



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

RODRIGO MARCELO BIRELO

**MOVIMENTAÇÃO DE MASSA NO PARQUE ARTHUR  
THOMAS: CONDICIONANTES E IMPLICAÇÕES  
SOCIOAMBIENTAIS**

---

LONDRINA

2011

RODRIGO MARCELO BIRELO

**MOVIMENTAÇÃO DE MASSA NO PARQUE ARTHUR  
THOMAS: CONDICIONANTES E IMPLICAÇÕES  
SOCIOAMBIENTAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso do Curso de Geografia apresentado à Universidade Estadual de Londrina como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em Geografia.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>: Rosely Maria de Lima

LONDRINA

2011

RODRIGO MARCELO BIRELO

**MOVIMENTAÇÃO DE MASSA NO PARQUE ARTHUR THOMAS:  
CONDICIONANTES E IMPLICAÇÕES SOCIOAMBIENTAIS**

Trabalho de Conclusão do Curso de Geografia  
apresentado à Universidade Estadual de  
Londrina, como requisito parcial para a obtenção  
do título de bacharel em Geografia.

BANCA EXAMINADORA:

---

Rosely Maria de Lima

---

Eloiza Cristiane Torres

---

Wladimir Cesar Fuscaldo

Londrina, 10 de dezembro de 2011.

## DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho a minha esposa Juliana, e ao meu filho Gustavo por toda dedicação para que meu sonho torna-se realidade, não poderia esquecer meu pai (in memoriam) e minha mãe que sempre sonharam em ter um filho formado, hoje posso dizer que seu sonho foi realizado.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, por me conduzir em todos os momentos de minha vida.

Aos meus colegas de Universidade pelo apoio e contribuição que recebi nos momentos difíceis que passei no decorrer do curso e foram muitos.

Aos professores de toda a caminhada desde nosso primeiro ano até este momento, que de alguma forma, estiveram presentes na concretização deste sonho.

Aos meus familiares que suportaram junto comigo todos os momentos bons e ruins. A todos os meus amigos que mesmo de forma indireta contribuíram para que mais esta etapa em minha vida se concretize.

Muito Obrigado!

*“Pode ser que um dia deixemos de nos  
falar...  
Mas, enquanto houver amizade,  
Faremos as pazes de novo.*

*Pode ser que um dia o tempo passe...  
Mas, se a amizade permanecer,  
Um de outro se há-de lembrar.*

*Pode ser que um dia nos afastemos...  
Mas, se formos amigos de verdade,  
A amizade nos reaproximará.*

*Pode ser que um dia não mais existamos...  
Mas, se ainda sobrar amizade,  
Nascemos de novo, um para o outro.*

*Pode ser que um dia tudo acabe...  
Mas, com a amizade construiremos tudo  
novamente,  
Cada vez de forma diferente.  
Sendo único e inesquecível cada momento  
Que juntos viveremos e nos lembraremos  
para sempre.*

*Há duas formas para viver a sua vida:  
Uma é acreditar que não existe milagre.  
A outra é acreditar que todas as coisas são  
um milagre.”*

Albert Einstein

BIRELO, Rodrigo Marcelo. **Movimentação de Massa no parque Arthur Thomas: Condicionantes e implicações socioambientais.** 2011. Folhas: 58. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2011.

## RESUMO

O estudo de movimentações de massa, vai além do simples interesse em compreender estes fenômenos naturais que muitas vezes tem alterações propiciadas pelos homens, o estudo das movimentações de massa, são uma necessidade do homem tentar viver em parceria com a natureza, tentando compreender como a natureza funciona podemos evitar problemas que relacionam a sociedade com a natureza. O objetivo do estudo proposto é o de verificar as ações humanas e naturais das movimentações de massa, verificou-se através de análises e testes que a cobertura vegetal na encosta estudada é muito importante para se evitar movimentações maiores de massa, pelas observações, verifiquei que existem dois tipos de movimentações na encosta estudada, o rastejamento, observado pelos materiais intemperizados na parte inferior da encosta e troncos de árvores seguindo a declividade do local, tudo indicando que esta ação é natural da encosta, pois a declividade e nível de água são grandes no local, e o outro tipo de movimentação é a de deslizamento de detritos que aconteceu no ano de 2004 e poderá ocorrer novamente, caso a cobertura vegetal seja retirada ou ações humanas interfiram no local, como ocorreu em 2004, quando um duto de água saturou o solo e ocorreu o deslizamento, caso grave pois este tipo de movimentação é rápida e letal para quem estiver ao seu redor. Um fator muito importante deste estudo foi o tempo que tive para observações e pesquisas na encosta desde o ano de 2008 venho observando a encosta estudada e posso chegar a dados mais confiáveis, em 2004 ocorreu um grande deslizamento de detritos na encosta, destruindo a usina hidroeétrica do Parque Arthur Thomas, e agora em 2011 o maior índice registrado de chuvas em um curto período de tempo foi registrado em outubro de 2011, mas na encosta nada aconteceu, por ser um local propício a movimentações e como nada aconteceu, o único fator que diferencia as datas são a cobertura vegetal, indicio que este item é de fundamental importancia para as encostas.

**Palavras-chave:** Ação Antrópica. Cobertura Vegetal. Solo.

## ABSTRACT

The study of mass movements, beyond the simple interest to understand these natural phenomena that often changes is offered by men, the study of mass movements, are a necessity of man trying to live together with nature, trying to understand how works nature can avoid problems that relate to society and nature. The purpose of the proposed study is to determine human actions and natural movements of the mass, I found through analysis and testing that the studied vegetation on the slope is very important to avoid major mass movements, by the observations, I noticed that there are two types of slope movements in the study, creep, observed by the weathered material at the bottom of the slope and tree trunks following the slope of the site, all indicating that this action is the natural slope as the slope and level of water at the site are great and the other is the sliding movement of debris that happened in 2004 and may occur again if the cover is withdrawn or interfere with human actions in place, as occurred in 2004 when a pipeline water saturates the soil and the slip occurred, severe case since this kind of movement is fast and deadly for anyone to your about. A very important factor of this study was the time I had for observations and research on the slope since the year 2008 have been observing the slope studied and can get more reliable data, in 2004 there was a sliding grid of debris on the slope, destroying the plant's Arthur Thomas Park, and now in 2011 the highest recorded rainfall in a short period of time was recorded in October 2011, but nothing happened on the hillside, to be a place conducive to movements and like nothing happened, the only factor that differentiates dates are vegetation cover plant clue that this item is of fundamental importance to the slopes.

**Key Words:** Antropic Action. Vegetation Cover. Soil.



## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	10
<b>1. JUSTIFICATIVA</b> .....	11
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	12
<b>2.1 História e Localização do Parque Arthur Thomas</b> .....	12
<b>2.2 Cobertura Vegetal do Parque Arthur Thomas</b> .....	14
<b>2.3 Aspectos Geológicos</b> .....	15
<b>2.4 Características do Solo Estudado</b> .....	17
<b>2.5 Acidentes Geológicos Urbanos</b> .....	22
2.5.1 As Inundações.....	23
2.5.2 Afundamentos Cársticos .....	24
2.5.3 Erosão .....	25
2.5.4 Expansão e Contração de Solos .....	26
2.5.5 Colapso de Solo .....	27
2.5.6 Poluição das Águas.....	28
2.5.7 Acidentes Costeiros .....	28
<b>2.6 Movimentações de Massa</b> .....	29
2.6.1 Rastejamentos .....	33
2.6.2 Escorregamentos .....	34
2.6.3 Queda de Blocos e Tombamentos .....	35
2.6.4 Corridas de Massa .....	36
<b>3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b> .....	38
<b>4. APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS</b> .....	40
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	50
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	52
<b>ANEXOS</b> .....	54

## Introdução

O Parque Municipal Arthur Thomas que está localizado na zona sul do município de Londrina – PR, foi criado em 1975 e aberto para visitação pública no ano de 1987 como Unidade de Conservação. Caracteriza-se como uma floresta urbana, com resquícios da Floresta Atlântica e Floresta Estacional Semidecidual. No interior do Parque se encontram a Usina Hidrelétrica do Ribeirão Cambé, hoje Dr. Fernando de Barros Pinto, que abasteceu a cidade durante 28 anos, e representa uma área de preservação da fauna e flora regionais. Atualmente, é um dos poucos pontos turísticos da cidade, recebendo todo tipo de público com visitas guiadas, além de professores e alunos que desenvolvem projetos e pesquisas (Parque Arthur Thomas, 2008).

O presente trabalho está direcionado na obtenção de informações que possam auxiliar os estudos de movimentações de massa no interior do Parque, com o objetivo de elucidar as implicações e desdobramentos dessas movimentações tanto no ambiente e cotidiano do Parque quanto nos aspectos socioeconômicos do entorno.

Utilizando-se das ferramentas obtidas por meio da pesquisa, será possível evidenciar se as movimentações de massa ocorridas no Parque Arthur Thomas, são procedentes de ações antrópicas ou de processos naturais decorrentes das características físicas da dinamização dos determinantes ambientais. Para respostas a tais afirmações, utilizou-se um levantamento do tipo de solo de nossa região, desde processos de sua formação até os dias atuais, por meio de um estudo mais demorado, procuro respostas mais próximas ao real, pois venho pesquisando o local de estudo desde 2008, isto proporciona observações e análises mais completas, não deixei de lado os outros acidentes geológicos como erosão, inundações dentre outros mas dando ênfase as movimentações de massa, objeto de nosso estudo, fazendo um breve comentário dos principais acidentes geológicos urbanos, venho observar se as ações antrópicas são responsáveis pela maioria de seus acontecimentos, sobre as movimentações de massa, por meio de testes como os de taxas de infiltração e observação do comportamento da encosta estudada, venho tentar responder se as movimentações desta encosta são naturais ou proveniente de ações antrópicas.

## 1 - Justificativa

Tenho como objetivos voltados para este trabalho, investigar as movimentações de massa no Parque Arthur Thomas, vinculando as condições morfoestruturais ao uso do solo, este como objetivo principal, e como objetivos específicos, investigar a evolução histórica das movimentações; estudar os fatores condicionantes da dinâmica do meio e as interferências antrópicas vigentes no uso do solo e verificar os desdobramentos socioambientais decorrentes das movimentações de massa.

Desde o início do processo de industrialização e modernização, os centros urbanos vêm crescendo desenfreadamente, promovendo a criação de áreas sem qualquer infra-estrutura com alta densidade populacional, além da degradação ambiental, muitas vezes irreversível, por motivo de falta de planejamento urbano e interesse político na conservação de áreas naturais, que proporcionam uma melhor qualidade de vida para a sociedade.

Atualmente, as ações antrópicas desencadeiam uma série de impactos sobre o ambiente, principalmente no uso do solo, visto que as áreas urbanas estão aumentando seus limites e os remanescentes florestais estão prejudicados pela modificação em seus ecossistemas por meio de despejos irregulares de efluentes químicos, poluição atmosférica, sonora e aquática, além da implantação de extensas áreas agrícolas, pastagens, monoculturas exóticas e queimadas induzidas. Esses fatores somados à falta de acesso à educação resultam na destruição dos ambientes naturais, ocasionando a sua alteração por vezes permanente, repercutindo desta maneira no isolamento da própria sociedade, que necessita de um desvio do ritmo acelerado das atividades do cotidiano com a finalidade de se refugiar em uma área natural que lhe proporcione lazer.

A área do parque Arthur Thomas representa um dos últimos remanescentes florestais de Mata Atlântica da região norte do Estado, encontrando-se várias espécies vegetais nativas como cedro, figueira, canjarana, pau d'alho, caroba, gurucaia, monjoleiro e aroeira, além de sete espécies raras presentes na Lista Vermelha das Plantas Ameaçadas de Extinção no Estado do Paraná no ano de 1995, de acordo com a Sema, as quais são o jaracatiá, a peroba-rosa, o pinheiro-do-Paraná, o canemuçu, o feijão-cru, a cabreúva e o jacarandá-branco, representando um importante legado na construção de um banco genético, em casos de

desaparecimento de espécies, podendo contribuir na recuperação de áreas degradadas e de ecossistemas influenciando no salvamento da fauna da região (PARQUE ARTHUR THOMAS, 2008).

Outro item relevante ao assunto é a falta de estudos geográficos sobre a temática das movimentações de massa, que virá a acrescentar novas variáveis à determinação e delineamento de processos erosivos naturais ou induzidos estudados.

## **2 - Referencial Teórico**

Neste capítulo serão abordados os aspectos teóricos que fundamentam o estudo como conceitos de solos, movimentações de massas, intemperização, aspectos históricos e relações sócioespaciais das movimentações de massas.

### **2.1 - História e Localização do Parque Arthur Thomas**

O Parque Arthur Thomas foi criado em 1975, quando a Companhia de Terras Norte do Paraná, doou ao município, uma área de 60,25 hectares para implantação de uma área de lazer, recreação e turismo para a população de Londrina e região, à área original foi ampliada para 85,47 hectares em 17/09/1975 mediante lei nº 2.564, em seu artigo primeiro, ficando o município responsável pelo zelo e preservação ecológica desta área. O parque localiza-se na porção sul da zona urbana da cidade de Londrina, no bairro denominado Jardim Piza, a entrada do parque se dá através da Rua da Natureza e as principais vias de acesso são à Av. Dez de dezembro e Av. Europa (ORNELAS, 1991).

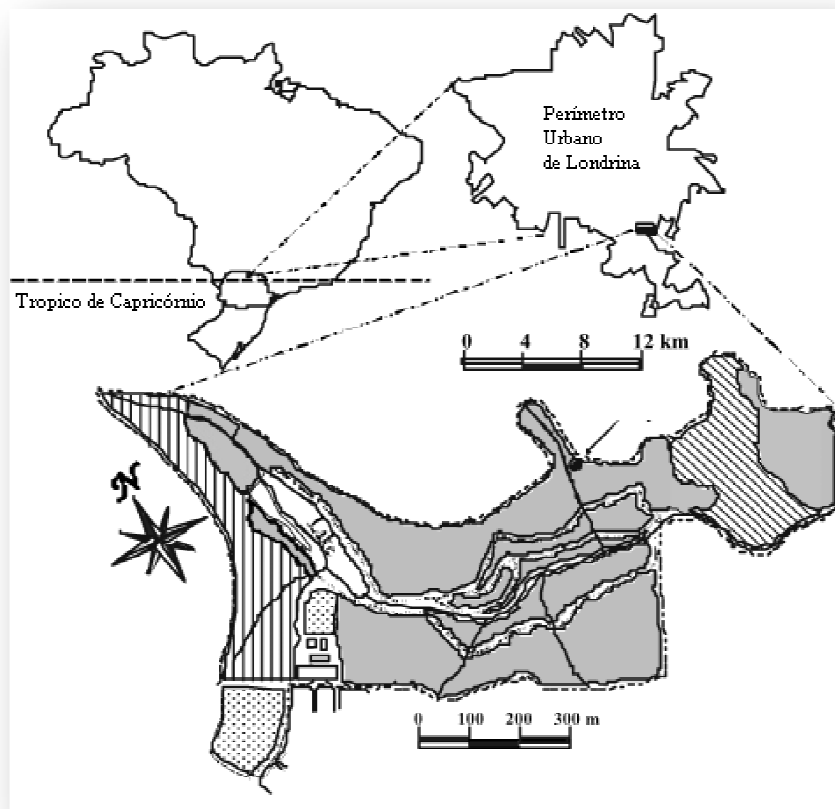


Imagem 1 – Mapa de Localização do Parque Arthur Thomas.  
Fonte: STPC, 2004.

Primeiro Parque municipal criado na cidade, o Arthur Thomas passou por várias adequações para receber visitas e no decorrer dos anos, uma série de reformas e ampliações. Atualmente, o Parque forma uma das mais importantes unidades de conservação do município de Londrina, devido à sua localização privilegiada, mas principalmente à sua beleza natural, no entanto, esta localização privilegiada, que decorre da pouca distância do centro de Londrina, encravado na área urbana e pertencente à bacia hidrográfica do Ribeirão Cambé, o principal curso d'água da cidade que abriga os lagos Igapós, aliado à topografia acentuada do local, trouxeram, no decorrer do tempo, inúmeros problemas ambientais ao Parque. A intensa urbanização no entorno do Parque, realizada de forma equivocada, foi responsável por grande parte dos impactos ambientais existentes, como processos erosivos, assoreamento dos corpos d'água, contaminação dos recursos hídricos e outros (STPC, 2004).

Este trabalho acadêmico vai levar em consideração o relevo como objeto de estudo, as formas de relevo são objetos de estudo da geomorfologia, mas não podemos levar em conta somente aspectos da geomorfologia, esta não é autônoma, muitos geólogos e geógrafos, fazem parte deste complexo campo para estudos, o que sempre verifiquei na vida acadêmica é que a interdisciplinaridade é fundamental para chegarmos a resultados mais precisos de estudos, lógico que alguns elementos são mais acessíveis para a geomorfologia, mas nada que impeça que outras áreas possam contribuir com os estudos, a exemplo do estudo de movimentação de massas tema do referido trabalho, estudado somente por geólogos ou geomorfólogos, os aspectos humanos poderiam ser esquecidos ou deixados de lado, misturando a geografia com isto.

Podemos verificar vertentes da sociedade e demonstrar resultados mais completos, imaginem as movimentações de massas são uma das causas mais drásticas de planejamento urbano e moradias, além das vidas que se perdem com tais movimentações, como podemos deixar de lado tais aspectos, por este motivo é muito importante o estudo de relevos, a importância em sabermos a cada dia mais como se comportam os mais variados tipos de relevo é essencial à humanidade, pois quantas vidas poderemos salvar sabendo mais sobre o comportamento dos solos, o que sempre levo em consideração é que devemos saber entender a natureza pois somente caminhando junto com ela é que a humanidade poderá prosperar e nunca contra ela, atitudes de ir contra a natureza sempre leva o homem a destruição, devemos pensar muito bem nisto, por estes motivos a seguir demonstrarei os mais graves acidentes geológicos urbanos e dando ênfase claro nas movimentações de massa, objeto do trabalho.

## **2.2 – Cobertura Vegetal do Parque Arthur Thomas**

Com relação ao meio biótico, o Paraná apresentava originalmente mais de 80% de sua área recoberta por formações florestais, mas o ritmo intenso de devastação fez com que as florestas ficassem restritas a cerca de 8% da área do Estado. Tal devastação foi mais intensa e acelerada nas regiões norte e oeste, fato relacionado diretamente à alta fertilidade dos solos associada à recente colonização dessa porção do Estado, onde as florestas foram transformadas em pastagem ou

áreas de cultivo de café, feijão, milho e soja, restando apenas alguns remanescentes representativos de Floresta Estacional Semidecidual, que outrora cobria toda a região. Os primeiros estudos florísticos na região de Londrina foram realizados em alguns dos fragmentos remanescentes, como o Parque Municipal Arthur Thomas e o Parque Estadual Mata dos Godoy sendo que neste último, foram realizados estudos de composição florística e estruturas fitossociológica (STPC, 2004).

As famílias que se destacam como típicas do Baixo Tibagi foram Leguminosae, Euphorbiaceae, Meliaceae, Moraceae, Rubiaceae e Solanaceae, sendo a família Meliaceae a que ocorre em maior abundância nesta região. Famílias como Apocynaceae, Phytolaccaceae e Moraceae apresentam um pequeno número de espécies mais destacam-se por serem representadas por árvores de grande porte e alta dominância na floresta como a peroba-rosa, o pau-d'álho e as figueiras, respectivamente (STPC, 2004).

### **2.3 – Aspectos Geológicos**

A Bacia Sedimentar do Paraná possui uma área de 1.600.000 km<sup>2</sup>, dos quais 1.000.000 situa-se em território brasileiro, a maior parte nos estados de São Paulo, Paraná, Santa Catarina (regiões central e ocidental), Rio Grande do Sul (regiões norte, central e ocidental) e uma pequena parte em Minas Gerais. No Paraná, a Bacia Sedimentar aflora no Segundo e Terceiro Planalto, compreendendo rochas paleozóicas (Grupo Paraná, Supergrupo Tubarão, Grupos Itararé e Guatá e Grupo Passa Dois), mesozóicas (Grupo São Bento) e cenozóicas (ORNELAS, 1991).

Londrina localiza-se na porção sudeste da Bacia Sedimentar do Paraná, caracterizada por substrato rochoso sedimentar-vulcânico de idade Siluriana-Cretácica. Nessa região afloram as rochas vulcânicas da Formação Serra Geral (Fig. 1), com espessura local de 850m, representados pelos sucessivos derrames basálticos (ORNELAS, 1991).

Estruturalmente, a Bacia é dominada por elementos tectônicos lineares que se orientam em três direções preferenciais: NE-SW (Nordeste-Sudoeste), NW-SE (Noroeste-Sudeste) e E-W (Leste-Oeste). As duas primeiras direções são as mais importantes e podem constituir desde falhas simples até extensas zonas de

falhas, foram recorrentemente reativadas durante o ciclo de evolução da Bacia. As falhas com orientação NW-SE foram as que controlaram a sedimentação da Bacia, as quais foram reativadas durante a quebra do Gondwana, provocando falhas paralelas a estas e a extrusão do mais extenso volume de lavas, denominado Formação Serra Geral (MAACK, 1981).

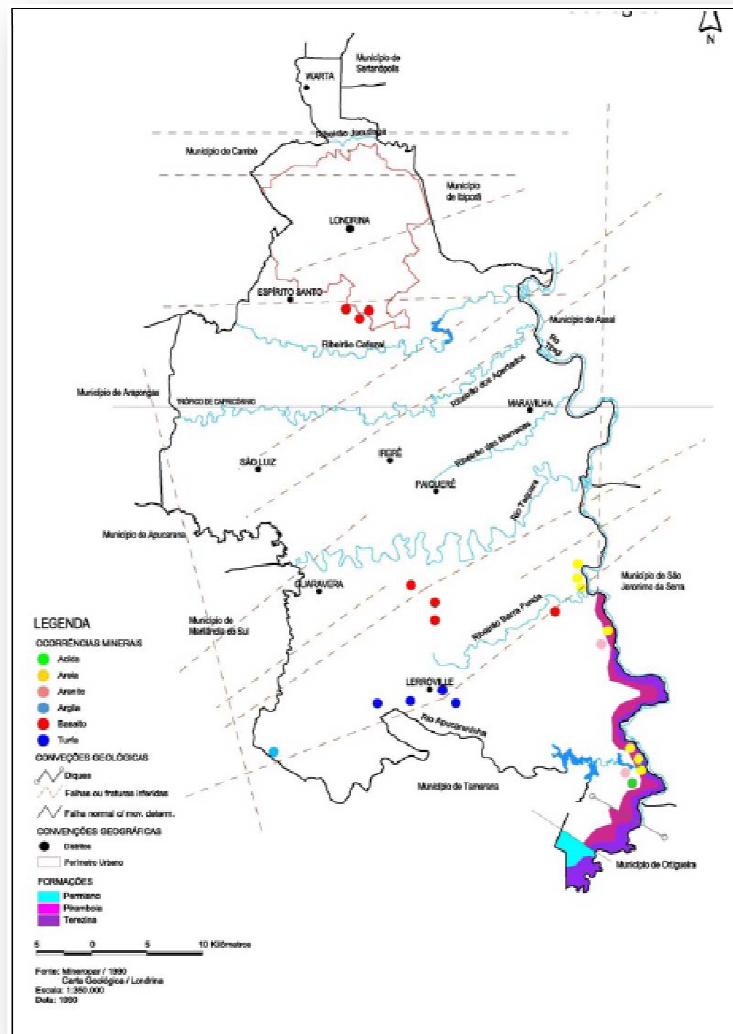


Imagem 2 - Mapa Geológico do Município de Londrina.  
Fonte: STPC, 2004.

O compartimento geomorfológico referente ao município de Londrina é denominado por Maack (1981), de Terceiro Planalto Paranaense, com formas superficiais em mesetas estruturais que se destacam, constituindo as paisagens típicas, que dão origem a uma topografia de aspecto tabuliforme, entremeada, em



diversas áreas, pelas formas onduladas, com chapadas de encostas mais suavizadas. Apesar da uniformidade geral na conformação de sua superfície, observa-se uma divisão em vários blocos, delimitados pelos grandes rios que percorrem o Planalto, os quais têm curso nitidamente conseqüente, condicionados pelas inclinações das rochas vulcânicas para W, SW e NW (MAACK, 1981).

Esta região apresenta terrenos cujo relevo praticamente horizontalizado, passa por suave ondulado no topo dos interflúvios (paisagem de colinas amplas e médias) até ondulado e forte ondulado junto às nascentes dos rios e na borda do Terceiro Planalto, onde as vertentes são mais dissecadas e a drenagem mais encaixada (vales profundos e estreitos). As cotas mais elevadas estão ao sul e sudeste do município, Unidade do Platô de Lerroville, atingindo ali 800 metros influenciando sensivelmente na relação dos elementos naturais ali presentes, sobretudo na vegetação, clima, relevo e solos. As porções menos elevadas são encontradas à Leste, próximas as margens do rio Tibagi, onde as altitudes chegam a 400 metros. No limite Oeste do município predominam as altitudes entre 550 e 700 m, nos topos dos interflúvios (MAACK, 1981).

Toda atividade biológica terrestre depende direta ou indiretamente do manto de intemperismo ou regolito, que é a fina camada em contato transacional entre a litosfera e a atmosfera onde se encontra a Biosfera e todos os ecossistemas do planeta. O regolito é dividido, a grosso modo, em duas partes: a inferior, onde se encontra rochas mais ou menos alterada chamada saprolito, e a parte superior onde ocorrem mudanças química e fisicamente por processos pedogenéticos e geomorfológicos, e que é o solo propriamente dito (GUERRA; CUNHA, 2000, p. 25).

#### **2.4 – Características do Solo Estudado**

O solo é a parte superior do regolito em que encontramos material orgânico e por esse motivo pode suportar a vida, podemos verificar a diferença de regolito e solo se colocarmos, por exemplo, o primeiro encontrado na Lua que contém fragmentos de rochas e pó sendo muito estéril não sendo encontrada

nenhuma matéria orgânica não favorecendo o suporte a vida. A matéria orgânica do solo na Terra é o húmus resultante dos restos de plantas, animais e bactérias que neles vivem (PRESS et al., 2006, p. 185).

Ao produto final do intemperismo das rochas dá-se o nome de solo, caso as condições físicas, químicas e biológicas permitam o desenvolvimento da vida vegetal junto a atividades de microrganismos em íntima associação com a vida de vegetais mais desenvolvidos. Denomina-se também regolito ou manto de intemperismo, pelo fato de formar um manto sobre a rocha em vias de decomposição. Se tomarmos uma porção de solo e agitarmos fortemente em água, podemos analisar os seus constituintes que irão ser separados segundo seu peso. Os mais pesados, maiores, depositar-se-ão mais rapidamente. Examinados sob uma lupa verifica-se serem formados de grãos de quartzo, fragmentos de rocha em vias de decomposição, ocasionalmente grãos de feldspato remanescentes da decomposição química e agregados de material mais fino que resistiram a desagregação mecânica inicial. As partículas que ficam em suspensão são constituídas na maior parte de argilo-minerais, que podem desagregar-se em grãos finíssimos, de propriedades e dimensões dos colóides. Estas partículas, ou isoladas ou aglutinadas por colóides orgânicos, mais os colóides orgânicos em si, são as responsáveis pela vida dos vegetais e conseqüentemente dos animais superiores da crosta terrestre. São tais partículas que promovem por um mecanismo de troca de íons com os pêlos absorventes das raízes, a absorção dos elementos minerais necessários ao desenvolvimento de uma planta, como o N, P, S (estes são fornecidos principalmente pela matéria orgânica), Ca, K, Mo, Mg, Zn, Cu, etc (AMARAL; LEINZ, 2003, p.65-66).

Os solos podem variar de cor, por exemplo, vermelho e marrom, ricos em ferro, até o preto, rico em matéria orgânica, podem variar também de textura, alguns repletos de seixos e areia, outros compostos de argila que influenciam diretamente em sua fertilidade, pela sua facilidade em erosão os solos têm muita dificuldade em se formar em alta declividades, em altas altitudes e regiões de climas muito frios que inibem o crescimento de vegetação, outros fatores que afetam intensamente a formação do solo é o clima, tempo e grupos de solos. O clima afeta o intemperismo e tem grande influência nas características do solo formado em qualquer rocha-matriz, exemplo os solos de uma região quente e úmida se diferem de uma região árida e temperada (GUERRA, 2007).

A espessura do perfil de solo (Imagem 3) depende do clima, do tempo de formação do solo e da composição da rocha-matriz. A transição de um horizonte para outro é geralmente gradativa. No perfil de solo pedalfer (a), numa região de chuva intensa, desenvolvido em um granito, origina óxidos de ferro e de alumínio e silicatos, como o quartzo e argilominerais, todos bastante insolúveis, na camada superior do perfil do solo. Já o perfil de solo laterito (b), desenvolvido em rocha ígnea máfica numa região de clima tropical, contém em sua camada superior somente os precipitados mais insolúveis, como os óxidos de ferro e de alumínio, que permanecem e mais ocasionalmente, o quartzo. Todos os materiais solúveis, inclusive a sílica, que é relativamente insolúvel, são lixiviados. Assim, todo o perfil de solo pode ser considerado como um horizonte A sobrepondo-se diretamente num horizonte C. O perfil de solo pedocal (c) desenvolvido em substrato sedimentar numa região de pouca chuva, o qual apresenta horizonte A lixiviado e horizonte B enriquecido em carbonato e cálcio precipitado pela evaporação da água do solo (PRESS et al., 2006, p. 186).



Imagem 3 - Perfis do Solo.  
Fonte: PRESS, et al., 2006, p.186.

Por motivo da chuva e temperatura moderada as características do solo em regiões temperadas dependem do clima, do tipo de rocha-matriz e do intervalo de tempo que o solo teve para se desenvolver e espessar este tipo de solo se denomina grupo pedalfer, tanto o intemperismo intenso como a longa exposição à meteorização diminuem a influência da rocha-matriz. Áreas com chuvas moderadas a altas, são o lugar ideal do grupo de solos pedalfer esse nome deriva da palavra grega pedon, que significa “chão” ou “solo”, e dos símbolos dos elementos químicos alumínio (Al) e ferro (Fe). As camadas superiores e intermediárias do pedalfer contêm abundantes minerais insolúveis, como o quartzo, argilominerais e produtos de alteração do ferro. Carbonatos e outros minerais solúveis estão ausentes. O grupo pedalfer reúne bons solos para a agricultura (PRESS et al., 2006, p. 185).

Com respeito à caracterização do meio físico da região, segundo a classificação de Köppen (apud STPC, 2004), Londrina apresenta o clima tipo Cfa - Subtropical úmido, com chuvas em todas as estações do ano, podendo ocorrer um período de seca durante o inverno.

A temperatura na cidade de Londrina, oscila entre 26 a 28 °C no período mais quente do ano, que corresponde aos meses de dezembro, janeiro e fevereiro e 15 a 17 °C no período mais frio (junho, julho e agosto). O período mais chuvoso concentra-se nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, com média de 500 mm a 600 mm, e o período com o menor índice pluviométrico é junho, julho e agosto, variando de 175 mm a 250 mm (STPC, 2004).

Londrina está situada em uma região privilegiada, com solos de origem basáltica (Imagem 4), caracterizados de um modo geral pela elevada fertilidade natural que apresentam (ORNELAS, 1991).

Ao norte e na porção central do município, o relevo apresenta-se como suave ondulado e as classes de solos representadas são: Latossolo Vermelho eutrófico e distrófico e Nitossolo Vermelho eutrófico. Nas áreas próximas à leitos de rios e/ou córregos, onde o relevo é mais movimentado, encontram-se associações entre Nitossolo Vermelho, Chernossolo Argilúvico e Neossolo Litólico eutrófico. O centro urbano de Londrina localiza-se na região norte do município, sobre manchas de Latossolo Vermelho e Nitossolo Vermelho (STPC, 2004).

Ao sul, a topografia do município apresenta-se mais acidentada, refletindo conseqüentemente na profundidade do solo, sua fertilidade e susceptibilidade à erosão. Encontram-se neste local as seguintes classes e associações de solos:

Nitossolo Vermelho eutrófico e distrófico, Latossolo Vermelho eutrófico, distrófico e alumínico, Argissolo Vermelho-amarelo alumínico, Planossolos, Nitossolo Vermelho eutrófico + Chernossolo Argilúvico + Neossolo Litólico eutrófico (STPC, 2004).

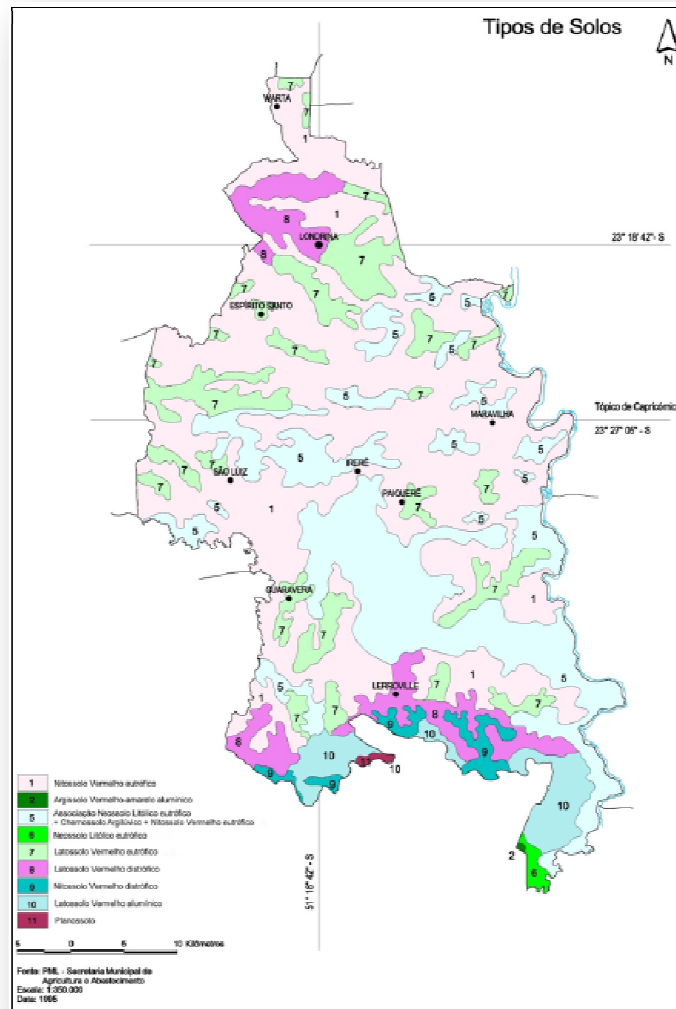


Imagem 4 - Mapa de Solos do Município de Londrina.  
Fonte: STPC, 2004.

O Parque Arthur Thomas está localizado na região sul da cidade de Londrina, a qual é caracterizada pela classe de solo Latossolo Vermelho, segundo a EMBRAPA (apud STPC, 2004). Esta classe é constituída por solos minerais, não hidromórficos, com horizonte B latossólico, formados a partir de rochas eruptivas básicas. São muito profundos, porosos, muito friáveis, acentuadamente drenados, com predomínio de argila de baixa atividade (1:1) e elevados teores de sesquióxidos de ferro, alumínio e óxidos de titânio e manganês. O caráter eutrófico faz referência

a solos com alta fertilidade natural e praticamente sem alumínio trocável. O caráter distrófico corresponde a solos de baixa fertilidade natural, ácidos e com teores moderados de alumínio trocável. Os solos com caráter alumínico possuem fertilidade natural muito baixa, muito ácidos e com elevados teores de alumínio trocável, este conjunto de características do tipo de solo correspondente à área do Parque demonstra a alta susceptibilidade à erosão (STPC, 2004).

A Latolização ou Ferralitização, constitui o tipo de formação de solo que envolve intensa lixiviação, durante a maior parte do ano, o principal processo envolvido na latolização é a perda (remoção) de materiais por drenagem profunda, ocorre onde a velocidade de decomposição da matéria orgânica iguala à de sua produção, não havendo acumulação orgânica apreciável sobre o solo e de húmus no perfil, na latolização os processos pedogenéticos podem apresentar-se como: Adição, remoção, translocação ou redistribuição e transformação. A adição de matéria orgânica é contrabalanceada pelo intenso processo de sua decomposição, isto devido à temperatura e precipitação bastante elevadas existentes no local, os produtos mineralizados são prontamente lixiviados, as remoções são de sais solúveis de Ca, Mg, Na e K que de acordo com a estação do ano podem ser eliminados pela drenagem, há juntamente com a remoção das bases a remoção de sílica que se perde no lençol freático quando a drenagem é livre, a redistribuição ou translocação não é importante, isto devido ao elevado processo de lixiviação que faz com que todas as substâncias móveis sejam perdidas no lençol freático e as transformações se existem são de pouca importância (VIEIRA, 1975).

## **2.5 - Acidentes Geológicos Urbanos**

Com o processo de ocupação urbano cada vez maior em cidades brasileiras, com um planejamento urbano muito superficial ou nulo sobre as questões ambientais, podemos afirmar que a ocupação do solo após alguns anos ou décadas pode apresentar problemas, como por exemplo, construções de edificações em áreas de lixões, áreas de movimentação de massa, inundações, afundamentos cársticos dentre muitos outros, isto acontece por motivo da falta ou incompetência dos poderes públicos, em uma análise, mais detalhada dos futuros locais de

construção ou expansão urbanas, não falamos aqui de ocupações irregulares, mas sim de ocupações regulares e com aval de prefeituras.

Um acidente geológico urbano é o resultado da deflagração e a evolução de processos de alteração do meio físico, induzidos, potencializados ou acelerados pelo uso e ocupação do solo e que trazem como conseqüências prejuízos sociais, econômicos ou ambientais e até mesmo a perda de vidas humanas. Sua ocorrência está intimamente relacionada à ocupação indevida de áreas consideradas de risco, pela falta de prévio planejamento ou desconhecimento total das características geológicas dos terrenos (OLIVEIRA, 1998.p.10).

Podemos colocar como exemplo o shopping Center norte na cidade de São Paulo, o mesmo foi interditado, por motivo de risco de explosão, por ter sido construído, em cima de um antigo lixão, onde o mesmo acumulou muito o gás metano, tudo isto é resultado de uma análise, sem estudos ou mau feita por parte das prefeituras, não haviam geógrafos, na maioria das cidades brasileiras, nem geólogos, tudo era feito por engenheiros, que devidas as proporções, não entendem de tudo que é relacionado a construção e solos, nos dias atuais verificamos que esta realidade vêm mudando, as leis ambientais estão mais preocupadas com o meio ambiente e leis foram criadas para isto, exemplo das EIA'S, EIV'S E RIMA'S, todas estas mudanças foram muito benéficas ao relacionamento da população com o meio ambiente e tentar, minimizar o máximo possível este relacionamento, verificamos mais profissionais trabalhando nas prefeituras como: geógrafos, geólogos, arquitetos dentre outros que ajudam em estudos interdisciplinares, tudo visando uma melhor e mais completa análise dos estudos ambientais.

Segundo Oliveira (1998), podemos apontar como os mais freqüentes acidentes geológicos no Brasil: as inundações, afundamentos cárticos, movimentação de massa, erosão, expansão e contração do solo, colapso de solo, poluição das águas e acidentes costeiros, veremos a seguir a descrição de tais acidentes geológicos mencionados.

### **2.5.1 - As inundações.**

As inundações são fenômenos, que fazem parte da dinâmica fluvial de um rio, atingindo as chamadas planícies de inundações, estas planícies correspondem ao extravasamento das águas de um curso (nível natural), para a

planície de inundações, todos os rios tem uma planície de inundação, que em muitas vezes não é levada em conta pelos homens, ocasionando problemas sérios, como por exemplo a cidade de São Paulo com o rio Tietê, que transborda as margens da marginal Tietê, ponto este de planície de inundação. O homem interfere no processo de alteração de um rio com o desmatamento de sua mata ciliar, remoção de vegetação e impermeabilização do solo, alterando o escoamento natural do rio.

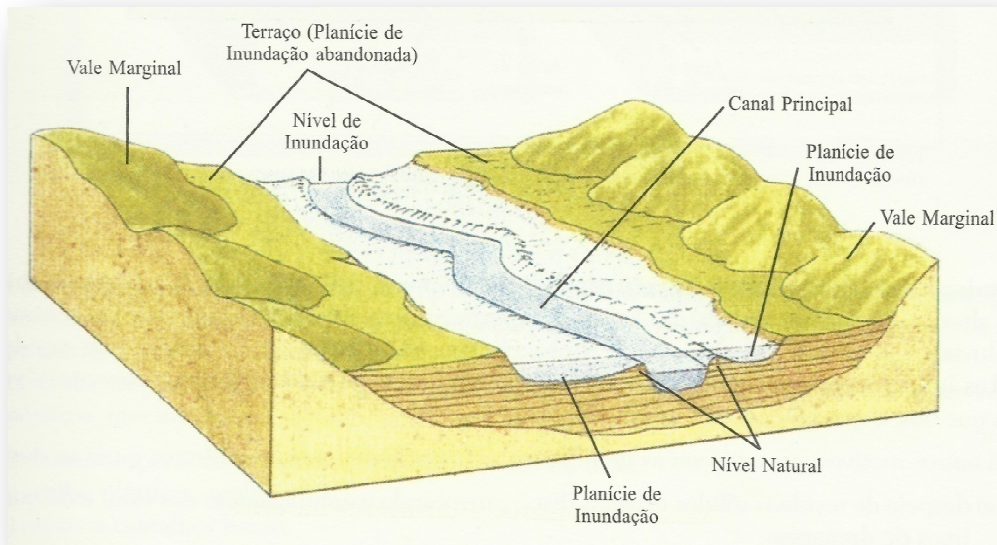


Imagem 5 - Configuração da Planície de Inundação de um Rio.  
Fonte: OLIVEIRA, 1998.

### 2.5.2 - Afundamentos Cársticos.

São afundamentos de terrenos em áreas constituídas de rochas carbonáticas, submetidas à dissolução pela passagem lenta de águas superficiais e subterrâneas. Essa dissolução é comandada pela ação do ácido carbônico (água da chuva + CO<sub>2</sub> da atmosfera) e ácidos da decomposição da matéria orgânica. As águas ácidas dissolvem as rochas carbonáticas ao longo de contatos litológicos, fendas, fissuras, falhas e fraturas, abrindo uma rede de condutos e grutas que podem formar grandes cavernas. Como o carste é tido como bom armazenador de água subterrânea, isto é explorado pelo processo de urbanização, o problema encontrado é que esta água serve de sustentação e equilíbrio das camadas sobrepostas, com a retirada da mesma, esta sustentação deixara de existir ocorrendo um provável rebaixamento da áreas drenada. Uma grande dificuldade



encontrada em áreas urbanas é o não conhecimento de áreas de carste, onde populações constroem edificações que futuramente enfrentarão problemas, outros aspectos de problemas relacionados a áreas de carste são a mineração de calcário e exploração de grutas e cavernas.

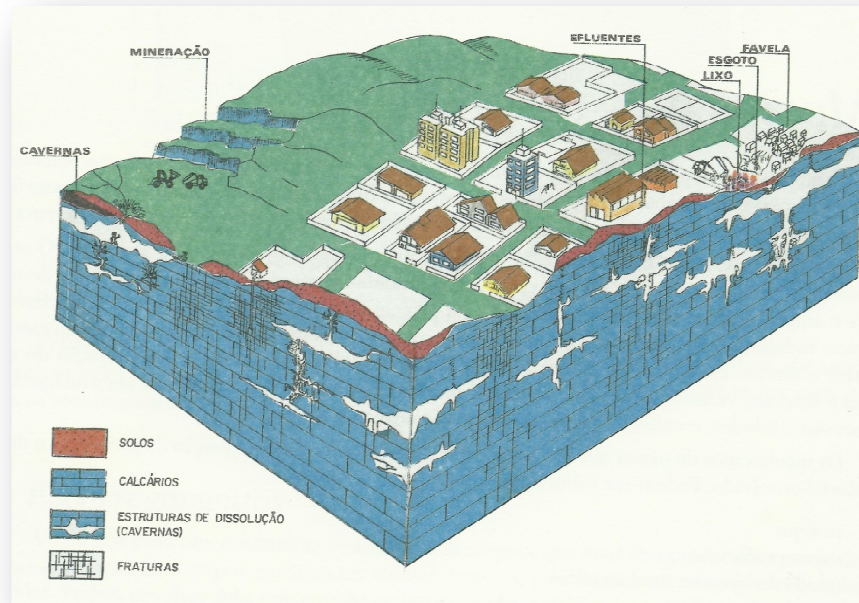


Imagem 6 – Aspectos de Ocupação urbana e áreas de carste e a exploração de seus recursos naturais (mineração de calcário, extração de água subterrânea e exploração de grutas e cavernas).

Fonte: OLIVEIRA, 1998.

### 2.5.3 – Erosão.

O fenômeno da erosão acontece pela ação de vários fatores em conjunto que provocam a degradação e o transporte de partículas do solo ou fragmentos e partículas de rocha sobre a superfície, os principais agentes causadores do processo de erosão são: as águas das chuvas, rios, mares, geleiras e ventos, dentre estes as águas pluviais são grandes responsáveis pelo escoamento superficial de material inconsolidado, devemos ressaltar que o processo de escoamento superficial é natural, mas pode ser alterado pelo homem que pode acelerar este processo com ocupações urbanas e interferência do homem ao meio ambiente, provocando seu desequilíbrio. A erosão por meio natural é mais freqüente no meio rural, apesar de

que o processo de desmatamento que vêm se acentuando muito de décadas para cá, acelera e muito o processo de erosão no meio rural, um dos grandes problemas enfrentados por proprietários de terras na zona rural, mas o caso mais evidente da ação antrópica é vista no meio urbano, onde a ação humana acelera e muito o processo de erosão, via desmatamentos, degradação de fundos de vale e processo de impermeabilização do solo urbano, verifiquei pessoalmente um exemplo da ação humana na cidade de Paranavai, onde por meio de uma viagem de campo pela faculdade, pude observar pessoalmente as condições extremas de erosão na região de Paranavai (Oeste do Paraná), que pelo perfil do solo da região (arenito) já tem a tendência à erosão mas por processos agrícolas e de urbanização os mesmos são acelerados.

#### **2.5.4 - Expansão e contração de Solos.**

Solos expansíveis são aqueles que têm a capacidade de se expandir quando saturados com água ou se contrair quando existe a falta de água, esta característica é marca presente nos argilominerais expansíveis, o uso indevido deste tipo de solo pode prejudicar construções, fundações, promovendo trincas, rachaduras ou até desabamentos das edificações.

Os argilominerais são silicatos hidratados de alumínio, podendo conter quantidades variáveis de ferro, magnésio, potássio, sódio, lítio, etc. Sua estrutura geralmente é lamelar e seu grau de cristalinidade bastante variável. Devido a esta estrutura lamelar a a fragilidade das partículas, esses minerais raramente se apresentam em grandes cristais, ocorrendo geralmente agregados de pequenos cristais (Fonte: OLIVEIRA, 1998.p.30).

Os argilominerais tem grande capacidade de adsorção de água em seus retículos cristalinos, a unidade estrutural das argilas são tetraedros de Si e Octaedros de Al, as argilas podem se classificar em 1:1 formadas por uma lamina de tetraedro e outra de octaedro ou 2:1 formadas por duas laminas de tetraedro e uma de octaedro, a diferenciação de ambas é que a segunda 2:1 são expansivas e permitem uma melhor entrada de água entre as laminas, causando sua expansão e conseqüente retração quando secas, as argilas 1:1 já são não expansivas,

característica de solos mais velhos, caso de nossa região e de nossa área de estudo o parque Arthur Thomas.

### 2.5.5 - Colapso de Solo.

Os colapsos de solos correspondem ao fenômeno de redução do volume do solo, devido ao ganho de umidade com presença ou não de sobrecarga, os solos colapsíveis ou porosos se caracterizam por apresentarem altos índices de vazios, estruturas macroporosa e baixo grau de saturação, são constituídos basicamente de areia e silte, ligados por argilas, colóides, óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio, que servem de sustentação destes tipos de solos, quando submetidos a grandes ou contínuos acréscimos de umidade, sofrem rearranjo de sua estrutura, com conseqüente redução de volume, este processo se dá por motivo dos materiais de cimentação se deslocarem para espaços vazios após o processo de reestruturação do solo, alterando bruscamente sua estrutura original. O processo de colapsos de solos é condicionado geralmente pela natureza, mas pode ser condicionado pelo homem como exemplo visto abaixo em imagem que demonstra um rompimento da rede de água e por conseqüência aumento da umidade em torno da área de solo colapsível e reestruturação do mesmo, diminuindo seu volume e causando danos a estruturas de edificações.

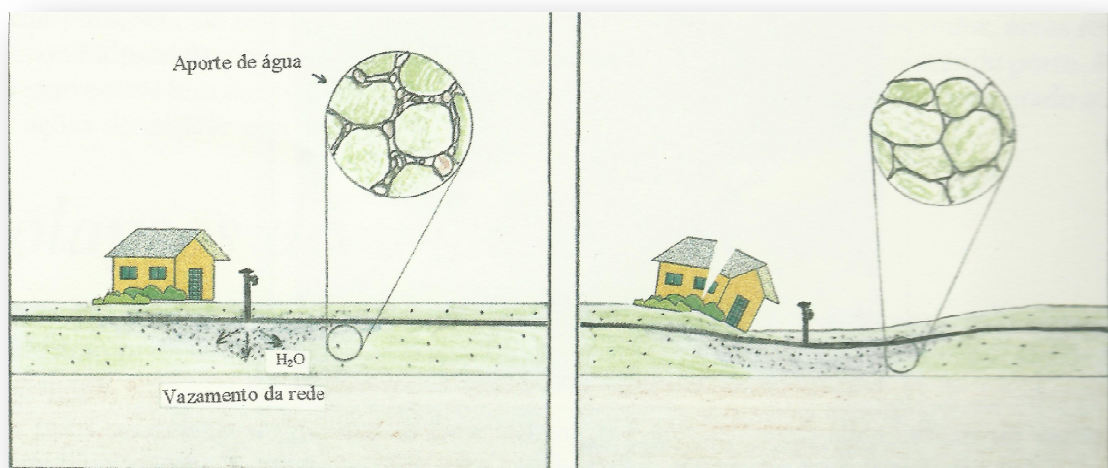


Imagem 7 - Esquema demonstrativo do adensamento de solos colapsíveis, pelo acréscimo de água.

Fonte: OLIVEIRA, 1998.

### **2.5.6 - Poluição das Águas.**

O termo poluição se refere a todo processo de ação antrópica que altere as características físicas, químicas e biológicas das águas naturais, quando acontece a contaminação e alteração da água pelas ações mencionadas acima, esta água acaba algum momento voltando para a natureza, mas com suas características alteradas, por este motivo todo processo após a poluição das águas é de responsabilidade de quem a poluiu, no caso a ação humana, pois o processo de poluir as águas não termina com o simples ato de poluir mas se perdura por todo o processo seguinte como geração de substâncias nocivas, morte da vida aquática e própria sobrevivência humana, pois necessitamos de água para sobrevivermos, o que muitos não relacionam quando poluem as águas.

A poluição das águas se dá por águas superficiais ou subterrâneas, os principais agentes causadores da poluição das águas, tanto superficiais ou subterrâneas são os mesmos, como esgotos domésticos; esgotos industriais; resíduos sólidos; produtos químicos agrícolas; produtos de atividade granjeira e pecuária; fontes acidentais e fontes atmosféricas.

### **2.5.7 - Acidentes Costeiros.**

Os acidentes costeiros são aqueles provenientes da ocupação irregular de áreas nas regiões litorâneas, estes problemas estão constantemente relacionados com a erosão marinha, adensamento do terreno e assoreamento e dragagem, estes elementos causam grandes prejuízos as comunidades locais e riscos a própria população, caso visto em nosso litoral (paranaense) que ano a ano não se soluciona o problema com as construções à beira mar, como as calçadas e algumas edificações.

As erosões marinhas são o processo de desgaste, transporte e deposição de sedimentos na linha do costa, a partir da ação de ondas, marés e correntes marinhas, geralmente causam grandes prejuízos pois ficam em uma faixa que geralmente há habitações e concentração urbana, eventos como as ressacas causam grandes catástrofes nestas áreas, como por exemplo na cidade de Matinhos

– Litoral do Paraná em 1998, onde grande parte da calçada beira mar e avenida atlântica foi destruída.

O Adensamento de Solo ocorre, quando o solo das áreas litorâneas, sofrem uma pressão muito grande, uma carga, que gera a expulsão da água contida em sua estrutura e por conseqüência, seu rebaixamento, isto ocorre geralmente, quando se constroem grandes edificações como prédios em áreas costeiras e sem estudos prévios.

Assoreamento e Drenagens são responsáveis por problemas ligados a áreas portuárias, onde as vias de acesso dos portos são assoreadas e necessitam de drenagens para seu funcionamento, as conseqüências de drenagens não devidamente caracterizadas podem trazer alterações na morfologia da costa ou rios, remover o material dragado próximo a costa, redução ou aumento da qualidade de águas costeiras, afetando sua fauna e flora. Problemas com o assoreamento, vem sendo enfrentados no canal de entrada do porto de Paranaguá, canal da Galheta, este canal necessita de drenagem anualmente, devido o grande acúmulo de material sedimentar em seu calado.

## **2.6 - Movimentações de Massa**

Os movimentos de massa incluem todos os processos em que solo e rochas movem-se encosta à baixo sob a influência da gravidade sendo por fim carregadas por outros agentes de transportes. A dispersão de massa é uma conseqüência do intemperismo e de fragmentação de rochas. Todos os anos movimentos de massa ceifam várias vidas e causam vários prejuízos para nossa população, é muito difícil prever um acontecimento sobre movimentação de massas, pois é um acontecimento natural, mas podemos controlar a construção e o uso do solo para minimizar perdas. Nos movimentos de massa como em vários outros processos geológicos, a interferência humana pode ter sérios efeitos, embora as obras de engenharia sejam pequenas, comparadas com as da natureza elas são significativas (PRESS et al., 2006, p. 292).

Em observações feitas em campo por geólogos, foram identificados três fatores principais para as movimentações de terra (PRESS et al., 2006, p. 292), as quais são:

- **A natureza das matérias da encosta**, que podem ser massas sólidas do substrato, o regolito e o solo formado pelo intemperismo ou sedimentos. As encostas podem ser constituídas por materiais inconsolidados – soltos, não-cimentados - ou consolidados – compactados e ligados por cimentação mineral.

- **A declividade e estabilidade das encostas**, que esse fator contribui para a tendência de os minerais caírem, deslizarem ou fluírem sob varias condições.

- **A quantidade de água contida nos materiais**, que essa característica depende da porosidade dos materiais e da quantidade de chuva ou outro tipo de forma de água a que estão expostos.

Os três fatores atuam na natureza, mas a estabilidade das encostas e o conteúdo de água são os mais influenciados pela atividade humana, como escavações e construção civil.

As movimentações de massas podem ser classificadas quanto:

- **À natureza do material** (exemplo se é rocha ou detrito inconsolidado).
- **À velocidade do movimento** (desde poucos centímetros por ano até muitos quilômetros por hora).
- **À natureza do movimento**: se é deslizamento (o corpo do material move-se mais ou menos como uma unidade) ou se é fluxo (o material move-se como se fosse um fluido).

Conforme levantamento feito por geólogos o que faz as massas se moverem, envolve necessariamente três aspectos principais: a natureza dos materiais da encosta, eles podem ser massas sólidas do substrato, o regolito e o solo formados pelo intemperismo ou sedimentação, as encostas podem ser constituídas de materiais inconsolidados, soltos e não cimentados ou consolidados, compactados e ligados por cimentação mineral. A natureza dos materiais da encosta variam bastante nos diferentes tipos de terrenos e solos, pois são dependentes das partículas do solo e geologia local. O segundo aspecto que fazem as massas se moverem é a declividade e estabilidade das encostas, as encostas podem ter inclinações suaves como aquelas formadas por folhelhos ou cinzas vulcânicas alteradas ou serem abruptas a exemplos de penhascos de rochas duras como o granito, o item gravidade é o que vai prevalecer nesta situação, sendo uma encosta com declividades altas como as de nossos estudos, independente de materiais,

coberturas vegetais e estrutura as encostas tendem a se movimentar pela ação da gravidade. O último fator que influencia a movimentação de massas é a quantidade de água contida nos materiais, esta característica é fundamental para possíveis movimentações de massa, a porosidade dos materiais e da quantidade de água que os mesmos podem absorver são fundamentais para o deslizamento de uma encosta, a água pode infiltrar-se nos planos de acamamento de sedimentos arenosos ou lamosos e com isto promover o deslizamento de uma camada em relação à outra, quando os materiais consolidados absorvem grandes quantidades de água, a pressão desta nos poros pode ser grande o suficiente para separar os grãos e provocar a distensão da massa, deste modo o material pode começar a movimentar-se como um fluido, esse processo é chamado de liquefação (PRESS, et al., 2006). Abaixo segue figura que classifica as movimentações segundo sua velocidade, natureza do movimento e material.

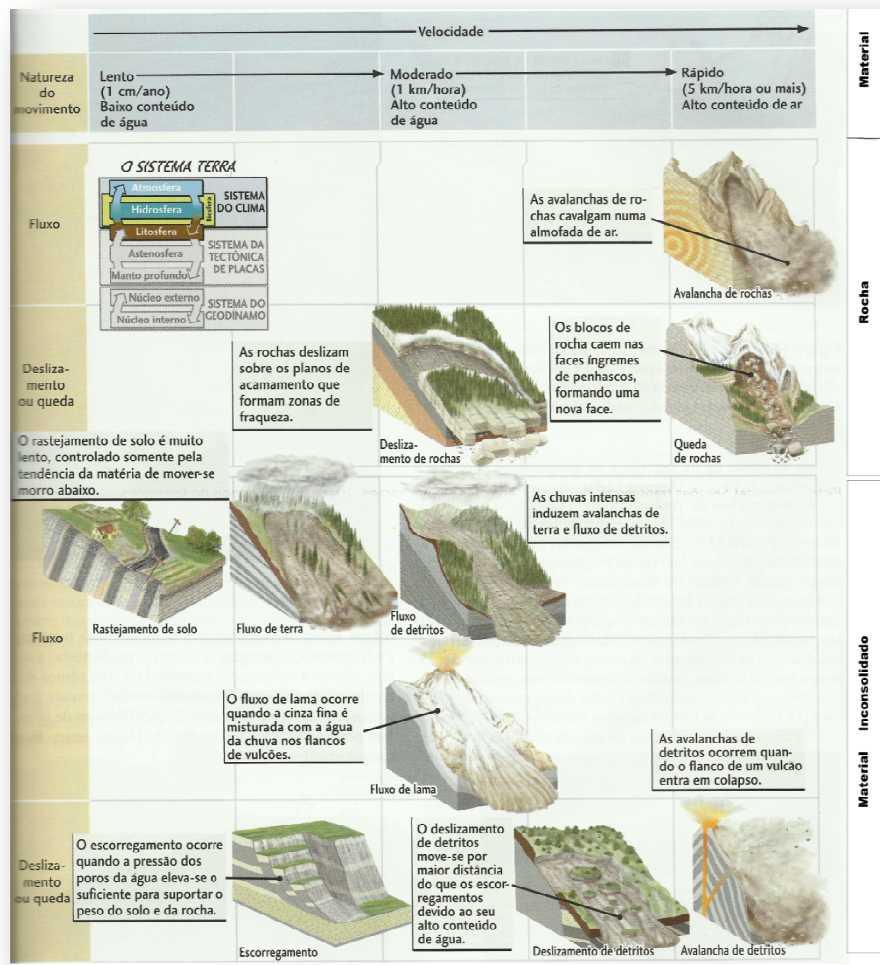


Imagem 8 – Os Movimentos de Massa são Classificados de acordo com três fatores: a natureza do material, a velocidade e a natureza do movimento.  
Fonte: PRESS, et al., 2006.

As movimentações de massa são provenientes de movimentos gravitacionais responsáveis pela mobilização de partículas, sedimentos, solo e rochas encosta abaixo. Entre os fatores condicionantes naturais destacam-se a característica dos solos, e rochas, o relevo, a vegetação, o clima, possíveis lençóis freáticos e a gravidade (OLIVEIRA, 1998)..

Todo o processo de movimentações de massa podem ser alterados pela ação humana, os avanços de diversos tipos de ocupações irregulares, retirada de cobertura vegetal, execução de cortes, aterros inadequados, saturação do solo por meio de lançamento de água, lançamento de lixo, vazamento de redes de esgoto, cultivo inadequado do solo, presença de fossas, dentre outros fatores, afeta e muito



a estabilidade das encostas, tornando um problema de causas naturais e que já é instável por natureza à ficar muito mais instável por ações humanas, nas grandes cidades verificamos o caso das ocupações irregulares, que em vários dos meios inadequados de manutenção de uma encosta, a cada dia mais e mais construções são feitas em fundos de vales e encostas propícias a deslizamentos, isto vindo do ponto de vista natural, mas com todas as alterações realizadas pelo homem um eminente desastre sempre acaba acontecendo, exemplos de nosso litoral, cidade do Rio de Janeiro e Estado de Minas Gerais que sofreram bastante com movimentações de massa no ano de 2011, lembrando que movimentações de massa são de origem natural, mas o homem acaba alterando e muitas vezes acelerando um processo que poderia levar mais tempo, independente do tipo de solo e área de nosso país, movimentações de massa podem ocorrer, basta uma encosta apresentar declividade, material sobre ela e penetração de água, fatores importantes para o início de uma movimentação de massa (OLIVEIRA, 1998).

Segundo Oliveira (1998), os movimentos de massa são classificados de diferentes formas, em função da geometria e do tipo de material envolvido, os mesmos podem ser subdivididos em quatro tipos de categorias: Rastejos, Escorregamentos, Queda de blocos e Tombamentos e Corridas de massa, verificaremos a seguir cada um destes tipos de movimentações.

### **2.6.1 – Rastejamentos**

São movimentos lentos e contínuos de uma massa de solo ao longo de um talude, sem o desenvolvimento de uma superfície de ruptura, podem se originar a partir da instabilidade da encosta, por motivos de aberturas de cortes, como também pelo pisoteio de gado, crescimento de raízes e escavações causadas por animais podem gerar uma série de movimentos, minúsculas partículas terrosas, o rastejo afeta grandes áreas e atua tanto nos horizontes superficiais das encostas como (solo superficial) como em estratos mais profundos, deslocando e abrindo fendas e trincas no terreno, podemos evidenciar esses indícios na figura que segue, na figura a letra **A** representa o deslocamento de blocos, **B** presença de árvores com troncos recurvados, **C** acumulação para jusante de blocos intemperizados e

fraturados, **D** deslocamento de postes, cercas e marcos, **E** deslocamento ou ruptura de muros e muretas de proteção, **F** existência de rodovias e ferrovias fora do alinhamento, **G** presença de matacões rolados e **H** ocorrência de cascalheiras ou linhas de fragmentos de rocha Stone Line, na base do regolito (solo alterado).

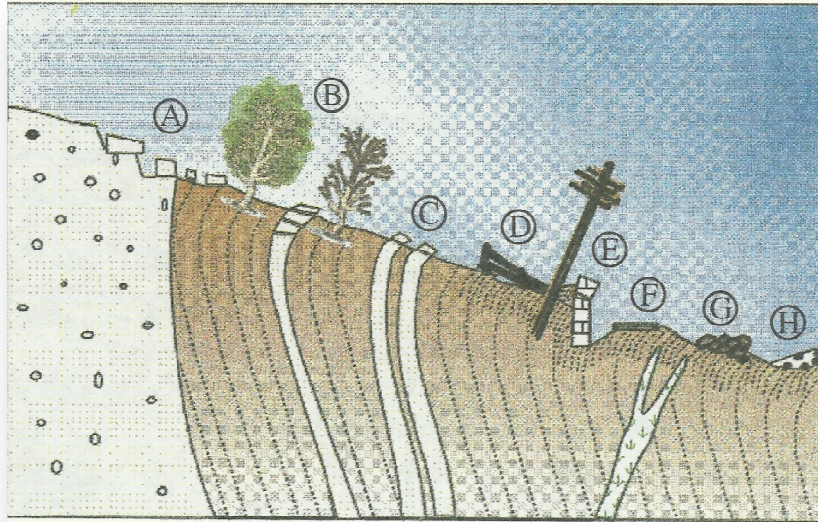


Imagem 9 – Perfil de Encosta submetido a processo de Rastejo  
Fonte: OLIVEIRA, 1998.

### 2.6.2 - Escorregamentos

Os escorregamentos são acidentes geológicos que mais têm provocado a perda de vidas humanas, caracterizam-se por movimentos rápidos, bruscos, com limites laterais e profundidades bem definidas, podem envolver solo, solo e rocha ou apenas rocha. Os principais agentes causadores deste processo são as águas pluviais e muitas vezes a falta de cobertura vegetal, as chuvas contribuem diretamente para que este processo ocorra, por meio de infiltração e encharcamentos do solo, formações de fendas, trincas e juntas, geração de superfície de ruptura, atuação de pressão hidrostática, saturação do solo com aumento de peso da superfície, redução da resistência do solo, gerando assim condições para um escorregamento. Lembrando sempre que movimentações de massa são de origem natural, todos os fatores mencionados acima são naturais e podem ser alterados pelo homem, as principais causas relacionadas a ações antrópicas são: concentração de águas pluviais (galerias mal planejadas),

lançamento de águas servidas, vazamento de rede de abastecimento de água, existência de fossas sanitárias, declividade e altura excessivas de cortes, execução inadequada de aterros, deposição de lixo ou existência deste englobado nos aterros e remoção indiscriminada da cobertura vegetal.

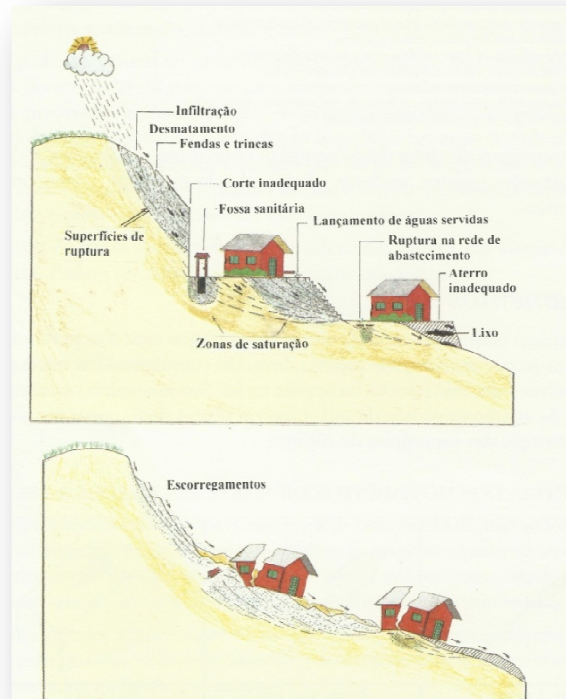


Imagem 10 – Principais atividades antrópicas indutoras de escorregamentos em encostas.

Fonte: OLIVEIRA, 1998.

### 2.6.3 - Queda de blocos e tombamentos.

Esta movimentação de massa compreende movimentos rápidos, em queda livre ou rolamento, envolvendo blocos ou lascas, o processo ocorre em encostas íngremes, constituídas de afloramentos de rocha com presença de matacões ou blocos isolados de rochas, a instabilidade do terreno associados a perda de resistência mecânica de apoio, falta ou retirada de cobertura vegetal são os grandes causadores deste tipo de movimentação, tudo isto unido a ação das águas pluviais, liberam os blocos e matacões encosta abaixo.

Os tombamentos se originam com o desprendimento de lascas ou placas de rochas, formam-se geralmente a partir das discontinuidades de maciços

rochosos (acamamento, xistosidade, planos de falhas e fraturas), este processo pode se originar através variações térmicas (contração e dilatação), erosão ou ainda por pressões exercidas por crescimentos de raízes ao longo das discontinuidades, locais que sempre originam tais movimentações são pedreiras desativadas, onde são comuns lascas e blocos instáveis.

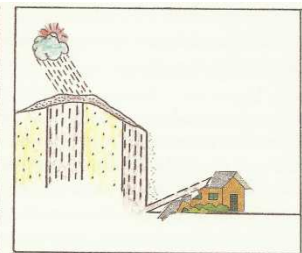
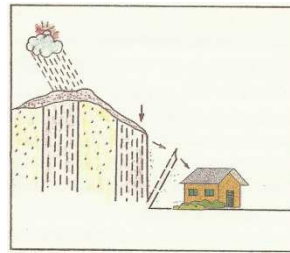
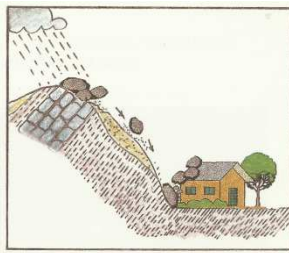
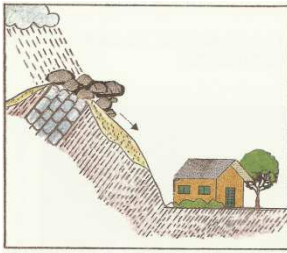


Imagem 11 - Processo de queda de Blocos  
Fonte: OLIVEIRA, 1998.

Imagem 12 - Processo de Tombamento de lascas em encostas e taludes  
Fonte: OLIVEIRA, 1998.

#### 2.6.4 - Corridas de massa.

É o processo mais rápido de movimentações de massa, constitui do escoamento de massa de solo e rocha ao longo de uma vertente, a massa de aspecto viscoso é formada por matrizes de água, argila, silte e porções granulares de material grosseiro como areia, seixos, grânulos e matacões, a origem das corridas de massa estão ligadas diretamente as águas pluviais, sua ocorrência faz parte da evolução de uma vertente, geralmente as corridas de massa envolvem grandes volumes de massa, com alto poder destrutivo e de transporte, atingindo grandes distâncias ao longo das drenagens, podendo assim atingir áreas mais planas.



Imagem 13 – Aspecto geral das corridas de massa ao longo das vertentes  
Fonte: OLIVEIRA, 1998.

### 3 – Procedimentos Metodológicos

- 1) Revisão da bibliografia pertinente em livros, periódicos, rede mundial de computadores etc.
- 2) Investigar a evolução histórica das movimentações de massa por meio de fotos, depoimentos etc.
- 3) Realizar visitas preliminares à campo para identificação dos locais de maior ocorrência de movimentação de massa no Parque.
- 4) Realizar visitas periódicas ao Parque no intuito de observar as condições físicas do Parque Arthur Thomas que interferem nas movimentações de massa mensurando fatores determinantes da dinâmica do meio como pluviosidade, infiltrações, cobertura vegetal etc.
- 5) Observar as alterações provenientes de ações antrópicas no uso do solo que possam interferir nas movimentações de massa.
- 6) Correlacionar os desdobramentos socioambientais decorrentes das movimentações de massa com a configuração física atual do Parque.

As pesquisas relacionadas à geografia física e mais precisamente no caso de meu trabalho da geomorfologia, tem a tendência a percorrer três etapas, o trabalho de gabinete, trabalho de campo e trabalho de laboratório, no caso do trabalho de gabinete, analisou-se informações como contexto histórico do parque e sua importância para a cidade de Londrina, por meio de pesquisas em livros, internet, artigos e entrevistas, pude levantar dados como por exemplo o tipo de vegetação da área de estudo, o tipo de solo que estou estudando na encosta, o que é de fundamental importância pois este material é que forma o local de estudo e determina os aspectos físicos da encosta, por meio do IAPAR-Londrina, analisou-se levantamentos de índices pluviométricos para comparações dos dias de maior índices com uma possível movimentação de massa, outro aspecto muito importante o comportamento da água em encostas.

Um levantamento muito importante que foi realizado, foram os outros aspectos de acidentes geológicos em áreas urbanas, ficando demonstrado que não são somente as movimentações de massa que prejudicam as áreas urbanas, mas outros aspectos como erosão, poluição dentre outros, não me aprofundei em detalhes em todos os acidentes geológicos, até visando um melhor recorte do

estudo de movimentações de massa, o qual deu uma ênfase bem maior e um detalhamento tornando a bibliografia pertinente dos outros acidentes para pesquisas posteriores, o item trabalho de campo, foi acompanhado por mim desde 2008, com levantamento de informações em loco do trabalho, entrevistas com funcionários e administração do parque Arthur Thomas e fotografias, por meio destes aspectos, chegou-se a conclusões pertinentes da movimentação de massa na encosta estudada, como qual tipo de movimentação existe no local, que tipo de solo existe no local também, se existem riscos de novos deslizamentos na área de estudo, tudo com auxilio da observação e acompanhamento da área de estudo, ainda mais voltado a aspectos da geografia física, a observação e análise de dados de campo são fundamentais para uma elaboração de trabalhos que nos dêem mais confiança nos resultados finais, é imprescindível o trabalho de campo para trabalhos relacionados a geografia física, sem estes levantamentos em loco o trabalho poderá ter resultados equivocados ou errados.

O ultimo ponto de levantamentos para estudos em geomorfologia é o de trabalho em laboratório, neste ponto chegou-se a algumas conclusões após verificações feitas na teoria com a pratica como visualização de fotos sobre qual tipo de movimentação ocorre na área estudada, outro aspecto muito importante é por em pratica técnicas para verificações in loco do que foi visto na teoria, como por exemplo a taxa de infiltração do solo que pude aplicar após verificações no livro de Antonio Guerra, Geomorfologia exercícios, aplicações, técnicas, para esta análise utilizou-se um infiltrômetro, onde pude analisar a taxa de infiltração do solo da encosta estudada em épocas diferentes e com solos úmidos e secos.

#### 4 - Apresentação de Resultados

Após análise e observação durante quatro anos de acompanhamento do local estudado, pude chegar a algumas conclusões sobre a encosta estudada: identificar quais tipos de movimentações existe no local, pois na encosta estudada dois tipos de movimentação foram diagnosticados, ambas são movimentação de massa inconsolidada devido o material e tipo de solo encontrados no local. O primeiro tipo identificado de movimentação do local é o de rastejamento de solo, pois no o grande peso das massas encontram-se rastejando declive abaixo, causando com isto inclinações nas árvores (Figuras 1 e 2). O deslocamento do solo e de outros detritos pode variar de 1 até 10mm/ano, dependendo do tipo de solo, do clima, da declividade do talude e da densidade da cobertura vegetal. Observando as fotos, tiradas em datas diferentes (a 1 é de 2008 e a 2 de 2011), a inclinação das árvores continua presente. (PRESS et al., 2006, p. 301).



Figura 1 - Vegetação inclinada devido ao rastejamento.  
Fonte: Birelo, 2008.

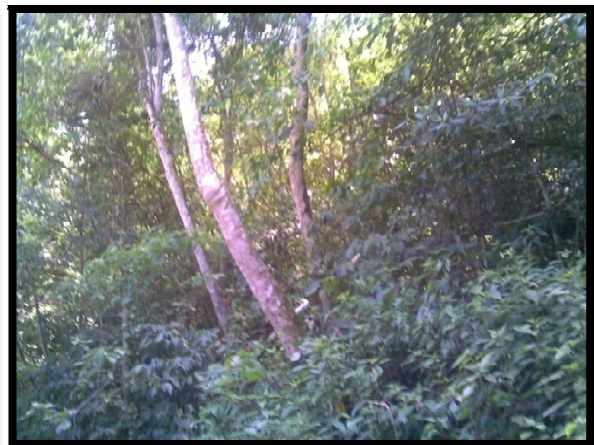


Figura 2 - Vegetação inclinada devido ao rastejamento.  
Fonte: Birelo, 2011.

Outro indicio de movimentação por rastejamento é o material encontrado na base da encosta, cascalhos e material incosolidado que se depositaram junto à usina que fica logo abaixo da encosta, figura 3.





Figura 3 – Material encontrado na base da encosta.  
Foto: Birelo, 2011.

O outro tipo de movimentação encontrada no local é a de deslizamentos de detritos, cheguei a estas evidencias, pois após quatro anos estudando o local, verifiquei em seu histórico movimentação deste tipo no ano de 2004, neste ano ocorreu um grande deslizamento de detritos na encosta estudada, por meio de relatos e fotos pude verificar tais afirmações e conseqüências de tal movimentação, após relatos de Sydney diretor do parque em 2008, o mesmo mencionou que à montante da encosta estudada, foi construído um dissipador responsável pelo escoamento das águas pluviais de vários pontos ao entorno do parque, a quantidade de água aliada a grande declividade das vertentes do ponto de estudo, culminaram no deslizamento e destruição de parte da antiga usina e trilha que foi desativada e impossibilita a visitaçao de parte do parque.



Figura 4 - Deslizamento de detritos no Parque oriundos da movimentação de massa.

Fonte: SEMA, 2008



Figura 5 - Usina coberta por detritos.

Fonte: SEMA, 2008.

O deslizamento de 2004, teve como consequência a grande quantidade de água pluvial lançada em um único ponto (nascente do córrego pica-pau) e que escoou através do duto (Fig. 6), acumulando energia no canal, até o momento que saturado pela água, o solo culminou no deslizamento, muito material como cascalho foi movido para a parte de baixo da encosta, cascalho este que é a rocha basáltica em processo de decomposição (o intemperismo da rocha).

Nos deslizamentos de detritos o material rochoso e o solo movem-se como uma ou mais unidades de grandes extensões ao longo de planos de fraqueza, tais como argila saturada de água dentro ou na base dos detritos, outro item muito importante é a grande declividade que encontramos na área estudada que chega a 70% sendo este item um dos fatores principais para uma movimentação de massa.

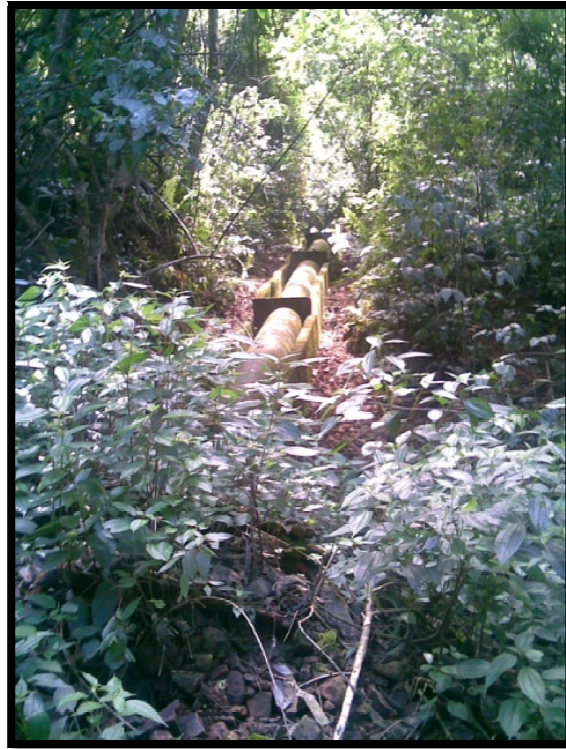
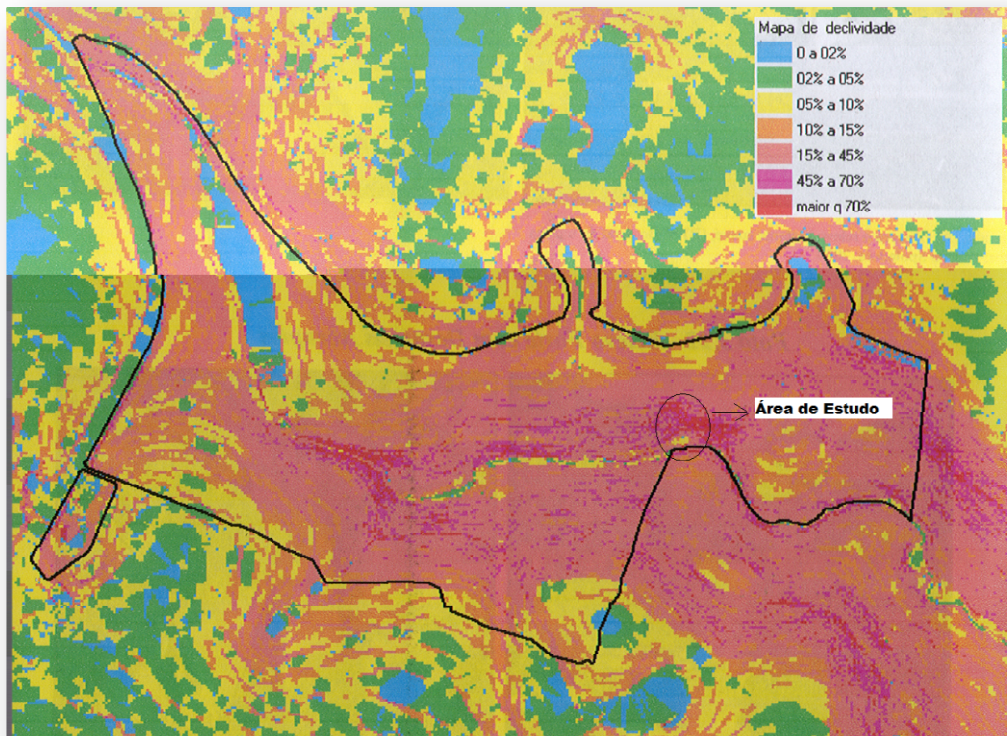


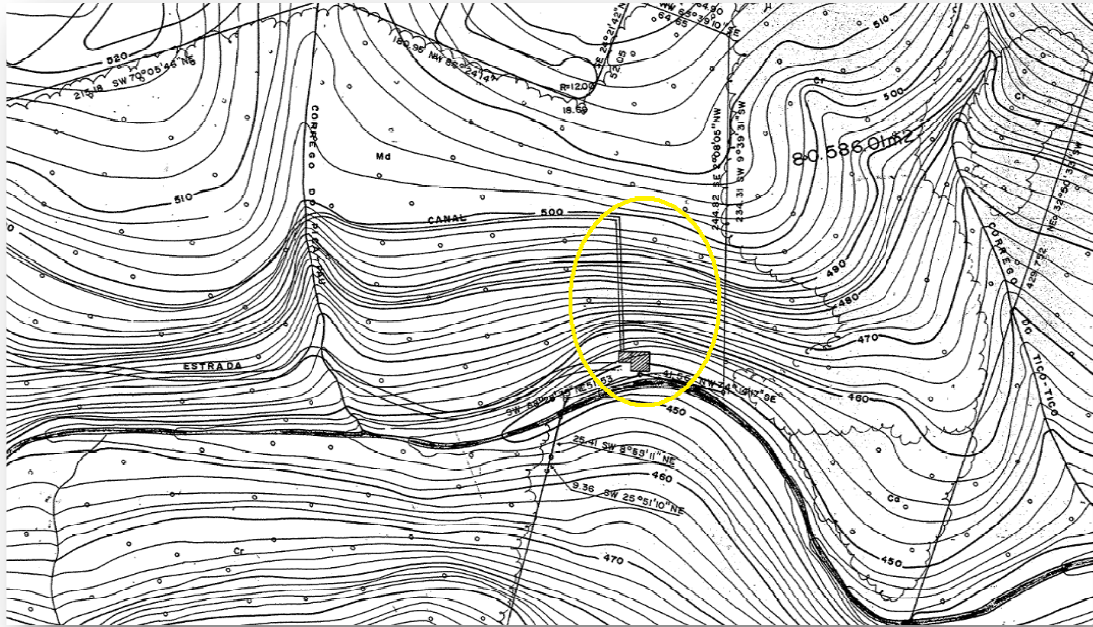
Figura 6 - Duto construída no meio da encosta.  
Fonte: Birelo, 2011.

Com observações e análises realizadas no final de 2011, verificou-se que a cobertura vegetal no ponto de estudo é muito importante, pois a mesma ajuda muito no escoamento de água, verificamos isto não somente na encosta estudada, mas em qualquer tipo de encostas, a cobertura vegetal é de vital. No local de estudo a encosta encontra outro fator agravante para as movimentações de massa, falamos da declividade, no ponto de estudo a declividade (Map. 1) que chega a mais de 70% e a grande quantidade de chuvas que cai em nosso região em períodos curtos de tempo, já são indícios para movimentações de massa em qualquer tipo de encosta, mas o que leva uma encosta a se mover mais rápido ou não, testes como o da taxa de infiltração de água no solo são fundamentais para tais análises. Nas figuras a seguir podemos verificar a grande declividade de minha área de estudo e as cotas de curvas de nível do local.



Mapa 1 - Carta de Declividade do Parque Arthur Thomas.  
Fonte: STPC, 2008 – Org. Birelo.

Na carta de curvas de nível, a área de estudo esta destacada em amarelo (circulo), podemos verificar também o canal de escoamento que conduzia as águas do lago para a turbina da usina.



Mapa 2 – Carta de Curvas de Nível da Encosta Estudada  
Fonte: STPC, 2008 – Org. Birelo.

Conforme citado acima, um teste muito importante realizado, foi o da taxa de infiltração do solo da encosta estudada, a taxa de infiltração é o índice que mede a velocidade que a água da chuva se infiltra no solo, e exerce um papel fundamental para o escoamento superficial, item importantíssimo para as movimentações de massa, para tal procedimento utilizei um infiltrômetro que eu mesmo confeccionei, seguindo as regras do livro geomorfologia: exercícios, técnicas e aplicações (fotos do infiltrômetro e matérias estão nos anexos), o procedimento era o seguinte, com o infiltrômetro introduzido no solo, verifiquei a taxa de infiltração de água no mesmo, utilizou-se um procedimento para o solo seco com e sem cobertura vegetal e úmido com e sem cobertura vegetal, cada amostragem demora 30 minutos para ser realizada, no início mede-se o tempo em 30``, um minuto, um minuto e meio, dois minutos, três minutos e assim até completar os 30 minutos, o infiltrômetro é um tubo de PVC de 15cm, onde 5cm fica introduzido no solo, nos dez que ficaram para fora do solo, usa-se uma régua de 10cm para medição da taxa de infiltração, toda vez que se chega a 5cm enche-se o tubo com água é marca-se o tempo e quantidade de

água infiltrada, com tais dados pude confeccionar, tabelas e gráficos com as taxas de infiltração do solo, lembrando que as amostras foram feitas na parte superior da encosta (GUERRA, 1996, p. 140-143).

Em tabela confeccionada a mesma nos mostra as taxas de infiltração do solo, é verificado taxas de infiltração do solo com e sem coberturas vegetais e em solos secos e úmidos, a data de coleta do solo seco foi feita no dia 20/10/2011, o solo apresentava rachaduras devido à falta de água nos dias anteriores e a amostra do solo úmido foi coletada no dia 14/11/2011, dias estes que apresentaram índices pluviométricos de 12,8mm para o dia 12/11 e 42,8mm para o dia 13/11(IAPAR, 2011), visto que solo estava bem úmido para análise. A tabela nos mostra a quantidade de ml utilizado em cada tempo decorrido, no item tempo, o mesmo que esta em amarelo é o que foi completado com água, pois chegou a marca de 5cm no infiltrômetro, e o ultimo item é a quantidade de mm utilizada em cada marcação de tempo.

Tabela 1 – Taxas de Infiltração do Solo.

Taxa de Infiltração Sem Cobertura Vegetal (úmido)			Taxa de Infiltração Com Cobertura Vegetal (seco)			Taxa de Infiltração Sem Cobertura Vegetal (seco)			Taxa de Infiltração Com Cobertura Vegetal (úmido)		
MI	Tempo	mm	MI	Tempo	mm	MI	Tempo	mm	MI	Tempo	mm
3440	30	70	5820	30	380	13320	30	380	1840	30	40
3350	29	90	5620	29	200	13050	29	270	1800	29	40
3280	28	70	5420	28	200	12700	28	350	1760	28	40
3170	27	110	5330	27	90	12360	27	340	1740	27	20
3140	26	30	5130	26	200	12040	26	320	1670	26	70
3090	25	50	4940	25	190	11740	25	300	1620	25	50
3020	24	70	4810	24	130	11380	24	360	1580	24	40
2930	23	90	4580	23	230	11100	23	280	1530	23	50
2850	22	80	4410	22	170	10750	22	350	1480	22	50
2740	21	110	4230	21	180	10400	21	350	1420	21	60
2650	20	90	4030	20	200	9980	20	420	1370	20	50
2550	19	100	3870	19	160	9650	19	330	1340	19	30
2450	18	100	3670	18	200	9300	18	350	1300	18	40
2370	17	80	3470	17	200	8900	17	400	1270	17	30
2260	16	110	3330	16	140	8450	16	450	1240	16	30
2190	15	70	3130	15	200	8170	15	280	1180	15	60
2100	14	90	2920	14	210	7650	14	520	1130	14	50
2010	13	90	2750	13	170	7200	13	450	1060	13	70
1900	12	110	2530	12	220	6800	12	400	1010	12	50
1760	11	140	2360	11	170	5900	11	900	950	11	60
1690	10	70	2140	10	220	5480	10	420	890	10	60
1550	9	140	1910	9	230	5000	9	480	840	9	50
1440	8	110	1760	8	150	4650	8	350	790	8	50
1270	7	170	1570	7	190	4230	7	420	740	7	50
1180	6	90	1370	6	200	3780	6	450	690	6	50
1040	5	140	1250	5	120	3320	5	460	630	5	60
950	4	90	890	4	360	2800	4	520	560	4	70
790	3	160	750	3	140	2300	3	500	520	3	40
710	2	80	650	2	100	1730	2	570	480	2	40
630	1'30''	80	550	1'30''	100	1400	1'30''	330	420	1'30''	60
520	60''	110	460	60''	90	600	60''	800	380	60''	40
350	30''	170	350	30''	110	350	30''	250	350	30''	30

Org. Birelo, 2011.

Obs: As marcações em amarelo são representadas pelo momento em que tive que repor água no infiltrômetro.

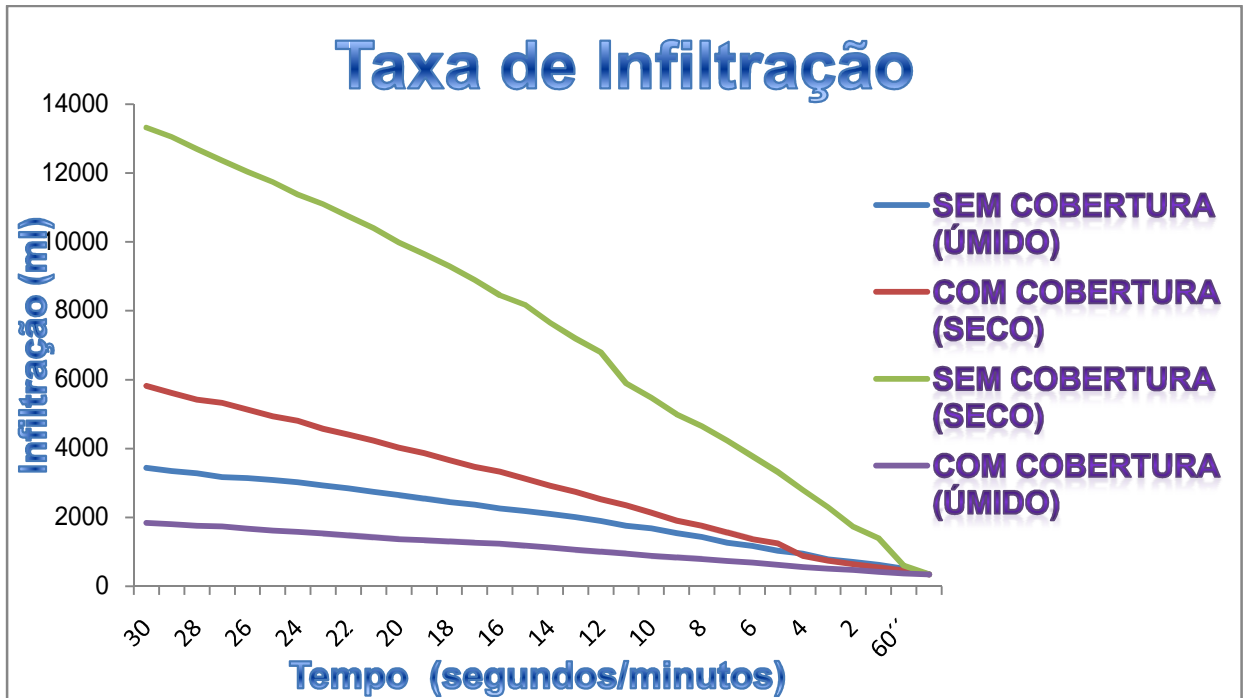


Gráfico 1 – Taxas de Infiltração do Solo.  
Org. Birelo, 2011.

Observando e fazendo uma análise dos dados obtidos, fruto o processo de obtenção da taxa de infiltração, podemos concluir que a cobertura vegetal é muito importante para a taxa de movimentação de massa que poderia ocorrer em mais ou menos tempo, o local estudado já é propício a movimentações de massa pois, possui uma declividade muito alta, solo intemperizado e chuvas contínuas durante o ano, mas visto na tabela e gráfico, sem uma cobertura vegetal as movimentações nesta área seriam muito mais intensificadas, o item visto no gráfico solo sem cobertura vegetal e seco, os dados são altíssimos chegando a quase 13 ½ litros de água em 30 minutos, enquanto nos demais o máximo foi de infiltração foi de 2 a 6 litros independente se o solo era úmido ou seco, isto leva a crer que a cobertura vegetal do local não deixa acontecer o tipo de movimentação por deslizamento de detritos, que é mais perigosa as sociedades, pois é mais rápida e geralmente não dá avisos, outro item interessante sobre a cobertura vegetal são as observações que faço desde 2008, no ano de 2008 a cobertura vegetal era muito menor do que a vista hoje final de 2011, podemos verificar isto em fotos das duas datas nos mesmos lugares a figura 7 é de 2008 e a figura 8 é de 2011, ambas tiradas da parte superior da encosta.





Figura 7 – Cobertura Vegetal 2008.  
Fonte: Birelo, 2008.



Figura 8 – Cobertura Vegetal 2011.  
Fonte: Birelo, 2011.

Outro item interessante para se ressaltar sobre índices pluviométricos e cobertura vegetal, foram as fortes chuvas que castigaram a cidade de Londrina dos dias 12/10/2011 a 15/10/2011, nestes dias choveu um total de 170.4mm, no dia 12 choveu 29.2, dia 13 23.8, dia 14 18.6 e dia 15 98.8, dia em que mais forte foram os estragos na cidade, neste dia (15) das 12:00 as 18:00 choveu 72mm, proporção nunca vista em nossa cidade, quando a média para o mês todo de outubro é de 139mm (IAPAR, 2011), 4 dias terríveis para nossa cidade que não é planejada para tal acontecimento, o interessante é que no local de estudo não ocorreu nenhuma movimentação de massa, mesmo com toda a carga de água que nunca tinha sido vista em Londrina, tudo indica que a cobertura vegetal atuou positivamente neste aspecto, pois onde vimos na cidade locais com menos declividade e tendências a desmoronamentos, aconteceram os fatos e no local de estudo onde tudo é propício as movimentações, nada aconteceu.

## Considerações Finais

O Objetivo geral de “Investigar as movimentações de massa no Parque Arthur Thomas, vinculando as condições morfoestruturais ao uso do solo” foram atingidas, após quatro anos observando e analisando o comportamento da encosta dentro do parque Arthur Thomas, pude chegar a conclusão que dois tipos de movimentações de massa ocorrem neste local, uma direcionada a causas naturais que é o rastejamento e outra direcionada a causas antrópicas que é o deslizamento de detritos, fato que ocorreu em 2004 e corre o risco de voltar a acontecer pois a área é propícia a este tipo de movimentação devido ao parque possuir uma série de problemas relativos à erosão e assoreamento, em grande parte, relacionados ao sistema de galerias de águas pluviais instaladas ao longo dos anos. Estas galerias são responsáveis por despejar as águas do escoamento superficial de todos os bairros localizados na bacia hidrográfica do ribeirão Cambé nos limites do Parque e no seu interior.

O objetivo específico de “Investigar a evolução histórica das movimentações”, foi atingido, pois as causas naturais como o processo de rastejamento a cobertura vegetal está atuando muito bem como barreira de contenção da movimentação de massas, visto em testes de infiltração e quantidade que cresceu de cobertura vegetal de 2008 para o ano de 2011.

Estes resultados proporcionaram verificar que as movimentações de massa podem ser amenizadas, verificamos sempre que em épocas de chuvas em nosso país vidas e mais vidas são levadas por motivos óbvios como construções irregulares em locais de encosta e que infelizmente a parcela menos favorecida sofrem com os problemas que a movimentação de massa proporciona, por isso a importância da preservação permanente e da verificação dos estudos realizados neste trabalho, fica mais evidente ainda que preservação é o caminho não só para as movimentações de massa, mas para diminuir os impactos dos acidentes geológicos urbanos.

Os acidentes geológicos urbanos, acontecem principalmente onde não houve ou não há um estudo e planejamento urbano voltado a questões ambientais, felizmente esta realidade está mudando em todo o mundo, leis estão sendo criadas para que exista uma regularização e consciência sobre o meio ambiente, a passos lentos sim, mas é um começo, não podemos jogar a culpa somente ao poder público

sobre estas questões, pois a sociedade brasileira em geral, não tem o hábito de cuidados com a natureza, verificamos isto com o destino do lixo, que na maioria das vezes é em lugar inadequado, podemos progredir sem prejudicar a natureza, somente temos que ter a questão da sustentabilidade em mente, não querer mais do que precisamos, mas isto é difícil para a humanidade, o problema é que a natureza dá o troco e geralmente é de forma rude e impiedosa, não levando em conta ricos ou pobres, todos são afetados, isto é que a humanidade não aprendeu ainda, quando aprendermos tomara que não seja tarde demais.

## Referências Bibliográficas

AMARAL, Sérgio Estanislau do; LEINZ, Viktor. Intemperismo. In: \_\_\_\_\_. **Geologia Geral**. 14.ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2003. p.65-66.

GUERRA, Antonio José Teixeira. Processos Erosivos nas Encostas. In: GUERRA, Antonio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da. **GEOMORFOLOGIA: exercícios, Técnicas e Aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. p. 139-155.

GUERRA, Antonio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da. **GEOMORFOLOGIA: uma Atualização de Bases e Conceitos**. 7.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.

\_\_\_\_\_. Intemperismo em Regiões Tropicais. In: \_\_\_\_\_. **Geomorfologia e Meio Ambiente**. 3.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000. p.25.

GUERRA, Antonio José Teixeira; VITTE, Antonio Carlos. **Reflexões sobre a geografia física no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.

IAPAR - Instituto Agrônomo da Paraná. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=1463>>. Acesso em: 18 nov. 2011.

MAACK, Reinhard. **Geografia física do Estado do Paraná**. 2.ed. Rio de Janeiro: Livraria José Olympio Editora S.A., 1981.

OLIVEIRA, Luís M. (org.). **Guia de Prevenção de acidentes geológicos urbanos**. Curitiba: Mineropar, 1998.

ORNELAS, Maria Edilene de. **Degradação Ambiental em Áreas de Preservação: parque Arthur Thomas, Londrina-PR**. 1991. Monografia (Graduação em Geografia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

Parque Arthur Thomas. Disponível em: <<http://www.parquearthurthomas.com.br/>>. Acesso em: 20 set. 2008.

PRESS, Frank. *et al.* Intemperismo e erosão. In: \_\_\_\_\_. **Para entender a Terra**. 4.ed. Porto Alegre: Bookman, 2006. p. 180-305.

ROSS, Jurandy Luciano S.; FIERZ, Marisa de Souto M. Algumas técnicas de pesquisa em Geomorfologia. In: VENTURI, Luis A. Bittar (org.). **Praticando Geografia – técnicas de campo e laboratório**. 2.ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. p.69-84.

SEMA – Secretária do Meio Ambiente de Londrina. Disponível em:  
<[http://www1.londrina.pr.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=frontpageplus  
&Itemid=163](http://www1.londrina.pr.gov.br/index.php?option=com_content&view=frontpageplus&Itemid=163)>. Acesso em: 20 set. 2008.

STPC ENGENHARIA DE PROJETOS LTDA. **Plano de manejo do Parque Arthur Thomas**. 2004. Disponível em:  
<<http://www.parquearthurthomas.com.br/manejo.htm>>. Acesso em: 01 ago. 2008.

VIEIRA, Lúcio S. Pedogênese. In: \_\_\_\_\_. **Manual da Ciência do Solo**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1975. p. 309-330.

## ANEXOS

Materiais utilizados para elaboração da taxa de infiltração.

Balde, martelo, papel, relógio, caneta, infiltrômetro, régua pequena, pregador de roupas, botas de borracha, prancheta, madeira e potinho de margarina.



Vários itens parecem supérfluos como bota, martelo e madeira, mas somente indo a campo pude verificar a importância de tais itens, como por exemplo botas, pois o local de estudo é de barro principalmente para análise de solo úmido, sem as botas a sujeira iria ser grande, madeira e martelo serviram para introduzir o infiltrômetro no solo sem estes materiais seria difícil tal atividade, principalmente em solo seco, o balde foi importante um de 20 litros pois o solo seco, demandou muita água, como a medição é de 30 minutos, ficaria sem água e abortaria a coleta de dados por falta de água, os demais servem para marcar tempo, escrever dentre outros.

Abaixo segue o infiltrômetro que é composto de um tubo de PVC, com 15cm de altura e 10 de diâmetro, onde os 5cm da parte de baixo ficam no solo e o restante serve para a verificação da taxa de infiltração.



A foto abaixo demonstra a regua pequena que fica dentro do infiltrômetro, possibilitando a visualização da taxa de infiltração.





Segue dados coletados com o processo do infiltrômetro e com estes dados foi possível elaboração de gráfico e tabela com a taxa de infiltração do solo estudado.

Sem Cobertura	1910 - 1930	Solo Seco	5 (cm) #
X30" - 3.4	X19.3	X28 - 1.5	
X60" - 6.1	X13.2.5	X29.4.2	
X130" - 4.1	X14.2.7		
X2 - 2.3	X15.0.5		
X3 - 3.3	X17.4		
X4 - 3.3	X18.2.5		
X5 - 3.2	X19.0.8		
X6 - 2.8	X20.5		
X7 - 2.3	X21.3.5		
X8 - 1.5	X22.2		
X9 - 1.5	X23.4.8		
X10 - 4.8	X24.3.4		
X11 - 4	X25.1.4		
	X26.4.6		
	X27.3		

Em Cobertura	1910	Solo Seco	5 (cm) #
X30" - 11.1	X12.3.6	X25.2.4	
X60" - 2	X13.0.3	X26.4.4	
X130" - 3	X14.2.4	X27.0.3	
X4 - 4	X15.4.4	X28.2.3	
X3 - 0.4	X16.0.8		
X4 - 3.8	X17.2.8		
X5 - 4.8	X18.4.8		
X6 - 1.8	X19.1.4		
X7 - 3.7	X20.3.4		
X8 - 0.2	X21.0.2		
X9 - 2.5	X22.1.9		
X10 - 2.7	X23.4.2		
X11 - 1.4	X24.0.5		

Obs: Solo Cobertura  
 Anular - Usar  
 Parâmetro 6000  
 (Linha)

5m Conventura  
13/11 (9:40) Solo unino

30"	<del>1.7</del>	17	2.0
60"	<del>2.8</del>	18	2.8
130"	<del>3.6</del>	19	3.8
	4.4	20	4.7
		21	0.8
*3-	1	22	1.9
4	2.5	23	2.8
5	3.9	24	3.5
6	4.0	25	4.0
7	1.5	26	4.8
8	2.8	*27	0.9
9	4.9	28	1.8
10	4.9	29	2.7
11	2.3	30	3.4
12	2.5		
13	3.4		
14	2.3		
15	5.0		
16	1.1		

14/11

con conventura  
13/11

30"	0.3	17	4.5
60"	0.7	18	4.9
130"	1.3	*19	0.2
	1.7	20	0.7
1	1.1	21	1.3
2	2.0	22	1.8
3	2.4	23	2.3
4	3.9	24	2.7
5	3.9	25	3.2
6	4.4	26	3.9
7	4.9	27	4.1
8	0.4	28	4.5
9	1.0	29	4.9
10	1.6	*30	0.3
11	1.8		
12	2.1		
13	2.8		
14	3.3		
15	3.9		
16	4.2		

14:00