33	9.20	7.83
24	39.00	3.67	27.02	8.80	5.78
25	15.67	7.87	5.37	5.00	15.65
26	4.67	8.33	6.00	5.60	10.74
27	4.33	11.67	11.67	9.80	13.20
28	5.81	11.48	51.33	17.47	28.60
29	6.00	20.67	20.67	55.80	40.63
30	81.64	24.76	30.33	52.80	55.00
31	163.00	3.61	7.33	8.08	10.00
32	130.85	5.16	4.33	8.46	5.80
33	105.76	4.52	3.00	13.80	9.60
34	93.00	9.18	6.67	21.37	7.00
35	113.67	10.67	15.67	26.80	16.00
36	92.90	19.67	23.67	39.16	53.40
37	86.10	58.00	19.67	55.83	50.60
38	9.70	21.67	15.33	55.79	44.20
39	7.80	23.61	19.00	55.21	70.20
40		23.67	21.00	26.80	32.40
MÉDIA	54.46	20.97	21.05	32.13	28.91

Tabela 1– Tabela dos resultados da concentração de sedimentos.

Fonte: Thiago Marinho, 2013.



Gráfico 1 – Concentração de sedimentos em suspensão para o período de março a agosto de 2013.
Fonte: Thiago Marinho, 2013.

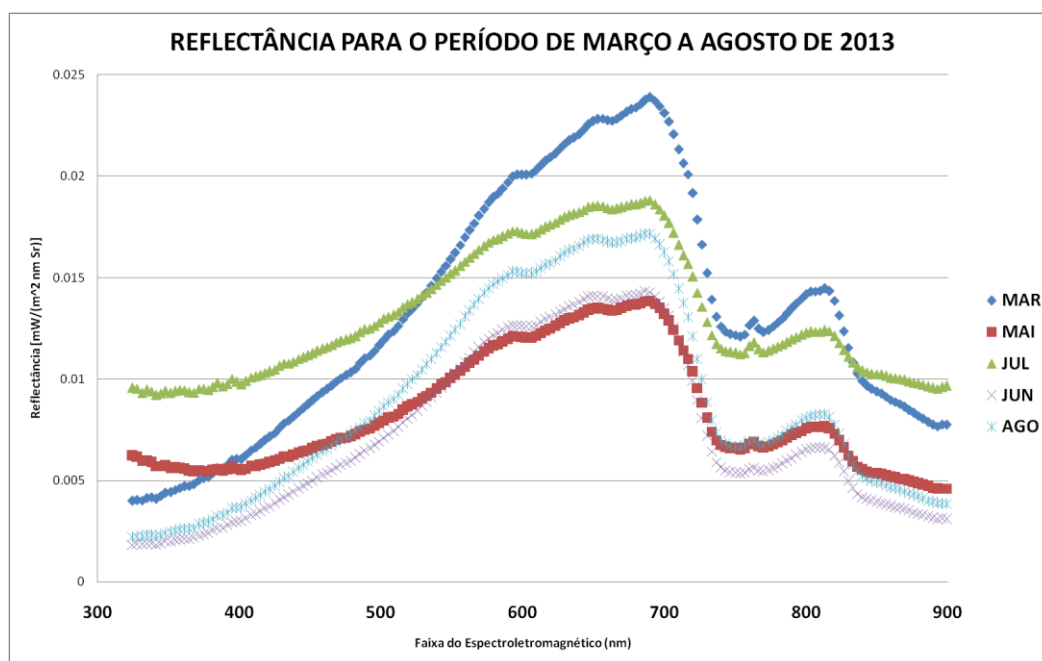


Gráfico 2 – Reflectância para o período de março a agosto de 2013.
Fonte: Thiago Marinho, 2013.

6. CONCLUSÕES

Durante as cinco campanhas apresentadas 200 amostras de água superficial foram coletadas (40 amostras por mês). Na espectrometria 5530 dados de reflectância já filtrados pelo controle de qualidade. No mês de abril não foi possível realizar coleta de dados por conta de chuva no dia da campanha.