

**INSTITUTO FEDERAL DE  
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA**  
**SUL DE MINAS GERAIS**  
*Campus Inconfidentes*

**LEANDRO APARECIDO CLAUDIO**

**VALIAÇÃO DO NÍVEL DE COMPACTAÇÃO DO SOLO AO LONGO DA TRILHA DA  
CACHOEIRA DA ÁGUA BRANCA NO PARQUE ESTADUAL DA SERRA DO  
MAR  
NÚCLEO DE PISSINGUABA UBATUBA-SP**

**INCONFIDENTES - MG**

**DEZEMBRO/2009**

LEANDRO APARECIDO CLAUDIO  
ORIENTADOR: Dr. ADEMIR JOSÉ PEREIRA

**AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE COMPACTAÇÃO DO SOLO AO LONGO DA TRILHA DA  
CACHOEIRA DA ÁGUA BRANCA NO PARQUE ESTADUAL DA SERRA DO  
MAR  
NÚCLEO DE PISSINGUABA UBATUBA-SP**

Monografia apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e tecnologia Sul de Minas – Campus Inconfidentes como parte das exigências para obtenção do título de tecnólogo em Gestão Ambiental.

**INCONFIDENTES - MG**

**DEZEMBRO/2009**

LEANDRO APARECIDO CLAUDIO  
ORIENTADOR: Dr. ADEMIR JOSÉ PEREIRA

**AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE COMPACTAÇÃO DO SOLO AO LONGO DA TRILHA DA  
CACHOEIRA DA ÁGUA BRANCA NO PARQUE ESTADUAL DA SERRA DO  
MAR  
NÚCLEO DE PISSINGUABA UBATUBA-SP**

Aprovado em \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2009

---

Orientador Dr. Ademir José Pereira

---

Membro Dr. Felipe Moreton Chohfi

---

Membro Dr. Rodrigo Palomo de Oliveira

**INCONFIDENTES - MG**

**DEZEMBRO/2009**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço ao senhor Deus por me nortear profissionalmente junto ao IFE – Campus Inconfidente que me proporciona conhecimento apto a disputar o mercado de trabalho cedendo com confiança às ferramentas adequadas no estudo aqui apresentado.

Agradeço a toda minha família, especialmente a minha mãe Lucia Helenita Claudio e ao meu Pai Antonio Ariosto de Pinho pelo pleno apoio no decorrer do curso me incentivando a cada dia, essencial no processo de formação, minha amada filha Monique Cerqueira Cláudio que incansavelmente tem me compreendido em tal processo, e ao meu filho João Reis.

Agradeço ao CIEC Joana Maria e Jamila Estela dos Santos, pelo apoio nas providências que foram tomadas no processo de inclusão no Parque Estadual da Serra do Mar. Agradeço ao professor Luis Carlos por atender aos meus telefonemas no primeiro dia do ano de 2008, onde esclareceu muitas duvidas.

Meus sinceros agradecimentos ao professor orientador Dr. Ademir José Pereira que esclareceu muitos pontos importantes no estudo que ali eu tinha me responsabilizado junto à instituição estadual.

Agradeço ao professor Wellington pelo apoio e a disposição nas conversões do aparelho de GPS.

Meu sincero agradecimento ao professor Ângelo Marcos Santos Oliveira pela dedicação na construção do mapa da área em estudo.

Agradeço ao “Cristo” monitor do parque pelo amor a natureza e os momentos inesquecíveis no processo de capacitação no parque.

Agradeço a empresa ROOTS Trilhas de Aventura Agencia de viagens Ltda, dos proprietários Tiago Reinaldi Siqueira, Tais Emi Suuti e o guia William Pereira de Oliveira pelo apoio nos estudos no Sul do parque onde a empresa tem plena responsabilidade no que diz respeito à preservação e ecoturismo.

Sou grato a todos os amigos e companheiro de estudo pelos momentos de discussão e entretenimento que passamos a cada aula, ou mesmo em simples encontros diários onde temos a característica de sempre discutir sobre termos ambientais.

## RESUMO

O presente estudo revela o nível de compactação do solo ao longo da trilha da água branca localizada no PESH (Parque Estadual da Serra do Mar), Núcleo de Pissinguaba Ubatuba-SP. Avaliando a compactação do solo, com uso do penetrômetro de impacto modelo "IAA/Planalsucar-Stolf", comparado ao anel volumétrico (tubo de pvc). A metodologia aplicada permitiu determinar a resistência a penetração do aparelho no solo e a densidade do solo para cada amostra coletada. Avalia-se ainda o teor de Matéria Orgânica para cada amostra de solo coletada.

## **ABSTRAT**

This study reveals the level of soil compaction along the trail of white water located in PESH (Parque Estadual da Serra do Mar), Center for Pissinguaba Ubatuba-SP. Assessing soil compaction, using the impact penetrometer model IAA / Planalsucar-Stolf, compared to the volumetric ring (pvc pipe). The methodology was used to calculate the resistance to penetration of the device and the soil bulk density for each sample collected. It also evaluates the content of organic matter for each soil sample collected.



## SUMÁRIO

RESUMO.....	i
ABSTRAT.....	ii
.....	1
1.0 – INTRODUÇÃO.....	1
2.0 – REFERÊNCIAL TEÓRICO.....	2
2.1 – Unidades de Conservação.....	2
2.2 – Capacidade de Carga de Trilha.....	2
2.3 – Compactação do Solo.....	3
2.4 - Penetrômetro de Impacto “IAA/Planalsucar-Stolf”.....	4
3.0– MATERIAIS E MÉTODOS.....	7
3.1 – Objetivos Específicos.....	7
3.2 – Características da Área de Estudo.....	7
3.3 – Seleção e Demarcação da Trilha.....	9
3.4 – Equipamentos Utilizados.....	9
Foram obtidos dados a cada 300m, com uma trena de roda digital chegando a 2700m do percurso em mata fechada a partir de 1000m.....	9
3.5 – Determinação dos Níveis de Compactação das Trilhas de Exploração.....	10
3.5.1 – Amostragem do Solo.....	10
3.6 – Determinação Físicas das Amostras de Solo.....	12
3.7 – Variáveis Físicas Analisadas.....	12
3.7.1– Densidade do Solo (DS) Anel Volumétrico.....	12
3.7.2 – Resistência à Penetração do Solo.....	13
3.7.3 – Anel Volumétrico.....	16
3.7.4 – GPS de Navegação e Coordenadas.....	16
3.7.5 – Matéria Orgânica.....	17
4.0 – RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	18
4.1 – Resistência ao Penetrômetro de Impacto.....	18
Tabela 4 – Tabela de Classes de Resistência em (Mpa).....	23
4.2 – Densidade do Solo.....	24
4.3 – Matéria Orgânica.....	26
5.0 – CONCLUSÃO.....	27
6.0 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	28

## **1.0 – INTRODUÇÃO**

O turismo é um setor que apresenta os mais elevados índices de crescimento no contexto mundial, tendo expandido suas atividades na década de 90 em cerca de 60% de acordo com os dados da Organização Mundial de Turismo. No Brasil, o turismo é uma atividade ainda emergente, porém de crescimento interno nos últimos anos. O crescimento deste mercado provocou a organização para a receptividade turística, de forma a agregar valores, melhorar a qualidade de vida e a fortalecer o destino a ser visitado. Entretanto, o aumento do número de pessoas buscando o convívio direto com a natureza através de atividades ao ar livre fez com que a discussão dos impactos causados pela visitação em áreas naturais seja de extrema importância, principalmente quando se trata de Unidades de Conservação no Brasil.

A ampliação dos estudos sobre técnicas e métodos que possibilitem a identificação e avaliação dos impactos ambientais do turismo torna-se, portanto, fundamental para que a sustentabilidade da atividade seja alcançada, assim como para que o ecoturismo possa ser efetivamente utilizado como prática de conservação ambiental.

O objetivo deste estudo foi realizar uma análise do nível de compactação do solo ao longo da trilha da cachoeira da água branca Sertão da Quina Maranduba Ubatuba-SP utilizando diferentes métodos.

## **2.0 – REFERÊNCIAL TEÓRICO**

### **2.1 – Unidades de Conservação**

Entendem-se como unidades de conservação todas as áreas protegidas que possuem regras próprias de uso e de manejo, com a finalidade própria de preservação e proteção de espécies vegetais ou animais, de tradições culturais, de belezas paisagísticas ou de fontes científicas, dependendo da categoria em que se enquadram (SCHENINI, 2004).

Os impactos do turismo referem-se à gama de modificações ou à seqüência de eventos provocados pelo processo de desenvolvimento turístico nas localidades receptoras. As variáveis que provocam os impactos têm natureza, intensidade, direções e magnitudes diversas, porém os resultados interagem e são geralmente irreversíveis quando ocorre no meio ambiente natural (RUSCHMANN, 1997).

### **2.2 – Capacidade de Carga de Trilha**

O estudo da capacidade de carga turística está atrelado a métodos de identificação e avaliação de impactos ambientais. A estrutura do solo é modificada em razão da compactação, o que pode promover, com alguma intensidade, a destruição de macroagregados, degradando sua estrutura, podendo dificultar o crescimento de raízes e, conseqüentemente, diminuir o volume explorado (TAVARES FILHO et al., 1999).

Segundo Lemos (1999), os impactos ambientais decorrentes da implantação e uso de trilhas se devem, principalmente, a três fatores ambientais sob a ação direta da sua utilização, que são: a) solo: os principais impactos são a compactação e a erosão; b) vegetação: destruição das plantas por choque mecânico direto e indiretamente por compactação do solo, introdução de espécies exóticas; e c) fauna: o impacto de trilhas em relação à fauna ainda não é bem conhecido.

O pisoteamento e a remoção da vegetação parecem representar as primeiras conseqüências da formação de uma trilha. O pisoteamento freqüentemente leva ao aumento na densidade de massa do solo, ocasionando um decréscimo na porosidade e conseqüentemente compactação do solo (WILSON et al, 1994).

Conforme destacam Fontoura & Simiqueli (2006), o uso das trilhas pelos visitantes pode provocar alteração e destruição dos habitats da flora e fauna, fuga de algumas espécies animais, erosão, alteração dos canais de drenagem da água, compactação do solo pelo pisoteio e a redução da regeneração natural de espécies vegetais.

### **2.3 – Compactação do Solo**

A compactação pode alterar o fluxo de água no solo, reduzir a produtividade do sítio e aumentar os níveis de erosão, uma vez que, geralmente, reduz a taxa de infiltração, aumentando o escoamento superficial, pois a difusão da água depende do tamanho dos poros (Seixas, 2000). Isto ocorre, devido à compressão do solo não saturado onde existe um aumento da densidade do solo em conseqüência da redução do seu volume devido a expulsão do ar dos poros do solo, (Gupta & Allmaras, 1987; Gupta et al., 1989). Quando o fenômeno de redução de volume ocorre com a expulsão de água dos poros do solo, este fenômeno passa a se chamar adensamento. O bom crescimento e desenvolvimento das plantas, que as levam a produzir grãos, fibras e outros produtos comerciáveis, dependem da harmonia de uma série de fatores ambientais. A absorção de nutrientes é um dos fatores importantes para que se tenham boas produções, e pode-se dizer que qualquer obstáculo que restrinja o crescimento radicular reduz tal absorção. Existem diversos fatores que reduzem o crescimento das raízes, dentre esses fatores a compactação do solo é um importante inibidor do desenvolvimento radicular. A compactação do solo determina as relações entre ar, água e temperatura, e estas influenciam a germinação, a brotação e a emergência das plantas, o

crescimento radicular em, praticamente, todas as fases de seu desenvolvimento, (CAMARGO, 1997).

Em ambos os casos esta redução de volume se dá devido ao manejo inadequado do solo ou pisoteio. Entretanto quando a redução ocorre devido a processos pedogenéticos este fenômeno também se denomina adensamento. Como por exemplo, de camada adensada pode-se citar duripans, crosta laterítica, entretanto pesquisadores têm demonstrado claramente o efeito da compactação nas propriedades físicas do solo (Barnes et al., 1971; Gupta et al., 1985; Larson et al., 1989; Soane & van Ouwerkerk, 1994). A compactação aumenta a densidade do solo e a sua resistência.

Os sistemas de compactação do solo podem ser observados tanto no solo quanto nas plantas. De acordo com, (Ferreira., 1993), dentre os sintomas observados nos solos compactados pode-se destacar a presença de crostas, aparecimento de trincas nos sulcos de tráfego humano, animal ou mecânico, empoçamento de água, erosão pluvial excessiva e a presença de resíduos vegetais parcialmente decompostos muitos meses após sua incorporação. Os solos variam grandemente na sua susceptibilidade à compactação. A persistência das camadas compactadas tem demonstrado em alguns estudos que seus efeitos são temporariamente prejudiciais. Entretanto, na maioria dos casos, pequenas ou nenhuma modificação foi observada. Portanto a restauração da compactação do solo, se possível, é de alto custo e consome muito tempo. Assim, a melhor estratégia para evitar a compactação é sua prevenção, (Larson et al., 1994).

#### **2.4 - Penetrômetro de Impacto “IAA/Planalsucar-Stolf”**

Segundo Stolf (1991), penetrômetros são aparelhos destinados a determinar a resistência do meio no qual penetram e podem ser divididos em dois grupos: a) Penetrômetro convencionais para uso agrícola: para efetuar a medida, o conjunto é pressionado contra o solo a uma velocidade constante e a resistência oferecida ao avanço de sua ponta pode ser lida ou registrada através de um dinamômetro (penetrômetro estáticos); b) Penetrômetro de impacto, que são utilizados somente pela engenharia civil, mas que na década de 80, foram adaptados no Brasil para fins agrícolas (STOLF et al., 1983) com dimensões numa escala de 20 vezes menores que os de uso para a engenharia civil.

A compactação do solo é facilmente caracterizada por meio da resistência à penetração que é um atributo diretamente relacionado ao crescimento das plantas (LETY, 1985). BENGHOUGH & MULLINS (1990) afirmam que a resistência à penetração determinada com o penetrômetro é a melhor estimativa do impedimento mecânico ao crescimento radicular e TORMENA & ROLOFF (1996) verificaram que a resistência à penetração é um indicador sensível da compactação.

A resistência a compactação esta diretamente relacionada a densidade do solo e a textura e inversamente ao conteúdo de água, MEROTTO & MUNDSTOCK (1999).

GOMES & PEÑA (1996) E ROSOLEM et al., (1999) verificam que próximo à densidade do solo máxima, a resistência à penetração é superior nos solos argilosos comparados aos arenosos, e que pequenos incrementos na densidade do solo em solos argilosos compactados causam acentuados incrementos na resistência do solo à penetração.

STOLF (1991) avaliou a eficiência do penetrômetro de impacto (dinâmico) comparado a um convencional com mola dinamométrica (estático). Foram obtidos valores de 2,10 e 2,47 Mpa para penetrômetro dinâmico e convencional, respectivamente em solo arenoso (110 g Kg<sup>-1</sup> de argila) e 4,35 e 2,96 Mpa para penetrômetro dinâmico e estático, respectivamente em solo argiloso (440 g Kg<sup>-1</sup> de argila). Segundo o autor, em solos de pouca elasticidade como o arenoso, a resistência dinâmica e estática são semelhantes. Por outro lado, em solos sujeito a compressões elásticas (solo argiloso) a resistência dinâmica deve-se apresentar maior que a estática.

Os penetrômetros de impacto e de anel volumétrico são amplamente utilizados para caracterizar a compactação do solo em diversas condições de uso e a partir dos resultados são feitas inferências em relação ao valor de resistência à penetração de 2 Mpa, considerando limitante ao crescimento radicular (NESMITH, 1987). Entretanto, é consenso que os valores obtidos com os diversos penetrômetros divergem. Na literatura são escassos os trabalhos que comparam os valores de resistência à penetração obtidos com esses penetrômetros.

A medida é feita através do impacto de um peso que cai de uma altura constante, em queda livre, sobre uma haste, fazendo dessa forma, que ela penetre no solo. Conta-se o número de impactos necessários para que o aparelho penetre a uma determinada espessura

(penetrômetros dinâmicos). Mas segundo Camargo (1997), uma série de cuidados deve ser observada para evitar que as medidas com este equipamento não sejam invalidadas, como por exemplo, a influência na resistência à penetração (RP) da textura do solo, da umidade, e do tipo de equipamento, uma vez que penetrômetros diferentes em solos iguais resultam em medidas diferentes de RP.

O uso de sistemas conservacionistas de manejo, com menor revolvimento de solo e que proporcionem acúmulo de resíduos culturais na superfície, possibilitam a recuperação das propriedades físicas do solo (ROS et al., 1997).

### **3.0– MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **3.1 – Objetivos Específicos**

Determinar o nível da compactação do solo com uso do penetrômetro de impacto e do anel volumétrico. Avaliar o teor de matéria orgânica dado em porcentagem (%). Utilizando determinações e variáveis físicas de amostras de solos.

#### **3.2 – Características da Área de Estudo**

O estudo realizou-se na trilha da cachoeira Água Branca no vilarejo do Sertão da Quina situado na praia de Maranduba Ubatuba-SP, com acompanhamento de profissionais da empresa ROOT'S Aventura Agencia de Viagens Ltda, situada ao Sul do parque especificamente no vilarejo Sertão da Quina, e aprovação do Parque Estadual da Serra do Mar Núcleo de Picinguaba. O estudo foi executado nos dias 02 a 17 de janeiro de 2008, somando 135 h em 15 dias, trabalhando no período diurno das 07h00min as 16h00min.

Criado em 1977, o (PESM) Parque Estadual da Serra do Mar (figura - 1) é o maior parque paulista, com 315,390 hectares, destinados á preservação, á educação ambiental, á valorização da cultura local e á pesquisa científica, No município de Ubatuba, o Parque Estadual da Serra do Mar abrange uma área de aproximadamente 47,500 hectares, administrada a partir de um núcleo operacional localizado no distrito de Picinguaba, fronteira com o estado do Rio de Janeiro. Em seus arredores são encontrados praticamente todos os



ecossistemas representativos da mata atlântica, desde manguezais e vegetação de planície litorânea com altíssimos índices de biodiversidade, até pequenas ocorrências de campos de altitude nos seus pontos culminantes, como a Pedra do Espelho (1670m) e os picos do Corcovado (1150m) e Cuscuzeiro (1275m) em Ubatuba.

Figura 1 - Imagem do (PESM) Núcleo de Pissinguaba – Ubatuba-SP, 2008



Foto –01 Cachoeira da Água Branca



Foto – 02 Percurso do Rio



### **3.3 – Seleção e Demarcação da Trilha**

Para seleção e demarcação das áreas utilizadas no experimento, demarcaram-se 10 pontos, localizadas na área central do talhão.

### **3.4 – Equipamentos Utilizados**

Foram obtidos dados a cada 300m, com uma trena de roda digital chegando a 2700m do percurso em mata fechada a partir de 1000m.

Para coleta de dados relacionados a solo, foi utilizado o penetrômetro de impacto modelo “IAA/Planalsucar-Stolf”, e o anel volumétrico.

Para coordenadas e confecção do mapa (figura – 02) utilizou-se um GPS de navegação (Garmim), com a opção de rota de trilha obtendo coordenadas a cada 300m convertidas posteriormente de SAD-69 / WGS-84.

As análises realizadas foram de acordo com STOLF et al., (1983), com penetrômetros de impacto modelo “IAA/Planalsucar-Stolf” e o anel volumétrico denominados de penetrômetros dinâmico e estático, respectivamente a resistência a penetração foi obtida com os penetrômetros “IAA/Planalsucar-Stolf”, e o anel volumétrico, ambos com Ângulo de cone de 30° recomendado pela ASAE (1978). Os resultados de resistência a penetração que serão

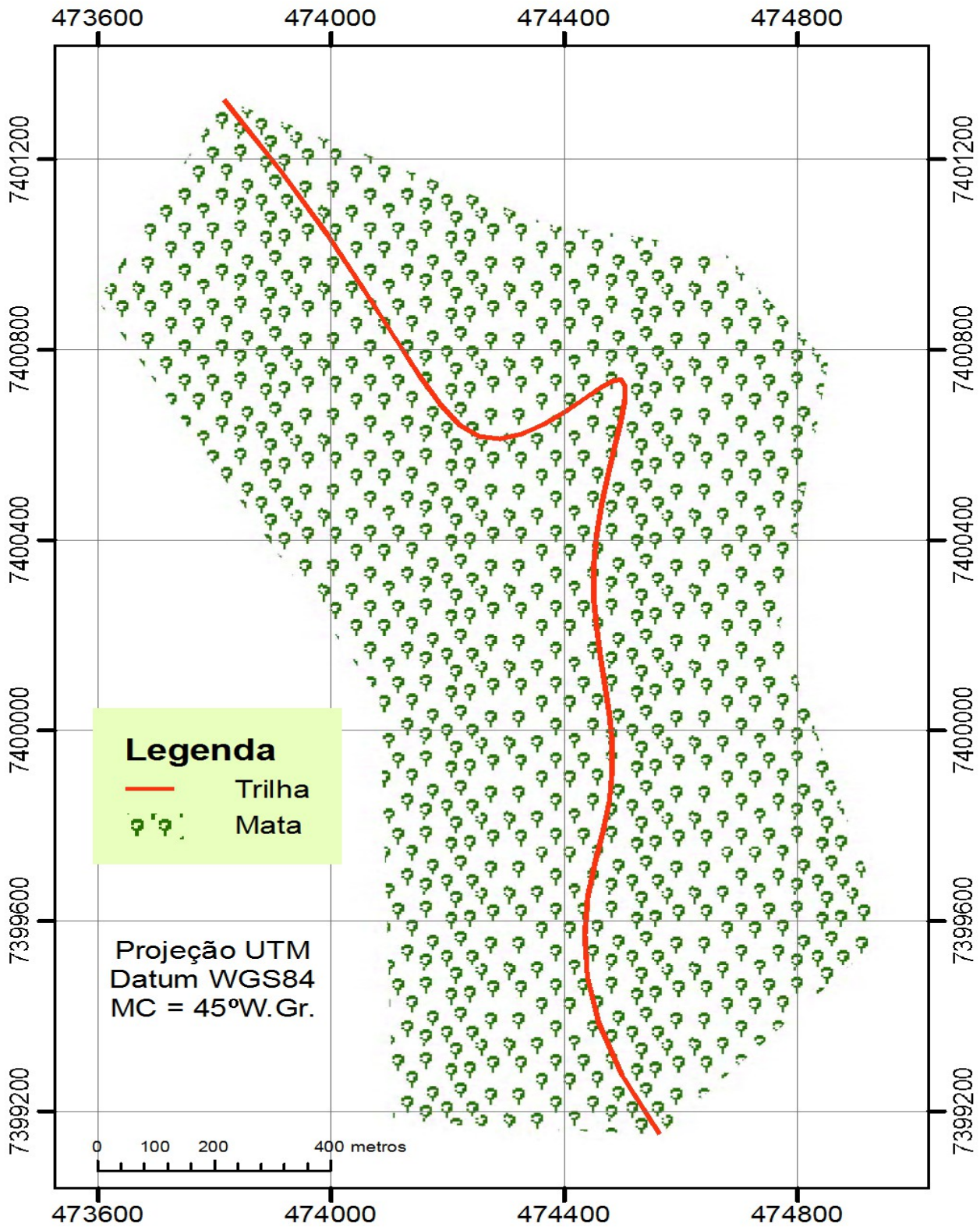
discutidos no trabalho correspondem a profundidade de 4 a 50 cm e o valor de cada repetição foi fixado na média de 3 subdeterminações.

### **3.5 – Determinação dos Níveis de Compactação das Trilhas de Exploração**

#### **3.5.1 – Amostragem do Solo**

Procedeu-se à coleta de solo em dez pontos espaçados de, aproximadamente, 300 m ao longo do comprimento das trilhas demarcadas. As amostras foram retiradas em faixas de profundidades do solo de 0-15 cm; a 30 cm.

Figura 2 - Rota da Trilha da Cachoeira da Água Branca (Fonte IFE – Campus Inconfidentes)



### 3.6 – Determinação Físicas das Amostras de Solo

As determinações físicas das amostras de solo foram realizadas no laboratório de solos do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia – Campus Inconfidentes. O solo da região estudada foi classificado como um Latossolo Vermelho Amarelado.

### 3.7 – Variáveis Físicas Analisadas

#### 3.7.1– Densidade do Solo (DS) Anel Volumétrico

A densidade do solo depende da estrutura do solo, da umidade, da compactação, do manejo do solo, etc. A densidade do solo é uma propriedade física que reflete o arranjo das partículas do solo, que por sua vez define as características do sistema poroso. Desta forma, todas as manifestações que influenciam a disposição das partículas do solo, refletirão diretamente nos valores da densidade do solo, (FERREIRA et; al).

A densidade do solo é também conhecida pelas expressões Densidade Aparente e Densidade Global e representa a relação entre a massa de sólidos ( $M_s$ ) e o volume total ( $V_t$ ), ou seja, o volume do solo incluindo o espaço ocupado pela água ( $V_{H_2O}$ ) e pelo ar ( $V_a$ ). Assim utilizamos o método destrutivo.

$D_s = \text{Amostra do Solo Seco} / \text{Volume do Anel Volumétrico}$

Sendo:

$$D_s = M_s / V$$

$D_s$  = densidade de solo ( $g/cm^{-3}$  ou  $Mg/ m^{-3}$ )

$M_s$  = massa do solo seco (g ou Mg)

$V$  = volume total do solo ( $cm^3$  ou  $m^3$ )

$$S = 3,1416 \times R^2$$

$$R = 2,25$$

$$S = 3,1416 (2,25)^2$$

$$S = 3,1416 \times 5,06$$

$$S = \mathbf{15,90 \text{ cm}^2}$$

$$\text{VOL} = S \times h$$

$$\text{VOL} = 15,90 \times 10$$

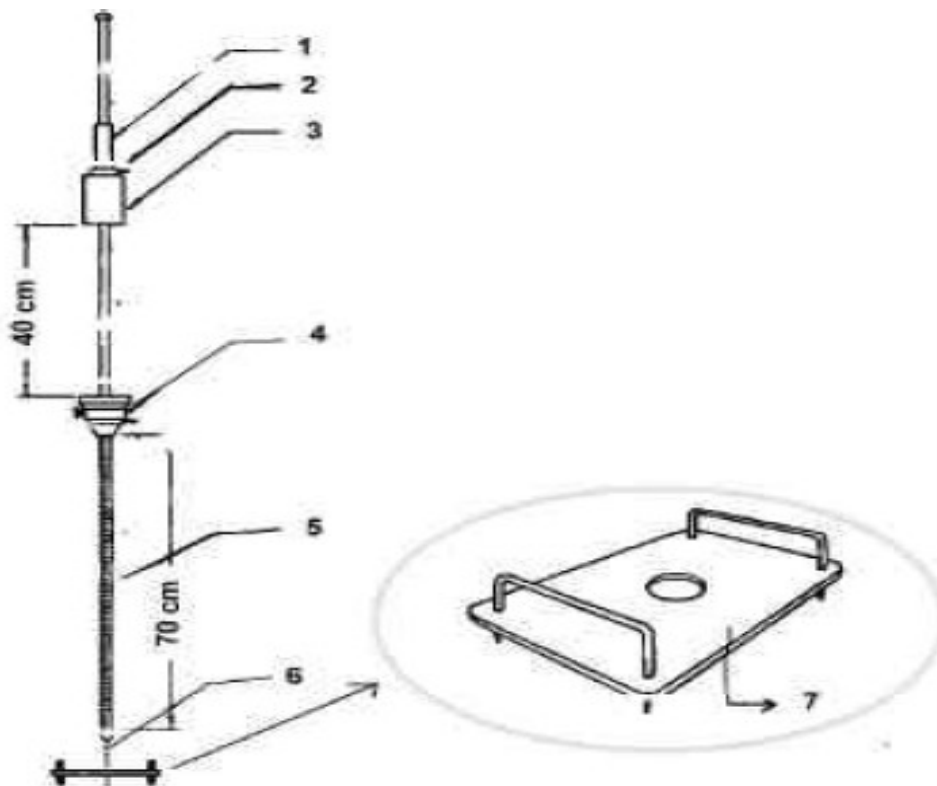
$$\text{VOL} = 159 \text{ g/cm}^3$$

### 3.7.2 – Resistência à Penetração do Solo

Para a determinação da resistência á penetração utilizou-se o penetrômetro de Impacto “IAA/Planalsucar-Stolf” (Figura – 03), com êmbolo de 4 Kg (padrão). A transformação da penetração da haste do aparelho no solo (cm/impacto) em resistência á penetração foi obtida pela formula Kgf e Mpa.

Foram determinados valores em dez pontos, espaçados aproximadamente de 300 m ao longo da trilha e analisados em profundidades preestabelecidas, com os valores transformados em MPa.

Figura – 3 Penetrômetro de Impacto modelo “IAA/Planalsucar-Stolf



Os dados apresentados pelo Penetrômetro de Impacto “IAA/Planalsucar-Stolf” com dados obtidos em pontos de 0 a 10, (tabela – 1) abaixo.

- $N = n^\circ \text{ de impacto} / \text{profundidade} \times 10 = N$
- $\text{Kgf/cm}^2 = 5,6 + 6,89 \times N = \text{Kgf/cm}^{-2}$
- $\text{Mpa} = 0,0980665 \times \text{Kgf/cm}^{-2} = \text{MPA}$

**Ponto (0) 0m Início da Trilha**

<b>Profundidade</b>	<b>Impacto</b>
4	1
42	1
44	1

**Ponto (1) 300m na Trilha**

<b>Profundidade</b>	<b>Impacto</b>
4	1
6	2
13	1

**Ponto (2) 600m na Trilha**

<b>Profundidade</b>	<b>Impacto</b>
4	1
9	3
11	1

**Ponto (3) 900m na Trilha**

<b>Profundidade</b>	<b>Impacto</b>
5	1
15	3
20	1

**Ponto (4) 1.200m na Trilha**

<b>Profundidade</b>	<b>Impacto</b>
11	1
24	1
38	1

**Ponto (5) 1.500m na Trilha**

<b>Profundidade</b>	<b>Impacto</b>
<b>4</b>	<b>1</b>
<b>9</b>	<b>1</b>
<b>15</b>	<b>2</b>

**Ponto (6) 1.650m na Trilha**

<b>Profundidade</b>	<b>Impacto</b>
<b>4</b>	<b>1</b>
<b>12</b>	<b>1</b>
<b>20</b>	<b>1</b>

**Ponto (7) 1.800m na Trilha**

<b>Profundidade</b>	<b>Impacto</b>
<b>8</b>	<b>1</b>
<b>18</b>	<b>1</b>
<b>25</b>	<b>1</b>

**Ponto (8) 2.100m na Trilha**

<b>Profundidade</b>	<b>Impacto</b>
<b>5</b>	<b>1</b>
<b>12</b>	<b>1</b>
<b>29</b>	<b>1</b>

**Ponto (9) 2.400m na Trilha**

<b>Profundidade</b>	<b>Impacto</b>
<b>15</b>	<b>1</b>
<b>23</b>	<b>1</b>
<b>30</b>	<b>1</b>

**Ponto (10) 2.700m na Trilha**

<b>Profundidade</b>	<b>Impacto</b>
<b>7</b>	<b>1</b>
<b>24</b>	<b>1</b>
<b>50</b>	<b>1</b>



### 3.7.3 – Anel Volumétrico

Trata-se de recipientes cilíndricos de PVC (diâmetro de 2,25 cm e altura de 10 cm) inseridos no solo no intuito de coletar amostras a cada 300m na trilha em estudo para análises posteriores, onde  $D_s = \text{Amostra do Solo Seco} / \text{Volume do Anel Volumétrico}$ .

Após a coleta efetuou-se a pesagem da amostra úmida (tabela 2) embalada de modo correto para transporte até o laboratório de Análises Químicas de Solos do IFE -- Campus Inconfidente.

Peneirava-se as amostras devidamente identificadas, em peneiras de 2mm, descartando a parte retida, e dispondo o material resultante em folha de papel jornal para o processo de secagem ao ar de forma natural ou em estufa com circulação de ar forçada, a temperatura de 40°C. Posteriormente foi efetuada nova pesagem determinando o peso do solo seco. Obs. a amostra (0) foi descartada pelo fato da trilha iniciar-se em um ponto de grande fluxo de pessoas com outros trajetos, o que poderia alterar o resultado.

### 3.7.4 – GPS de Navegação e Coordenadas

Utilizou-se de um GPS de navegação (Garmim) de patrimônio Federal para obtenção de coordenadas (tabela 2), e criação de um mapa da trilha Cachoeira da Água Branca onde a conversão de SAD 69 para WGS84 foi elaborada no laboratório de Geomática do IFET- Sul de Minas – Campus Inconfidentes -MG. Assim foi determinada as seguintes coordenadas:

Tabela 2 – Coordenada dos Pontos Coletados

Ponto	Distância (m)	Latitude	Longitude	Altura (m)	Precisão
0	Início	23° 30' 921''	45° 14' 615''	68	12,5
1	300	23° 30' 783''	45° 14' 631''	112	10,8
2	600	23° 30' 731'	45° 14' 684''	109	27,3
3	900	23° 30' 595''	45° 14' 764''	110	11,8
4	1, 200	23° 30' 462''	45° 14' 820''	106	15,9
5	1, 500	23° 30' 370''	45° 14' 904''	184	14,8
6	1, 650	23° 30' 241''	45° 14' 973''	181	15,0
7	1, 800	23° 30' 199''	45° 14' 945''	207	25,0
8	2, 100	23° 30' 170''	45° 15' 059''	204	11,5
9	2, 400	23° 30' 063''	45° 15' 151''	230	16,4
10	2, 700	23° 29' 988''	45° 15' 227''	216	12,7

### 3.7.5 – Matéria Orgânica

O estudo ocorreu na serra do mar o que intensifica o teor de matéria orgânica oriundo de varias fontes (espécies) incorporando e protegendo o solo, porem no trajeto da trilha principalmente nos primeiros 1000 m apresenta a ausência da mesma só predominando após 1000 m onde a área é menos explorada, (foto – 03 e 04).

Foto – 03 Trilha de Acesso (Fonte PESM)



Foto – 04 Matéria Orgânica (Fonte PESM)



Para as análises pesaram-se cadinhos de porcelana que foram aferidos em balança analítica utilizando-se pinça apropriada. Anotaram-se suas massas e suas identificações, logo após pesou-se em balança analítica cerca de 5 g de amostra de solo triturada e peneirada em cada um dos cadinhos de porcelana previamente aferidos e pesados. Para manuseio dos cadinhos utilizou-se pinça apropriada. Foram anotados os valores exatos das amostras de solo pesadas. Os cadinhos contendo as amostras de solo foram levados para mufla a 650 °C por 4 horas. Após as 4 horas os cadinhos foram esfriados em “overnight” e pesados novamente em balança analítica. Utilizou-se pinça apropriada e o transporte até a balança analítica utilizando-se um dessecador e anotado o valor exato pesado. O teor de matéria orgânica é dado pela diferença entre a massa de material inicial e a massa de material perdido na calcinação.

## **4.0 – RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **4.1 – Resistência ao Penetrômetro de Impacto**

O estudo do Penetrômetro de Impacto “IAA/Planalsucar-Stolf” apresentou-se como esperado, ou seja, o solo se apresenta no início da trilha com resistência ao penetrômetro de classe baixa, porém no percurso varia de muito alta a moderada (tabela 3). Assim foi determinado a média estatística para as classes o que resultou em resistência alta ao penetrômetro, tal medida foi tomada a fim de se tornar apta a implantação das medidas mitigadoras e compensatória apresentadas no estudo.

#### **Ponto (0) 0m Início da Trilha**

- **$N = n^{\circ} \text{ de impacto} / \text{profundidade} \times 10 = N = 3 / 44 \times 10 = 0,68$**
- **$\text{Kgf/cm}^2 = 5,6 + 6,89 \times N = \text{Kgf/cm}^2 = 5,6 + 6,89 \times 0,68 = 8,49$**
- **$\text{Mpa} = 0,0980665 \times \text{Kgf/cm}^2 = \text{MPA} = 0,0980665 \times 8,49 = 0,83$ .**

#### **Ponto (1) 300m na Trilha**

- **$N = n^{\circ} \text{ de impacto} / \text{profundidade} \times 10 = N = 4 / 13 \times 10 = 3,07$**
- **$\text{Kgf/cm}^2 = 5,6 + 6,89 \times N = \text{Kgf/cm}^2 = 5,6 + 6,89 \times 3,07 = 38,34$**
- **$\text{Mpa} = 0,0980665 \times \text{Kgf/cm}^2 = \text{MPA} = 0,0980665 \times 38,34 = 3,75$**

#### **Ponto (2) 600m na Trilha**

- **$N = n^{\circ} \text{ de impacto} / \text{profundidade} \times 10 = N = 5 / 11 \times 10 = 4,54$**
- **$\text{Kgf/cm}^2 = 5,6 + 6,89 \times N = \text{Kgf/cm}^2 = 5,6 + 6,89 \times 4,54 = 56,70$**
- **$\text{Mpa} = 0,0980665 \times \text{Kgf/cm}^2 = \text{MPA} = 0,0980665 \times 56,70 = 5,56$**

#### **Ponto (3) 900m na Trilha**

- **$N = n^{\circ} \text{ de impacto} / \text{profundidade} \times 10 = N = 3 / 20 \times 10 = 1,5$**

- $\text{Kgf/cm}^2 = 5,6 + 6,89 \times N = \text{Kgf/cm}^2 = 5,6 + 6,89 \times 1,5 = 18,73$
- $\text{Mpa} = 0,0980665 \times \text{Kgf/cm}^2 = \text{MPA} = 0,0980665 \times 18,73 = 1,83$

#### Ponto (4) 1.200m na Trilha

- $N = \text{n}^\circ \text{ de impacto} / \text{profundidade} \times 10 = N = 3 / 38 \times 10 = 0,78$
- $\text{Kgf/cm}^2 = 5,6 + 6,89 \times N = \text{Kgf/cm}^2 = 5,6 + 6,89 \times 0,78 = 9,74$
- $\text{Mpa} = 0,0980665 \times \text{Kgf/cm}^2 = \text{MPA} = 0,0980665 \times 9,74 = 0,95$

#### Ponto (5) 1.500m na Trilha

- $N = \text{n}^\circ \text{ de impacto} / \text{profundidade} \times 10 = N = 4 / 15 \times 10 = 2,66$
- $\text{Kgf/cm}^2 = 5,6 + 6,89 \times N = \text{Kgf/cm}^2 = 5,6 + 6,89 \times 2,66 = 33,22$
- $\text{Mpa} = 0,0980665 \times \text{Kgf/cm}^2 = \text{MPA} = 0,0980665 \times 33,22 = 3,25$

#### Ponto (6) 1.650m na Trilha

- $N = \text{n}^\circ \text{ de impacto} / \text{profundidade} \times 10 = N = 3 / 20 \times 10 = 1,5$
- $\text{Kgf/cm}^2 = 5,6 + 6,89 \times N = \text{Kgf/cm}^2 = 5,6 + 6,89 \times 1,5 = 18,73$
- $\text{Mpa} = 0,0980665 \times \text{Kgf/cm}^2 = \text{MPA} = 0,0980665 \times 18,73 = 1,83$

#### Ponto (7) 1.800m na Trilha

- $N = \text{n}^\circ \text{ de impacto} / \text{profundidade} \times 10 = N = 3 / 25 \times 10 = 1,2$
- $\text{Kgf/cm}^2 = 5,6 + 6,89 \times N = \text{Kgf/cm}^2 = 5,6 + 6,89 \times 1,2 = 14,98$

- $Mpa = 0,0980665 \times Kgf/cm^2 = MPA = 0,0980665 \times 14,98 = 1,46$

#### Ponto (8) 2.100m na Trilha

- $N = n^\circ \text{ de impacto} / \text{profundidade} \times 10 = N = 3 / 29 \times 10 = 1,03$
- $Kgf/cm^2 = 5,6 + 6,89 \times N = Kgf/cm^2 = 5,6 + 6,89 \times 1,03 = 12,86$
- $Mpa = 0,0980665 \times Kgf/cm^2 = MPA = 0,0980665 \times 12,86 = 1,26$

#### Ponto (9) 2.400m na Trilha

- $N = n^\circ \text{ de impacto} / \text{profundidade} \times 10 = N = 3 / 30 \times 10 = 1,0$
- $Kgf/cm^2 = 5,6 + 6,89 \times N = Kgf/cm^2 = 5,6 + 6,89 \times 1,0 = 12,49$
- $Mpa = 0,0980665 \times Kgf/cm^2 = MPA = 0,0980665 \times 12,49 = 1,22$

#### Ponto (10) 2.700m na Trilha

- $N = n^\circ \text{ de impacto} / \text{profundidade} \times 10 = N = 3 / 50 \times 10 = 0,6$
- $Kgf/cm^2 = 5,6 + 6,89 \times N = Kgf/cm^2 = 5,6 + 6,89 \times 0,6 = 7,49$
- $Mpa = 0,0980665 \times Kgf/cm^2 = MPA = 0,0980665 \times 7,49 = 0,73$

Tabela 3 – Resistência do Solo ao Longo da Trilha no PESM – Ubatuba-SP, 2008

Pontos	Distância em Metros	Resistência em (Mpa)	Classes de Resistência
0	0	0,83	Baixa
1	300	3,75	Alta
2	600	5,56	Muito Alta
3	900	1,83	Moderada
4	1.200	0,95	Baixa

<b>5</b>	<b>1.500</b>	<b>3,25</b>	<b>Alta</b>
<b>6</b>	<b>1.650</b>	<b>1,83</b>	<b>Moderada</b>
<b>7</b>	<b>1.800</b>	<b>1,46</b>	<b>Moderada</b>
<b>8</b>	<b>2.100</b>	<b>1,26</b>	<b>Moderada</b>
<b>9</b>	<b>2.400</b>	<b>1,22</b>	<b>Moderada</b>
<b>10</b>	<b>2.700</b>	<b>0,73</b>	<b>Baixa</b>

Os pontos que atingiram de alta a muito alta quanto à resistência ao penetrômetro podem ter atingido raízes, o que pode comprometer os resultados.

Tabela 4 – Tabela de Classes de Resistência em (Mpa)

<b>CLASSE</b>	
<b>Pequena</b>	



## 4.2 – Densidade do Solo

Quanto a Densidade do solo as amostras do método destrutivo apresentaram os seguintes dados:

Tabela 5 - Peso do Solo Úmido em g/kg

Amostra	Peso
1	163
2	189
3	187
4	134
5	176
6	234
7	174
8	152
9	179
10	168

Tabela 6 - Peso do Solo Seco em g/kg

Amostra	Peso
1	103,5
2	123,5
3	124,5
4	69,5
5	112,5
6	172,5
7	116,5
8	92,5
9	114,5
10	109,5

**Ds = Massa de Solo Seco /Volume do Anel Volumétrico**

Amostra (1) Ds =  $103,5 / 159 = 0,65 \text{ g/cm}^3$

Amostra (2) Ds =  $123,5 / 159 = 0,77 \text{ g/cm}^3$

Amostra (3) Ds =  $124,5 / 159 = 0,78 \text{ g/cm}^3$

Amostra (4) Ds =  $69,5 / 159 = 0,43 \text{ g/cm}^3$

Amostra (5)  $D_s = 112,5 / 159 = 0,70 \text{ g/cm}^3$

Amostra (6)  $D_s = 172,5 / 159 = 1,08 \text{ g/cm}^3$

Amostra (7)  $D_s = 116,5 / 159 = 0,73 \text{ g/cm}^3$

Amostra (8)  $D_s = 92,5 / 159 = 0,58 \text{ g/cm}^3$

Amostra (9)  $D_s = 114,5 / 159 = 0,72 \text{ g/cm}^3$

Amostra (10)  $D_s = 109,5 / 159 = 0,68 \text{ g/cm}^3$

Tabela 7 – Densidade do Solo ao Longo da Trilha no PESM - Ubatuba-SP, 2008

<b>Pontos</b>	<b>Distância em (m)</b>	<b>Densidade em (g/cm<sup>3</sup>)</b>
<b>1</b>	<b>300</b>	<b>0,65</b>
<b>2</b>	<b>600</b>	<b>0,77</b>
<b>3</b>	<b>900</b>	<b>0,78</b>
<b>4</b>	<b>1.200</b>	<b>0,43</b>
<b>5</b>	<b>1.500</b>	<b>0,70</b>
<b>6</b>	<b>1.650</b>	<b>1,08</b>
<b>7</b>	<b>1.800</b>	<b>0,73</b>
<b>8</b>	<b>2.100</b>	<b>0,58</b>
<b>9</b>	<b>2.400</b>	<b>0,72</b>
<b>10</b>	<b>2.700</b>	<b>0,68</b>

Não existem valores característicos de  $D_s$  para os diferentes grupos de solos, são encontrados a média de  $0,70 \text{ cm}^3$  a  $1,5 \text{ cm}^3$ , dependendo da estrutura do solo. Os valores mais baixos estão sempre associados a solos ou camadas de solos com estrutura granular, ao passo que os valores mais elevados estão associados a estruturas do tipo em blocos ou similar. Assim o estudo indica uma densidade muito baixa no solo podendo ter seus valores aumentados pelo processo de compactação e diminuídos pela incorporação de matéria orgânica junto a praticas de medidas mitigadoras.

### 4.3 – Matéria Orgânica

No que se refere à matéria orgânica ao entorno da trilhas, a sua ausência pode prejudicar o solo em fatores cruciais como a troca de nutrientes e percolação de ar e água que deve ocorrer diariamente.

Tabela 8 – Teores de Matéria Orgânica ao Longo da Trilha no PESM - Ubatuba-SP, 2008

<b>Pontos</b>	<b>Distância em (m)</b>	<b>Matéria Orgânica em (%)</b>
<b>1</b>	<b>300</b>	<b>5,57</b>
<b>2</b>	<b>600</b>	<b>3,13</b>
<b>3</b>	<b>900</b>	<b>5,76</b>
<b>4</b>	<b>1.200</b>	<b>7,08</b>
<b>5</b>	<b>1.500</b>	<b>4,51</b>
<b>6</b>	<b>1.650</b>	<b>3,95</b>
<b>7</b>	<b>1.800</b>	<b>2,63</b>
<b>8</b>	<b>2.100</b>	<b>7,00</b>
<b>9</b>	<b>2.400</b>	<b>6,17</b>
<b>10</b>	<b>2.700</b>	<b>2,78</b>

## **5.0 – CONCLUSÃO**

A resistência á penetração ao longo da trilha obteve variações. A trilha apresentou maiores resistências aos impactos no seu início, entretanto apresenta menores impactos ao longo do percurso. A maior concentração de turistas no início da trilha resultou em um maior impacto ambiental, Isso afirma que onde houve maior fluxo de turistas o solo apresenta compactação.

Quanto á densidade do solo, os valores mais baixos estão sempre associados a solos ou camadas de solos com estrutura granular. Ao passo que os valores vão se elevando o fenômeno esta associado a estruturas do tipo em blocos ou similar.

O teor de Matéria Orgânica aumentou ao longo da trilha, o que também esta relacionada com o pisoteio, dado ao grande fluxo de turistas no percurso inicial. As amostras atingiram a média de 3g para amostras com 5g de solo, o que indica em média 60% de matéria orgânica em cada uma das amostras.

## 6.0 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. **Agricultural Engineers Yearbook of Standards**. St Joseph: ASAE 1978. 2p. (ASAE R313. 1).

BENI, Mario Carlos. **Análise estrutural do turismo**. 8. ed. São Paulo: Senac, 2003.

BOULLÓN, R. C. **Planejamento do espaço turístico**. Tradução: Josely Vianna Baptista. Bauru/SP: Edusc, 2002..

CAMARGO, O.A. **Compactação do solo e desenvolvimento de plantas**. Campinas, Fundação Cargill, 1983. 44p.

CARVALHO, O. A. **Compactação do solo e desenvolvimento das plantas**. Piracicaba, 1997. 132p.

DIAS, R. **Turismo sustentável e meio ambiente**. São Paulo:Atlas, 2003. 208 p.

FERRETI, E. **Turismo e meio ambiente: Uma abordagem integrada**. SP: Roca, 2002, p 8.

FERREIRA et, al, 2003, Universidade Federal de Lavras, **Departamento de Ciência do Solo**.  
BENI, Mario Carlos. **Análise estrutural do turismo**. 8. ed. São Paulo: Senac, 2003. p 21, 24.

FUNDAÇÃO NEOTRÓPICA. **Análisis de Capacidad de Carga para Visitación en las areas silvestres de Costa Rica**. Centro de Estudios Ambientales y Políticas. San José, Costa Rica, 1992.

FARIA, D. S.; CARNEIRO, K. **Sustentabilidade Ecológica no Turismo**. Brasília: UNB, 2001. 95 p. (Coleção Gastronomia, Hotelaria e Turismo).

FUNDAÇÃO NEOTRÓPICA. **Análisis de Capacidad de Carga para Visitación en las areas silvestres de Costa Rica**. Centro de Estudios Ambientales y Políticas. San José, Costa Rica, 1992.

LAZZAROTTO, A.D.S.; SOLDATELI, M.; PIMENTA, L.H.F. **Estudo e aplicação da metodologia de capacidade de carga na Trilha Interpretativa da Restinga do Maciambú, no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, SC, Brasil**. In: **Congresso Nacional de Planejamento e Manejo de Trilhas**, 1., 2006, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Universidade Estadual do Rio de Janeiro, 2006. CD Room. (completo).

MARINHO, A.; BRUHNS, H.(org). **Turismo, lazer e natureza**. São Paulo: Manole, 2003, p 92.

OLIVEIRA, F.C. **Capacidade de carga nas cidades históricas**. Campinas/SP: Papyrus, 2003. p.15-34.

ROSOLEM, C.A.; VALE, L.S.R.; GRASSI-FILHO, H.; MORAES M.H. **Sistema radicular e nutrição do milho em função da calagem e da compactação do solo**. São Paulo 2006, p 27, 41.

ROS, C.O. da; SECCO, D.; FIORIN, J.E.; PETRERE, C.; CADORE, M.A.; PASA, L. **Manejo do solo a partir de campo nativo: efeito sobre a forma e estabilidade da estrutura ao final de cinco anos.** *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.21, n.2, p.241-7, 1997.

SEABRA, L. **Monitoramento Participativo do Turismo Desejável: uma proposta metodológica preliminar.** In: *Turismo, Lazer e Natureza*. Barueri: Manole, 2003. p 22, 26.

SOCIAMBIENTAL. **Proposta de Zoneamento do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro/SC.** Florianópolis: Dinâmica Projetos Ambientais, 2002.

SANTOS, M. N. L. **Análise do Potencial turístico da região de Xingó.** Dissertação (Mestrado). São Cristóvão: UFS/NESA, 1999.

STOLF, R. **Teoria e teste experimental de fórmulas de transformação dos dados de penetrômetro de impacto em resistência do solo.** *Rev. Bras. Ci. Solo*, v.15, p.229-235, 1991.

STOLF, R. **Fórmulas de transformação dos dados de penetrômetro de impacto em força/unidade de área.** In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**, 19., 1990, Piracicaba. Anais... Piracicaba: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1990. v. 2, p. 823-837.

STOLF, R.; FERNANDES, J.; FURLANI NETO, V. L. **Recomendação para uso do penetrômetro de impacto Modelo IAA/Planalsulcar-Stolf: Ministério da Indústria e do Comércio: Programa Nacional de Melhoramento da Cana-de-Açúcar Planalsucar.** Brasília, DF: Ministério da Indústria e do Comércio, 1983.

SOCIAMBIENTAL. **Proposta de Zoneamento do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro/SC.** Florianópolis: Dinâmica Projetos Ambientais, 2002.

TAKAHASHI, L.Y. **Limite Aceitável de Câmbio (LAC): Manejando e Monitorando Visitantes.** In: **I Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação.** Anais. Curitiba: IAP: UNILIVRE: **Rede Nacional Pro Unidades de Conservação**, 1997 2v.

TAVARES FILHO, J.; RALISCH, R.; GUIMARÃES, M.F.; MEDINA, C.C.; BALBINO, L.C.; NEVES, C.S.V.J. **Método do perfil cultural para avaliação do estado físico de solos em condições tropicais.** **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.23, n.2, p.393-9, 1999.

TOMMAZELLI; J.T.G.; BACCHI, O.O.S. **Calibração de um equipamento de reflectometria de microondas para dois solos paulistas típicos.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25., 1995, Viçosa. **Anais...Viçosa: UFV, 1995. V.1, p.24-26.**

WEARING, S.; NEIL, J. **Ecoturismo: Impactos, Potencialidades e Possibilidades.** Barueri: Manole, 2001.