

Revisão	Modificação	Data	Autor	Aprovo

Especialidades:	Autores do Documento:	CREA	UF	Matrícula	Rubrica
1- Meio Ambiente – Engenheiro Sanitarista e Ambiental	Jader Henrique Junckes	077565-4/SC		15272-35	
2- Meio Ambiente – Engenheira Florestal	Camila Lourdes da Silva	17041/D-DF		13660-36	

		Sítio AEROPORTO INTERNACIONAL AFONSO PENA – SÃO JOSÉ DOS PINHAIS/PR	
		Área do sítio GERAL	
Data MAIO/2011		Especialidade / Subespecialidade PLANO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS	
Autor de Projeto CONFORME LISTA ACIMA		Tipo / Especificação do documento MEMORIAL	
Gerente Rubrica ANGELA CRISTINA BAHR	(Validador)	Tipo do empreendimento AMPLIAÇÃO/REFORMA	Classe geral do projeto INFORMAÇÕES BÁSICAS
Superintendente Rubrica ANTONIO PALLU	(Aprovador)	Substitui a	Substituída por
Rubrica do Autor CONFORME LISTA ACIMA	Reg. Do Arquivo	Codificação CT.01/851.75/02590/00	

SUMÁRIO

1 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR.....	4
2 IDENTIFICAÇÃO DOS RESPONSÁVEIS TÉCNICOS	4
3 GLOSSÁRIO	4
4 OBJETIVO	5
5 LOCALIZAÇÃO DAS ÁREAS	5
6 CONCEITUAÇÃO.....	5
7 HISTÓRICO.....	6
8 SITUAÇÃO ATUAL.....	8
8.1 Caracterização Geológica da Área do Aeroporto.....	8
8.2 Características Descritivas das Áreas do Aeroporto	11
8.2.1 Situação da Área 1.....	11
8.2.2 Situação da Área 2.....	13
8.2.3 Situação da Área 3.....	14
9 PLANO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS	16
9.1 Metodologia Utilizada para Recuperação da Área 1.....	16
9.1.1 Regularização do terreno	16
9.1.2 Conformação de Taludes.....	16
9.1.3 Drenagem	16
9.1.4 Escarificação da camada superficial do solo	19
9.1.5 Procedimentos	19
9.2 Metodologia Utilizada para Recuperação da Área 2.....	20
9.2.1 Regularização do terreno	20
9.2.2 Conformação de Taludes.....	20
9.2.3 Drenagem	20

9.2.4 Escarificação da camada superficial do solo	22
9.2.5 Procedimentos	22
9.3 Metodologia Utilizada para Recuperação da Área 3.....	22
9.3.1 Regularização do terreno	22
9.3.2 Conformação de Taludes.....	23
9.3.3 Drenagem	23
9.3.4 Escarificação da camada superficial do solo	23
9.3.5 Procedimentos	24
9.4 Espécies Recomendadas para Plantio nas Áreas a Serem Recuperadas.....	24
10 CONCLUSÕES.....	26
11 BIBLIOGRAFIA	27

1 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR

Nome: Empresa Brasileira de Infra-Estrutura Aeroportuária – INFRAERO

Endereço: Av. Rocha Pombo S/N, Águas Belas, São José dos Pinhais

CEP: 83010-900

CNPJ: 00352294/0007-06

2 IDENTIFICAÇÃO DOS RESPONSÁVEIS TÉCNICOS

Nome: Jader Henrique Junckes

Formação: Engenheiro Sanitarista e Ambiental

CREA: 077565-4/SC

Nome: Camila Lourdes da Silva

Formação: Engenheira Florestal

CREA: 17041/D-DF

As anotações de responsabilidade técnica são apresentadas no Anexo A.

3 GLOSSÁRIO

São usadas neste documento as seguintes convenções e abreviaturas:

- INFRAERO – Empresa Brasileira de Infra-Estrutura Aeroportuária;
- SBCT – Aeroporto Internacional Afonso Pena;
- CREA – Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia;
- FAIXA DE PISTA DE TÁXI - área destinada a proteger uma aeronave durante o taxiamento ou rolamento e a reduzir o risco de danos à aeronave, em caso desta sair dos limites da pista de táxi ou de rolamento;
- SÍTIO AEROPORTUÁRIO - toda a área patrimonial do aeródromo;
- CABECEIRA DA PISTA – Limite da pista utilizável para pouso e decolagem, no seu sentido longitudinal;
- OBSTÁCULO – Todo objeto de natureza permanente ou temporária, fixo ou móvel, ou parte deste, que esteja localizado em uma área destinada à movimentação de aeronaves no solo, ou que se estenda acima das superfícies destinadas à proteção das aeronaves em voo.

4 OBJETIVO

Este projeto define as condições gerais para recuperação das áreas degradadas utilizadas anteriormente como áreas de empréstimo dentro do sítio aeroportuário. Esta recuperação tem como premissas a recomposição da topografia original com a utilização de solos resultantes de escavações e resíduos Classe A (Resolução CONAMA 307/2002) originados nas diversas obras do Aeroporto Internacional Afonso Pena, e a recuperação da camada vegetal.

5 LOCALIZAÇÃO DAS ÁREAS

As áreas a serem recuperadas estão localizadas dentro do sítio aeroportuário conforme apresentado na Figura 1.



Figura 1- Localização das áreas a serem recuperadas dentro do sítio aeroportuário.

6 CONCEITUAÇÃO

Áreas degradadas são áreas que tiveram redução na sua capacidade em produzir bens por meio de uma utilização específica, geralmente induzida pelo homem, podendo ser definida como áreas que sofreram um processo de redução e/ou perda da capacidade potencial do solo, tanto quantitativamente como qualitativamente. São áreas que

sofreram modificação em prejuízo do meio ambiente, geralmente fruto de uma exploração econômica não sustentável (Tamanini *et al*, 2004).

O Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) tem por finalidade precípua que o empreendedor, responsável pela exploração de bens minerais e posterior recuperação da área ambientalmente degradada, apresente todas as ações necessárias a uma efetiva recuperação e monitoração da região até que a área esteja em harmonia e integrada ao contexto do desenvolvimento local. Este estudo fornece ao Empreendedor responsável por gerir a exploração dos bens minerais, um conjunto de técnicas, medidas, programas e ações estratégicas que adéquam o uso racional das jazidas para que haja, efetivamente, a reparação das áreas degradadas do sítio aeroportuário, mitigando os possíveis impactos negativos, bem como permitindo o monitoramento da região direta e indiretamente impactada, prevendo, desta forma, problemas futuros em prol do desenvolvimento sustentável.

7 HISTÓRICO

A área pertencente ao Aeroporto Afonso Pena se constitui em parte da área da Colônia Afonso Pena, ali implantada no início do século XX em homenagem ao sexto Presidente da República, Afonso Pena (1906 a 1909). Nessa ocasião, o Governo Federal desapropriou a área de uma fazenda, no município de São José dos Pinhais, de propriedade de Matias Mendes. Dividiu-a em pequenas chácaras e ali assentou uma colônia de imigrantes poloneses e alemães (incentivados pela política de colonização para a agricultura), efetuando, deste modo, a ocupação no início deste século.

Devido à entrada do Brasil na II Guerra Mundial, o Ministério da Guerra, através do Ministério da Aeronáutica, órgão responsável pela aviação na época (criado pelo Decreto-Lei 2.961/1941 de 20/01/1941), no início da década de 1940, realizou um minucioso levantamento da área dessa colônia, em função dos ventos dominantes. A área correspondente ao antigo Aeroporto Afonso Pena foi desapropriada para a construção das pistas de pouso, com o mesmo traçado hoje existente. Em janeiro de 1946, com a guerra terminada, a aviação civil passou a operar efetivamente na Base Aérea Afonso Pena, moderna e recém construída. A construção original do Aeroporto Afonso Pena aconteceu no período de maio de 1944 a abril de 1945, tendo como executores o Ministério da Aeronáutica em cooperação com o Departamento de

Engenharia do Exército Norte-Americano. A Base Aérea Afonso Pena, como era então conhecido o Aeroporto, tinha como finalidade básica servir de ponto estratégico para as operações aliadas durante a II Guerra Mundial. Devido ao fato de ser construído nos últimos meses da guerra, o Aeroporto foi pouco utilizado, prevalecendo posteriormente o uso pela aviação civil. Quando a Base Aérea passou a atender a Aviação Civil, foi construída uma estação de passageiros que esteve em uso até 1959.

Em 1959 o Aeroporto Afonso Pena era o quarto aeroporto em movimento de aeronaves, quando o Ministério da Aeronáutica precisou construir uma nova estação de passageiros com área de 2.200 metros quadrados. Este terminal de passageiros foi inaugurado em 05 de fevereiro de 1959, durante o Governo de Moysés Lupion. Era então Ministro da Aeronáutica o Brigadeiro Menescal. As obras executadas em 1959 permaneceram inalteradas até a década de 70. A partir de 1974, pela Portaria n.º 120 GM-5, de 03 de dezembro de 1973, o Aeroporto Afonso Pena passou a ser administrado pela Empresa Brasileira de Infra-Estrutura Aeroportuária - INFRAERO.

O Terminal de Cargas - TECA entrou em atividade em 1º de julho de 1974 e foi o pioneiro da Empresa. A partir da adoção de uma política de desenvolvimento industrial no Paraná seu movimento vem crescendo consideravelmente. Em 1977, foi concluída a ampliação do terminal de passageiros, aumentando sua capacidade de atendimento em quatro vezes, proporcionando mais conforto aos usuários e às empresas áreas. Mesmo com todas as remodelações e ampliações efetuadas, as obras não foram suficientes para atender à demanda crescente de passageiros e cargas. Em 1991, o Aeroporto contava com um déficit operacional estimado em 40%. Portanto, começaram as obras de construção de um novo terminal de passageiros.

O Aeroporto foi o segundo no Brasil a contar com o Sistema Integrado de Tratamento de Informações Aeroportuárias - SITIA. Movimento de aeronaves, informações sobre vôos, telefones internos e externos, circuito fechado de televisão e todas as operações do novo terminal estão interligadas, como ocorre nos aeroportos mais modernos do mundo.

O prédio onde funcionava o antigo terminal de passageiros foi totalmente reformulado para se tornar um moderno terminal de carga aérea, com uma área total de 12 mil metros quadrados. Com a construção do novo terminal e o aumento da demanda de passageiros, em 26 de junho de 1996, o Aeroporto Afonso Pena passou a ser internacional. Atualmente o Terminal de Cargas – TECA está instalado no antigo

terminal de passageiros que, juntamente com os terminais das companhias aéreas, integram a “Área Industrial” do Aeroporto.

As atuais ampliações de aeroportos, reformas e construções se estendem por todas as regiões do país; no Aeroporto Afonso Pena as principais obras visam ao aumento do estacionamento, a construção do novo Terminal de Cargas (TECA) e à ampliação do Terminal de Passageiros (TPS). Essas obras correspondem ao projeto de aumento da capacidade operacional do aeroporto, visando prepará-lo para a Copa do Mundo e para proporcionar maior conforto aos passageiros.

O dano ambiental descrito neste estudo foi causado pela atividade de exploração mineral das jazidas desde a implantação do aeroporto, estendendo-se até os dias atuais com as obras de extensão do aeroporto.

8 SITUAÇÃO ATUAL

8.1 Caracterização Geológica da Área do Aeroporto

A caracterização geológica abrange o contexto geológico da Sub-Bacia do Rio Pequeno. Este contexto geológico é composto por distintas unidades litoestratigráficas que são representadas, em parte, pelo Embasamento Cristalino, constituído por gnaisses e migmatitos; e na sua maior parte, pelos sedimentos que preenchem a calha da Bacia Sedimentar de Curitiba (Formação Guabirotuba), formados sob condições de clima variando de semi-árido a úmido durante o Pleistoceno, depositados em discordância sobre o embasamento. Além disso, sobre estas duas unidades, foram acumulados depósitos de planície de inundações e os baixos terraços da planície atual do Rio Iguaçu. Apesar da maior parte dos afloramentos desta região estarem descaracterizados devido à pavimentação e ao calçamento, são identificáveis três unidades geológicas presentes na área de influência direta do empreendimento: Embasamento Cristalino, Formação Guabirotuba e aluviões.

A coluna estratigráfica, apresentada na Tabela 1, corresponde ao contexto geológico local.

Tabela 1: Coluna estratigráfica da geologia local

Era Geológica	Período Geológico	Unidade Geológica
CENOZÓICO	QUATERNÁRIO	ALUVIÕES COLUVIÕES
	TERCIÁRIO	FORMAÇÃO GUABIROTUBA
PALEO-PROTEROZÓICO ARQUEANO	--	EMBASAMENTO CRISTALINO

Complexo Gnaíssico-Migmatítico (Embasamento Cristalino)

Localmente na área de estudo, as rochas do Embasamento Cristalino, apresentam pequenas ocorrências. Quando da sua ocorrência, é constituído, predominantemente, por migmatitos e gnaisses com pequenas intercalações de quartzitos e meta-máficas, podendo ocorrer localmente veios de quartzo e zonas de alteração hidrotermal.

Estas rochas apresentam geralmente bandamento centimétrico à métrico com alternância de bandas claras de composição granodiorítica a granítica com bandas cinza escura a rósea.

O Complexo Gnaíssico–Migmatítico caracteriza-se por relevo de colinas arredondadas e vertentes convexas quando constituem unidades morfológicas isoladas ou as meias encostas das feições que possuem ocorrência da Formação Guabirotuba nas porções mais elevadas. Nas partes mais baixas, como em áreas de planície de inundação de rios, o embasamento pode ser alcançado a menos de 10 metros, não necessariamente ocorrendo como via de regra.

Os solos residuais são gerados pelo intemperismo das rochas migmatíticas e gnaíssicas possuindo texturas que variam tanto em profundidade como lateralmente devido à própria heterogeneidade da rocha matriz. Estes solos residuais são constituídos por argilas siltosas até siltes arenosos, coloração variada, amarela, cinza esverdeada escuro, por vezes com minerais micáceos. Quando próximos a superfície do terreno são mais porosos e com o aumento da profundidade podem guardar a estrutura da rocha original. Estando o Embasamento Cristalino recoberto pelos sedimentos da Formação Guabirotuba ou dos depósitos aluvionares, sua principal influência na obra refere-se ao posicionamento do topo rochoso.

Formação Guabirotuba

A Formação Guabirotuba é a unidade geológica mais expressiva nas áreas. É representada pela ocorrência de argilitos e seus produtos de alteração.

A Formação Guabirotuba apresenta como seu principal conteúdo litológico os argilitos, subordinadamente, ocorrem areias arcossianas sob a forma de corpos tabulares e/ou lenticulares com acunhamento lateral inseridas na massa argilosa, e mais esporadicamente, margas que se apresentam tanto sob a forma lenticular como em concreções e impregnações nos argilitos.

Os argilitos, quando são, apresentam cor cinza e são conhecidos localmente como “Sabão de Caboclo”, passando a amarelo, vermelho e cores variegadas em função do intemperismo. Gerados sob condições climáticas semi-áridas, que favorecem a formação de argilo minerais, as argilas ocorrentes na região de Curitiba são potencialmente expansivas com predomínio de montemorilonita nas argilas cinzas e de caolinita nas argilas vermelhas.

As areias arcossianas são imaturas e constituídas por quartzo e feldspatos, com grânulos subangulares a subarredondados. Na base da pacote sedimentar pode haver a ocorrência de depósitos rudaceos, formados por seixo de quartzo subangulosos.

O pacote de sedimentos da Formação Guabirotuba apresenta espessura média de trinta metros podendo chegar até oitenta metros na parte central da bacia. A Formação Guabirotuba encontra-se, via de regra, recoberta por solos coluviais e residuais, formados a partir de sua própria argila e arcócio.

A morfologia gerada é predominantemente constituída por colinas arredondadas de topo aplainado que atingem a cota 940 s.n.m.m.

Com relação ao potencial mineral dos sedimentos da Formação Guabirotuba não existem indícios diretos e indiretos de ocorrência minerais metálicas, sendo seu potencial metalogenético praticamente nulo. No que se refere ao potencial de minerais não metálicos, apresentam apenas algum potencial para exploração de argilas vermelhas, relacionado aos solos residuais, e para areias e, ocasionalmente, para turfas (Theodorovicz, 1999).

Depósitos Coluvionares

Os solos coluvionares representam o retrabalhamento e transporte por gravidade de solos residuais e são, via de regra, denotados pela presença de linhas de seixos.

Podem apresentar-se laterizados ou hidromorfizados e enriquecidos com matéria orgânica quando em condições de superfície plana ou com pouca declividade e proximidade do lençol freático.

Depósitos Aluvionares

Os aluviões localizam-se nas porções de topografia plana associada às planícies de inundação recentes dos principais cursos d'água. Correspondem aos sedimentos inconsolidados, depositados sobre rochas das unidades geológicas mais antigas (Embasamento Cristalino e Formação Guabirotuba), compostos de frações granulométricas variando desde areia até argilas, ocorrendo, raramente, cascalhos. Via de regra apresentam elevados teores de matéria orgânica.

As principais ocorrências de depósitos aluvionares na área do aeroporto referem-se a pequenos depósitos relacionados às cabeceiras de pequenos córregos, afluentes dos rios Pequeno e Ressaca.

Os depósitos aluvionares são constituídos por sedimentos inconsolidados, argilas com teores variados de matéria orgânica e espessura de até 5,0 metros sobrepostos a níveis arenosos delgados. Geralmente são áreas mal drenadas com nível d'água pouco profundo, variando em média de 0,75 a 3,50 metros de profundidade, assentados sobre o topo rochoso alterado do embasamento cristalino e sobre os sedimentos alterados da Formação Guabirotuba.

8.2 Características Descritivas das Áreas do Aeroporto

8.2.1 Situação da Área 1

Localizada a extremo leste área patrimonial do aeroporto, próximo a cabeceira 29, também referenciada como área 27 B “áreas degradadas” possui uma área de 5.958,93m², com um comprimento médio de 97,73 m e largura média de 62.87m. Da cota mais alta a mais baixa (893 a 886) apresenta um desnível de 7m e um volume estimado de 22.812 m³. Sua localização em UTM é 685010.12 e 7174335.47.

Boa parte do terreno está exposta e em outra parte foi colocada palha seca sobre o solo, como proteção e tentando ajudar a formar alguma matéria orgânica. No local existem vários indivíduos de tojo, paina, capim, um “bloco” de bambuzal exótico (*Phyllostachys aurea*), além de vários *Pinus*. Há ainda algumas asteráceas, conhecidas por vassouras,

sobretudo na borda da floresta secundária adjacente, fora do polígono definido. Nas Figuras 2 e 3 são apresentadas as fotos da Área 1.



Figura 2 - Visão geral da Área 1 (27B).



Figura 3 - Visão geral da Área 1 (27B).

8.2.2 Situação da Área 2

Localizada a extremo leste da área patrimonial do aeroporto, próximo a cabeceira 29, também referenciada como área 27 A “áreas degradadas” possui uma área de 7.729,75 m², com um comprimento médio de 98,57 m e largura média de 77,17 m. Da cota mais alta a mais baixa (893 a 886) apresenta um desnível de 7m e um volume estimado de 32.876 m³. Sua localização em UTM é 685017.22 e 7174958.05

Nesta área existe vegetação arbustiva e algumas vassouras (*Baccharis* spp e *Critoniopsis quinqueflora*), espécies que não alcançam os 5 cm de DAP. Porém, se destaca nesta área a presença de muitos *Pinus*, parcela apreciável deles ainda com DAP inferior a 5 cm. As figuras 4 e 5 apresentam fotos da Área 2.



Figura 4 - Visão geral a Área 2 (27A).



Figura 5 - Visão geral da Área 2 (27A), ilustrando grande regeneração de *Pinus*.

8.2.3 Situação da Área 3

Esta área está localizada próxima a Cabeceira 15, também referenciada como área 27 E “áreas degradadas”, apresentando-se como um “buraco”, com uma variação de cota do ponto mais alto ao mais baixo de 2,5m, comprimento médio de 45m e largura média de 25m. Corresponde a uma área de 1.080 m² e o volume estimado foi de 1.140, 75 m³. Sua localização em UTM é 682414.16 e 717590.16. As figuras 6 e 7 apresentam fotos com a visão geral da área.



Figura 6 – Visão geral da Área 3 (27E).



Figura 7 – Visão geral da Área 3 (27E).

Contornando a área existe uma mata secundária em processo de sucessão ecológica, com arbustos de 2 a 3 metros de altura (asteráceas), aroeiras em estágio inicial de desenvolvimento e alguns *Pinus* com pouco mais de 5 cm de DAP. Já no local a ser

recuperado existe a presença e de tojo (*Ulex europaeus*), espécie exótica invasora, algumas samambaias herbáceas.

9 PLANO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS

9.1 Metodologia Utilizada para Recuperação da Área 1.

9.1.1 Regularização do terreno

Para efetuar a regulação do terreno será utilizado solo resultante da escavação das obras do estacionamento de veículos, estimando-se um volume de 22.812 m³ de solo. O projeto topográfico encontra-se no Anexo B.

A regularização do solo também tem como objetivo sistematizar a superfície do terreno melhorando as condições de plantio e de ordenamento do escoamento superficial. O terreno será conformado com uma declividade de 0,5% para evitar a formação de poças e favorecendo o escoamento das águas. É recomendável o cercamento da área ou mesmo a simples proteção da área para que haja a regeneração natural e para o sucesso do plantio.

Equipamentos a serem utilizados:

Trator de esteira com lâmina motor diesel em torno de 140 cv com operador;

Arado reversível de discos adaptável a trator para preparo do solo;

Grade aradora de discos com 20 discos. Acionamento mecânico.

9.1.2 Conformação de Taludes

Tem a finalidade de conformar taludes por meio de cortes e aterros para obtenção de geometrias mais estáveis, favorecendo a estabilização geotécnica e revegetação dos locais alterados.

Como critério básico, a conformação de taludes será feita com auxílio de maquinário, até a obtenção de um ângulo geral de taludes de no máximo 45°.

9.1.3 Drenagem

Para o dimensionamento dos canais de drenagem foi utilizada a equação de Parigot de Souza, a qual também foi utilizada no projeto do canal de macrodrenagem do aeroporto. Esta equação foi determinada empiricamente em 1959, quando Parigot de Souza estabelecia a determinação da vazão de projeto das obras de canalização do Rio Belém

em Curitiba. Foi utilizada essa equação para estimar a quantidade de chuva intensa nas áreas a serem recuperadas

Equação

$$I = \frac{99,167 \times T^{0,217}}{(tc + 26)^{1,15}}$$

Onde:

I = intensidade pluviométrica, em mm/min;

T = tempo de recorrência, em anos;

tc = tempo de duração da chuva, em minutos. Tempo de recorrência

O tempo de recorrência, também conhecido como período de recorrência ou período de retorno é o intervalo de tempo estimado para ocorrência de um determinado evento, ou seja, é o inverso da probabilidade de um evento ser igualado ou ultrapassado. Foi utilizado tempo de recorrência 25 anos.

Tempo de duração.

Foi utilizada chuva de duração de 2 horas conforme recomendação em pela CETESB (1986) para projetos de drenagem urbana.

$$I = \frac{99,167 \times 25^{0,217}}{(120+26)^{1,15}} = 199,397/308,32 = 0,646 \text{ mm/min}$$

Determinação da vazão máxima

O método racional é mais apropriado para bacias hidrográficas com áreas de drenagem menores que 5 km² segundo Linsley e Franzini (PINTO et al., 1976), como é o caso das áreas a serem recuperadas.

O método racional corresponde a seguinte equação:

$$Q = \frac{C \times I \times A}{6}$$

Onde:

Q = vazão de dimensionamento, em m³/s;

C = coeficiente de escoamento, adimensional;

I = intensidade pluviométrica, em mm/min

A = área da bacia hidrográfica, em ha.

O coeficiente C adotado foi de 0,4 referente a pastagem, declividade entre 0 e 5% e permeabilidade baixa.

Tabela 2. Coeficiente de escoamento para diferentes características de solos (Lima, 2011)

Cobertura vegetal	Declividade (%)	Permeabilidade		
		Alta*	Média**	Baixa***
Terras cultivadas	0 -5	0,30	0,50	0,60
	5 -10	0,40	0,60	0,70
	10 - 30	0,50	0,70	0,80
Pastagem	0 -5	0,10	0,30	0,40
	5 -10	0,15	0,35	0,55
	10 -30	0,20	0,40	0,60
Floresta	0 -5	0,10	0,30	0,40
	5 -10	0,25	0,35	0,50
	10 - 30	0,30	0,50	0,60

* solos arenosos; ** solos francos; *** solos argilosos

$$Q = \frac{0,4 \times 0,646 \times 0,595}{6} = 0,0256 \text{ m}^3/\text{s}$$

O canal de drenagem adotado é do tipo retangular, escavado em solo.

As dimensões adotadas são:

Largura: 0,5m

Profundidade 0,5m

Declividade: 0,005 m/m

Rugosidade (canal em solo liso e uniforme): 0,022

Capacidade do canal:

Altura da água no canal: 0,25 m

Área molhada: 0,125 m²

Perímetro Molhado: 1m

Raio hidráulico: 0,125

Formula de manning:

$$Q = \frac{1}{n} \cdot A \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot i^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = \frac{1}{0,022} \times 0,125 \times 0,125 \left(\frac{2}{3}\right) \times 0,005 \left(\frac{1}{2}\right) = 0,1 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$0,1 \text{ m}^3/\text{s} > 0,0256 \text{ m}^3/\text{s}$$

OBS: capacidade do canal é superior a vazão máxima.

Equipamentos a serem utilizados:

Trator de esteira com lâmina motor diesel em torno de 140 cv;

Motoniveladora, motor diesel de 125 cv com operador;

Caminhão basculante.

9.1.4 Escarificação da camada superficial do solo

Desagregar a camada superficial e criar uma rugosidade no terreno. Estas condições permitem uma redução da velocidade do escoamento superficial e um melhor estabelecimento da cobertura vegetal.

9.1.5 Procedimentos

As pontas do escarificador devem ser regularmente checadas para constatar se nenhuma delas desprende-se do garfo e se não estão muito gastas. Deve-se dar preferência para realizar esta operação quando o solo ou substrato apresentar umidade adequada, ou seja, quando o solo estiver nem seco, nem encharcado.

Equipamentos sugeridos:

Trator de esteira com lâmina motor diesel em torno de 140 com operador;

Arado reversível de discos adaptável a trator para preparo de solos;

Grade aradora de discos com 20 discos, acionamento mecânico;

Arado Subsolador de cinco hastes;

Arado Escarificador de cinco hastes e 14 discos de corte;

Plantio nos taludes

Nos taludes, é recomendável a adoção da hidrossemeadura com plantio de gramíneas, técnica caracterizada pela eficiência e rapidez, que garante cobertura homogênea dos taludes, evitando falhas e o risco de erosão.

Plantio nas áreas planas

Nas áreas planas será feito o plantio de gramíneas em placas ou hidrossemeadura. No item 9.4 há uma lista de espécies sugeridas para o plantio em áreas degradadas e para as características climáticas do sítio aeroportuário.

9.2 Metodologia Utilizada para Recuperação da Área 2.

9.2.1 Regularização do terreno

Para efetuar a regulação do terreno será utilizado solo resultante da escavação das obras do estacionamento de veículos, estimando-se um volume de 32.876 m³ de solo, no Anexo C é apresentado o projeto topográfico da área.

A regularização do terreno também tem como objetivo sistematizar a superfície do terreno melhorando as condições de plantio e de ordenamento do escoamento superficial. O terreno será conformado com uma declividade de 2% para evitar a formação de poças e favorecendo o escoamento das águas.

Equipamentos sugeridos:

Trator de esteira com lâmina motor diesel em torno de 140 cv com operador;

Arado reversível de discos adaptável a trator para preparo do solo;

Grade aradora de discos com 20 discos. Acionamento mecânico.

9.2.2 Conformação de Taludes

Tem a finalidade de conformar taludes por meio de cortes e aterros para obtenção de geometrias mais estáveis, favorecendo a estabilização geotécnica e revegetação dos locais alterados.

Como critério básico, a conformação de taludes será feita com auxílio de maquinário até a obtenção de um ângulo geral de taludes de no máximo 45°.

9.2.3 Drenagem

Utilizando a intensidade de chuva calculada no item 9.1.3 temos a seguinte vazão máxima:

$$Q = \frac{0,4 \times 0,646 \times 0,773}{6} = 0,0333 \text{ m}^3/\text{s}$$

As dimensões adotadas são:

Largura: 0,5m

Profundidade 0,5m

Declividade: 0,005 m/m

Rugosidade (canal em solo liso e uniforme): 0,022

Capacidade do canal:

Altura da água no canal: 0,25 m

Área molhada: 0,125 m²

Perímetro Molhado: 1m

Raio hidráulico: 0,125

Formula de manning:

$$Q = \frac{1}{n} \cdot A \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot i^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = \frac{1}{0,022} \times 0,125 \times 0,125^{\frac{2}{3}} \times 0,005^{\frac{1}{2}} = 0,1 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$0,1 \text{ m}^3/\text{s} > 0,0333 \text{ m}^3/\text{s}$$

OBS: capacidade do canal é superior a vazão máxima.

9.2.4 Escarificação da camada superficial do solo

Desagregar a camada superficial e criar uma rugosidade no terreno. Estas condições permitem uma redução da velocidade do escoamento superficial e um melhor estabelecimento da cobertura vegetal.

9.2.5 Procedimentos

As pontas do escarificador devem ser regularmente checadas para constatar se nenhuma delas desprende-se do garfo e se não estão muito gastas. Deve-se dar preferência para realizar esta operação quando o solo ou substrato apresentar umidade adequada, ou seja, quando o solo estiver nem seco, nem encharcado.

Equipamentos sugeridos:

Trator de esteira com lâmina motor diesel em torno de 140 com operador;

Arado reversível de discos adaptável a trator para preparo de solos;

Grade aradora de discos com 20 discos, acionamento mecânico;

Arado Subsolador de cinco hastes;

Arado Escarificador de cinco hastes e 14 discos de corte;

Plantio nos taludes

Nos taludes, é recomendável a adoção da hidrossemeadura com plantio de gramíneas, técnica caracterizada pela eficiência e rapidez, que garante cobertura homogênea dos taludes, evitando falhas e o risco de erosão.

Plantio nas áreas planas

Nas áreas planas será feito o plantio de gramíneas em placas ou hidrossemeadura. No item 9.4 há uma lista de espécies sugeridas para o plantio em áreas degradadas e para as características climáticas do sítio aeroportuário.

9.3 Metodologia Utilizada para Recuperação da Área 3.

9.3.1 Regularização do terreno

A Área 3 (1080m²) foi utilizada como área de empréstimo, existindo assim a necessidade de regularização do terreno. Para efetuar sua regulação serão utilizados resíduos da construção civil (concreto, alvenaria e cerâmica) classificados como Classe

A segundo a Resolução CONAMA 307/2002, resultantes da obra do Terminal de Cargas até 1,5m da cota inferior (899m) atingindo um volume de 600,75 m³, seguido de uma camada de 0,5m de solo resultante de solo de escavação das obras do estacionamento de veículos (Anexo D) com volume de 540m³. Como cobertura vegetal, recomenda-se o plantio de espécies herbáceas e gramíneas, pois devido à deposição de resíduos nessa área, o desenvolvimento radicular de indivíduos arbóreos seria dificultado. Além disso, é necessário atentar-se para a segurança operacional do sítio aeroportuário, de forma que a composição arbórea não venha a ser um obstáculo, principalmente pelo fato de essa área estar próxima à taxiway “k”.

A regularização do terreno também tem como objetivo sistematizar a superfície do terreno melhorando as condições de plantio e de ordenamento do escoamento superficial.

- Equipamentos a serem utilizados:

Trator de esteira com lâmina motor diesel em torno de 140 cv com operador;

Arado reversível de discos adaptável a trator para preparo do solo;

Grade aradora de discos com 20 discos. Acionamento mecânico.

9.3.2 Conformação de Taludes

Tem a finalidade de conformar taludes por meio de cortes e aterros para obtenção de geometrias mais estáveis, favorecendo a estabilização geotécnica e revegetação dos locais alterados.

Como critério básico, a conformação de taludes será feita com auxílio de maquinário, até a obtenção de um ângulo geral de taludes de no máximo 45°.

9.3.3 Drenagem

Devido a área de drenagem ser relativamente pequena, (0,00108 km²), não terá a necessidade de execução de canal específico de drenagem, sendo a água escoada pelos canais naturais existentes.

9.3.4 Escarificação da camada superficial do solo

Desagregar a camada superficial e criar uma rugosidade no terreno. Estas condições permitem uma redução da velocidade do escoamento superficial e um melhor estabelecimento da cobertura vegetal.

9.3.5 Procedimentos

As pontas do escarificador devem ser regularmente checadas para constatar se nenhuma delas desprende-se do garfo e se não estão muito gastas. Deve-se dar preferência para realizar esta operação quando o solo ou substrato apresentar umidade adequada, ou seja, quando o solo estiver nem seco, nem encharcado.

- Equipamentos a serem utilizados:

Trator de esteira com lâmina motor diesel em torno de 140 com operador;

Arado reversível de discos adaptável a trator para preparo de solos;

Grade aradora de discos com 20 discos, acionamento mecânico;

Arado Subsolador de cinco hastes;

Arado Escarificador de cinco hastes e 14 discos de corte;

Plantio nos taludes

Nos taludes, é recomendável a adoção da hidrossemeadura com plantio de gramíneas, técnica caracterizada pela eficiência e rapidez, que garante cobertura homogênea dos taludes, evitando falhas e o risco de erosão.

Plantio nas áreas planas

Nas áreas planas será feito o plantio de gramíneas em placas ou hidrossemeadura. No item 9.4 há uma lista de espécies sugeridas para o plantio em áreas degradadas e para as características climáticas do sítio aeroportuário.

9.4 Espécies Recomendadas para Plantio nas Áreas a Serem Recuperadas

Quase a totalidade das minas utiliza espécies de gramíneas introduzidas, pois a falta de sementes, a ausência de conhecimento sobre adequação das espécies e os problemas de germinação têm desencorajado o uso das gramíneas nativas e, conseqüentemente, promovido uma dependência de espécies introduzidas. Algumas espécies de gramíneas úteis para revestimento vegetal de taludes:

Grama Bermuda (*Cynodon dactylon* [L.] Pers)

Grama Forquilha (*Paspalum notatum* Fluegg, var. *latiflorum*)

Grama Pensacola (*Paspalum notatum* Fluegg, var. *saurae* Parodi, cv Pensacola)

Grama Missioneira (*Axonopus compressus* [Swartz] Beauv. var. *jesuiticus* Araújo)

Grama de Jardim (*Stenotaphrum secundatum* [Walther] Kuntz)

Capim Chorão (*Eragrostis curvula* [Schrad] Nees)

Capim Quiquio (*Pennisetum clandestinum* Hochst)

Capim Pangola (*Digitaria decumbens* Stent.)

Capim barba-de-bode (*Aristida jubata* [Arech] Herter)

Capim de Rhodes (*Chloris gayana* Kunth)

Grama Cinzenta (*Paspalum nicorae* Parodi)

Entretanto, as espécies nativas da região também podem ser consideradas:

Grama-São-Carlos (*Axonopus compressus*)

Grama esmeralda (*Zoza japônica*)

Para o aeroporto não é aconselhável um plantio diversificado de espécies vegetais, pois a diversidade vegetal promove a diversidade de habitats e de fonte alimentar compatíveis para a fauna. Entretanto os serviços de recomposição topográfica, controle da erosão e estabelecimento de uma cobertura herbácea serão medidas indispensáveis para a recuperação do cenário atual. Essas medidas permitirão o estabelecimento de algumas espécies arbóreas que chegarão naturalmente no local. Estabelecer uma camada herbácea rasteira é proporcionar grande estabilidade a substratos minerados e à paisagem. Além do efetivo controle da erosão, essa comunidade rasteira melhora a estrutura e aumenta o teor de matéria orgânica do substrato, funcionando como adubação verde. As melhorias proporcionadas pela camada rasteira ao substrato exposto podem permitir que sementes de outras ervas, arbustos e árvores se desenvolvam no local, havendo dessa forma, a aceleração do processo de sucessão secundária.

Visando na manutenção das obras realizadas, recomenda-se vistorias permanentes nas áreas em processo de recuperação a fim de acompanhar o desenvolvimento de possíveis processos erosivos. Tal procedimento deve ser intensificado nos períodos chuvosos. Os pontos identificados com processos erosivos serão analisados a fim de se verificar o ponto de equilíbrio. Nestes pontos serão feitas algumas intervenções mecânicas, tais

como preenchimento das áreas atingidas, formação de diques para condução das águas, ou bacias de sedimentação.

As características do solo a ser utilizado para o plantio da grama não devem ser esquecidas. O sucesso do gramado vai depender basicamente do preparo do solo. Solos rasos, compactados, com muitas pedras, não permitem a expansão das raízes, afetando a absorção de nutrientes e tornando as plantas mais susceptíveis á seca. O solo ideal para os gramados é o areno-argiloso, convenientemente suprido de nutrientes. Os solos devem ser sem impedimentos; profundos, bem drenados; suficientemente úmidos e férteis. Solos mal drenados favorecem o ataque de microorganismo que podem causar doenças nas raízes das gramas.

10 CONCLUSÕES

A implantação do Plano de Recuperação das Áreas Degradadas no Aeroporto Internacional de Curitiba possibilitará a reconstituição, de forma eficiente, do ecossistema desfigurado ao longo do tempo, devido às práticas exploratórias das jazidas contidas no sítio aeroportuário. Possibilitará ainda o isolamento da área, impedindo as ações exploratórias alheias e a utilização do sítio como área de disposição de rejeitos, bem como recuperando a paisagem natural e revegetando as áreas com solos expostos, refletindo assim, diretamente na contenção dos processos erosivos que culminam no surgimento de voçorocas e assoreamento de corpos hídricos vizinhos.

11 BIBLIOGRAFIA

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução nº. 307, de 05 de julho de 2002. Brasília DF, n. 136, 17 de julho de 2002. Seção 1.

CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (1986) – Drenagem urbana: manual de projeto. Terceira Edição. São Paulo (SP).

CHUEH, A. M.; SANTOS, L. J. C. Análise do potencial de degradação ambiental na bacia hidrográfica do rio Pequeno em São José dos Pinhais/PR, por meio do DFC Diagnóstico Físico Conservacionista. RA'E GA. Curitiba, n. 10, p. 61-71, 2005. Editora UFPR.

LIMA, L. A. (2010). Apostila da Disciplina Engenharia e Manejo de Sistemas de Irrigação e Drenagem – Teoria 4. In: [Http://www.lalima.com.br/lalima/arquivos/teoria4.pdf](http://www.lalima.com.br/lalima/arquivos/teoria4.pdf) (acessado em 13/05/2011)

PINTO, N. L. S.; HOLTZ, A. C. T.; MARTINS, J. A.; GOMIDE, F. L. S. (1976). Hidrologia Básica, Editora Edgard Blucher, São Paulo.

SOUZA, T. M. Caracterização da avifauna no sítio aeroportuário do Aeroporto Internacional Afonso Pena, São José dos Pinhais (PR), com vistas à análise de risco de colisão com aeronaves. Curitiba: UFPR, 2010. (Monografia de conclusão do curso de Ciências Biológicas).

TANANINI, C.R. ANDREOLI, C.V, MOTTA, A.C.V. Recuperação de áreas degradadas com a utilização de bio-sólido e gramínea forrageira. Curitiba: UFPR. 2004. (Dissertação de mestrado em “Ciência do solo” no curso de agronomia).

VCP/Brasil. Estudos ambientais: prolongamento da Pista de Pouso 15/33, ampliação do pátio de aeronaves e obras complementares do Aeroporto Internacional Afonso Pena – SBCT São José dos Pinhais/PR. Curitiba: VCP/Brasil & INFRAERO, 2007. 393 p.

ANEXO A – ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA – ART

ANEXO B – PROJETO TOPOGRÁFICO DA ÁREA 1 (27B)

ANEXO C – PROJETO TOPOGRÁFICO DA ÁREA 2 (27A)

ANEXO D – PROJETO TOPOGRÁFICO DA ÁREA 3 (27E)