consiste em uma máquina de formato circular montada sobre chassi com roda que sustenta o tambor enrolador de mangueira, permitindo giro de até 360°. O equipamento também é dotado de turbina, redutores de velocidade, válvulas e carrinho com aspersor tipo canhão, que é acionado por moto-bomba, que succiona os resíduos diretamente dos canais, podendo a vazão ser estabelecida a partir da escolha do canhão e da rotação imposta ao motor diesel da moto-bomba. A movimentação do autopropelido é feita por meio de tratores. O funcionamento do sistema é de 24 horas por dia.

A aplicação de vinhaça é feita por canais em área de 2.336,34ha e por caminhões em uma área de 3.852,81ha, podendo esta última ser ampliada sem qualquer impedimento, pois os caminhões podem levar o fertilizante para praticamente todas as áreas agrícolas existentes.

Os equipamentos para aplicação são:

- 03 moto-bombas à diesel de 125m^3/h
- 04 moto-bombas à diesel de 240m^3/hora
- 05 hidro holl (rolões)
- 6000 m de tubos de 8” x 6 mm em alumínio
- 02 tratores 4 x 4
- 02 tratores 4 x 2
- 06 carretas para transporte de tubos
- 06 conjuntos (caminhão + carreta) de 60m^3 cada
- 02 moto-bombas elétricas de 500m^3/h
- 01 moto-bomba elétrica de 200m^3/h

Taxa de aplicação

A taxa de aplicação adotada pela usina é determinada por técnico agrícola e engenheiro agrônomo, de tal forma a atender as necessidades da planta, atendendo-se integralmente a norma CETESB P4.231- Vinhaça - Critérios e Procedimentos para Aplicação no Solo Agrícola.

Há de se ressaltar que, de acordo com a norma Cetesb, a dosagem máxima de vinhaça a ser aplicada em cultura de cana-de-açúcar deve atender o preconizado por pesquisadores da USP, que estimam a extração de potássio pela cana de açúcar por corte como sendo 185 kg de K_2O. Desta forma o cálculo da dosagem será feito através de:

$$m^3 \text{ de vinhaça/ha} = [(0{,}05 \times CTC - ks) \times 3744 + 185] / kvi$$

onde:

CTC = Capacidade de Troca Catiônica, expressa em cmolc/dm^3 a pH 7,0.

ks = concentração de potássio no solo, expresso em cmolc/dm^3 .

kvi = concentração de potássio na vinhaça, expressa em kg de K_2O/m^3.

Anualmente, atendendo a exigência da norma a empresa apresenta à Cetesb, antes do inicio da safra o Plano de Aplicação de Vinhaça, indicando através de cálculos, análises de solo e análise de vinhaça produzida, as dosagens a serem efetuadas, cujas taxas de aplicação são indicadas em planta, para melhor acompanhamento da unidade e do organismo controlador.

No mapa 4,anexo apresentamos as áreas de aplicação de vinhaça.

Sistemas de Segurança

O sistema de segurança visa assegurar contenção e manutenção da qualidade dos corpos d`água em eventuais problemas que possam ocorrer durante o período de irrigação. Para tanto a unidade dispõe de três tanques, sendo o primeiro com capacidade de 1.000 m^3, o segundo com capacidade de 2.000 m^3 e o terceiro com capacidade de 500 m^3, localizados na Fazenda Lagoa Formosa.

Adicionalmente, foram construídas duas caixas de contenção como segurança para os tubos encamisados em trechos considerados de maior vulnerabilidade, de tal forma que se ocorrer algum vazamento nestes tubos, haverá contenção pelo tubo externo e condução para estas caixas, protegendo desta forma os corpos d`água.

Toda a operação de recalque de vinhaça para a distribuição por canais é assistida por válvulas que permitem mudanças rápidas, possibilitando o desvio do fluxo de águas residuais.

A unidade produtora possui em todas as áreas de plantio, outro sistema de segurança, utilizado como retentor: os terraços construídos no próprio solo para conter qualquer vazamento acidental que possa ocorrer. Estes terraços possuem espaçamento vertical médio de 5m, sendo utilizados também para limitar a área de irrigação em distância superior a 200m do curso de água.

Atendimento a Portaria CSTA 1/05

Em conformidade com o cronograma de Impermeabilização previsto pela Portaria CTSA – 1 de 28 de novembro de 2005 foram revestidos cerca de 6,38km de canais, conforme se observa nas figuras apresentadas na sequência.

Figura 39 – Vista de canal

Figura 40 – Vista da caixa de contenção

Sistema de compostagem

Conforme já mencionado a torta de filtro é depositada em pátio de compostagem próximo à usina, juntamente com a fuligem, de tal forma a obter-se um fertilizante através do processo de compostagem, sendo então transportado para pequenos depósitos localizados nas áreas de reforma do canavial e aplicada nos sulcos de plantio ou utilizada ainda como fertilizante em canas de soqueira.

A compostagem é um processo biológico de transformação da matéria orgânica em substâncias térmicas estabilizadas, com propriedades e características completamente diferentes do material inicial. Em vista disso sofre influência de inúmeros fatores, desde as dimensões das partículas a serem digeridas até a forma de empilhamento do composto de maturação.

A transformação da matéria orgânica biodegradável à matéria orgânica humificada realizada pela compostagem é um processo microbiológico. Durante a compostagem há uma sucessão de predominância de microrganismos, dependendo da influência de fatores como a matéria-prima que está sendo digerida, o teor de umidade, teor de oxigênio, temperatura e pH (Pasquot,1994).

A Abengoa utiliza para compostagem uma área de 15,43ha da Fazenda Lagoa Formosa, área devidamente compactada com argila, em distância superior a 200 metros de qualquer corpo d'água, e protegida por curva de nível.

É importante ressaltar que o processo é conduzido tecnicamente, de tal forma a se

promover a compostagem sem não haver liberação de chorume. A umidade do composto é controlada, definindo através desta variável a necessidade de revolvimento da leira de composto. Ressalta-se que a umidade baixa do composto (menor de 12%) faz com que a atividade biológica cesse, sendo observado que muito antes de atingir este limite o processo torne-se extremamente lento.

O uso do composto orgânico no solo proporciona reciclagem de nutrientes (N, P, K, Ca, Mg), que do solo foram retirados pela cana, com consequente redução de adubação e correção do solo com calcário.

5.2.1.4 Colheita

A colheita pode ser mecanizada ou manual, podendo ainda ser crua ou queimada. Toda área com declividade superior a 12% deve ser colhida manualmente. Áreas com declividade inferior a 12% serão colhidas mecanicamente, desde que não exista impedimento físico para isso.

Alguns cuidados são essenciais preliminarmente às queimadas, como aceiro de áreas sob fios elétricos, em volta de árvores e matas remanescentes, direção dos ventos, áreas de restrição, de acordo com a Lei Estadual nº 11.241/02 (regulamentada pelo Decreto Estadual nº 47.700/03) e da Resolução SMA 15/03. As queimadas são feitas durante a noite. Começam contra o vento no talhão quando boa parte já foi queimada é que se coloca fogo a favor do vento, fechando o talhão com o próprio fogo. A quantidade de áreas a serem queimadas é determinada pelo planejamento agrícola de acordo com a quantidade de cana a ser cortada e conduzida para a moagem e formação de estoque. Todas as áreas queimadas são pré-determinadas e notificadas à secretaria do meio ambiente.

Aplicação de maturador

A aplicação de maturadores é feita aérea, através de empresas com registro no Departamento de Aviação Civil e no Ministério da Agricultura, balizados por GPS, não sendo, portanto, utilizadas pessoas com bandeiras para orientação dos pilotos. Todos os produtos utilizados têm registro para utilização como maturador e aplicação aérea.

Opção 1: Moddus 250 G (Etil - Trinexapac), na dosagem de 800 ml/ha. É um regulador de crescimento, seletivo, recomendado para aplicação na cultura de cana-de-açúcar, visando à aceleração dos processos de maturação da planta e

acúmulo de sacarose no colmo. Sua aplicação é indicada tanto na cana-planta quanto na cana - soca.

Modo de ação: O produto Moddus, uma vez aplicado, é absorvido pela planta, e passa a atuar seletivamente através da redução do nível de giberelina ativa, induzindo a planta a uma inibição temporária ou redução do ritmo de crescimento, porém sem afetar o processo de fotossíntese e a integridade da gema apical. O retorno normal de crescimento das plantas depende da dose aplicada e das condições ambientais reinantes. Os resultados experimentais obtidos indicam que o Moddus proporciona acúmulo de sacarose no colmo da cana a partir de 30 dias após a aplicação, e mantém o incremento acumulado além de 90 dias. Os maiores incrementos de açúcar, no entanto, são observados entre 45 a 75 dias após a aplicação do produto (dependendo da dose aplicada), período este indicado para colheita que representa maior retorno econômico.

Opção 2: Ethrel 720 (Ethefon), na dosagem de 670 ml/ha.

Modo de ação: Ethrel é absorvido pelas folhas através dos estômatos via difusão, liberando etileno (exógeno) e acelerando a liberação natural do etileno (endógeno), para que ocorra o acúmulo de sacarose e/ou inibição do florescimento.

Opção 3: Roundup 480 (Glyphosate), na dosagem de 400 ml/ha.

Modo de ação: Glyphosate tem absorção foliar com translocação via floema. Não é metabolizado pelas plantas e passa atuar na formação de aminoácidos. Inibidor da fotossíntese e respiração.

Opção 4: Curavial (Sulfometuron Metil), na dosagem de 20 g/ha.

Modo de ação: Inibe a síntese da enzima Acetolactatosintase, a planta deixa de produzir os aminoácidos valina, leucina e isoleucina; o que causa um stress na cana e promove a maturação.

Os produtos são diluídos com água limpa para possibilitar uma aplicação de 30 litros de calda/ha.

Colheita manual

Toda a cana cortada é colocada no solo de forma esteirada ou em montes, e o carregamento é mecânico através de carregadeiras convencionais de cana. Os caminhões ou semi-reboques entram no canavial para carregamento. Na colheita

manual, existem tratores de grande porte que pegam as carretas nos carreadores levam até o interior do talhão onde estão às carregadeiras que colocam a cana inteira do solo à carreta, após encher a carreta será rebocada até o carregador onde é engatada ao caminhão e a carga é amarrada, para evitar a queda de cana na estrada, depois o caminhão transporta as carretas até a indústria.

Colheita mecânica

A colheita mecanizada da cana-de-açúcar está cada vez mais presente nos sistemas de produção brasileiro. Esta é realizada com máquinas colhedoras, para cortar e retirar a palha da cana e tratores com transbordos, para carregar os toletes cortados do interior da quadra até as carretas que irão transportar a cana até a indústria. No sistema de colheita mecanizada sem queima, as folhas, bainhas, ponteiro, além de quantidade variável de pedaços de colmo são cortados, triturados e lançados sobre a superfície do solo, formando uma cobertura de resíduo vegetal denominada palha ou palhada, porém o trabalho das colhedoras é dificultado em cana crua e cana torta, exigindo mais atenção do operador, e conseqüentemente o rendimento é um pouco menor. Outro problema da colheita mecanizada é o pisoteio da soqueira, que reduz a brotação da cana na próxima safra. Para reduzir o pisoteio utiliza-se espaçamento entrelinhas de 1,5m.

As ampliações na área agrícola não implicarão em aumento de máquinas a menos das colhedeiras, que necessitarão aumento de unidades para atender o cronograma estabelecido no Protocolo Agro-ambiental para colheita de 100% de cana crua, estando na tabela abaixo o cronograma de aquisição das máquinas.

Tabela 18 – Aumento de unidades colhedeiras

Safra	Atual	2011/12	2012/13	2013/14	2014/15
Número colhedeiras	13	13	13	17	17

Fonte: Abengoa Agrícola

5.2.1.5 Transporte

Durante o preparo do solo, plantio, tratos culturais e safra, os serviços de infra-estrutura, manutenção e serviços de apoio às práticas agrícolas serão realizados conforme as necessidades da época. Estes serviços são previstos com base nos sistemas de trabalho empregados pela Usina, sendo que os mais relevantes são:

- Serviços gerais: são serviços executados por trabalhadores braçais como capina, limpeza e catação de toco e pedra, entre outros;

Figura 41– Colheita mecânica.

- Serviços de oficina (fixa e volante em caminhões): efetuados por mecânicos, eletricistas, funileiros e ajudantes, devidamente equipados para atender tratores, veículos e implementos, fazendo manutenção e reparos;

- Serviços de borracharia (fixa e volante): realizados por borracheiros em borracharia fixa e também no campo em caminhão borracheiro para trocas e consertos de pneus agrícolas e rodoviários;

- Serviços de transportes de tratores e máquinas em caminhões prancha e de implementos agrícola em caminhões Munck;

- Lubrificação (fixa ou em caminhões comboio): com equipe aparelhada para abastecer os tratores e lubrificar as máquinas no campo ou em posto fixo;

- Posto de abastecimento: ponto fixo para abastecimento de tratores e veículos;

- Serviços de lavagem (volante ou fixo): efetuados por caminhão-pipa para lavagem de tratores, implementos e veículos no campo ou lavador em posto fixo;

- Almoxarifado de peças: setor responsável pelas peças de reposição para as máquinas e equipamentos;

- Almoxarifado de insumos: setor responsável pelo controle de estoque de adubos e defensivos agrícolas;

- Escritório agrícola: com corpo técnico e administrativo para apoio, decisões e acompanhamento das práticas agrícolas;

- Serviços de reparos e manutenção em construções civis e paisagismo: prática realizada de dezembro a abril, aproveitando a menor demanda de mão-de-obra da agricultura.

5.2.1.6 Armazenamento de Produtos Químicos

A empresa segue as recomendações no que respeita ao armazenamento de produtos agroquímicos, sendo os mesmos guardados em edificação fechada, com controle de acesso de pessoas. A empresa está preparando um novo local para esta finalidade, a ser construído observando todas as recomendações, no tocante a segurança, armazenamento e meio ambiente.

5.2.2 Processo Industrial (Atividade 3)

Na Figura 42 é apresentado o fluxograma do processamento industrial de fabricação de açúcar e álcool.

5.2.2.1 Descrição do Processo de Produção Industrial

Recepção da Cana

A cana é transportada por caminhões e pesada na entrada da Usina em balança automática com dispositivo antifraude, tipo “print weigh”. Alguns caminhões são escolhidos para tomadas de amostra de cana, uma vez que o pagamento de cana é feito pelo teor de sacarose. São feitas amostragens por caminhões com sondas extratoras. O material coletado é homogeneizado e analisado ou armazenado no “Laboratório de Pagamento de Cana”. O descarregamento de cana é realizado através de descarregadores tipo “Hillo”, diretamente na mesa alimentadora ou no pátio de estocagem de cana,operação que possibilita a alimentação contínua das moendas. Atualmente na mesa alimentadora a cana recebe um jato contínuo de água, para o arraste de impurezas trazidas do campo devido a carregamento mecânico. Este procedimento será eliminado, passando-se a ter uma estação de limpeza a seco. Esta instalação permite remoção de matéria inorgânica (terra) e de palha através de insuflamento de ar comprimido, sendo separada a impureza mineral, que retornará para a lavoura da impureza vegetal, que poderá ser queimada na caldeira juntamente com o bagaço.

Figura 42 – Diagrama de processo industrial

Figura 43- Caminhão Bate-volta.

Figura 44- Hillo

A cana limpa será conduzida para as mesas alimentadoras, e destas para as esteiras transportadoras, que direcionam a cana para um conjunto de facas rotativas, que preparam a cana para ser alimentada no conjunto de moendas.

- Extração e processo de obtenção da sacarose

A extração do caldo será realizada por um conjunto de moendas, precedido por equipamentos de preparo da cana (picador e desfibrador) e eletroímã, obtendo-se o bagaço e o caldo misto, que é enviado às colunas de absorção anidrido sulfuroso (SO_2) para remoção de cor do açúcar. O bagaço é utilizado como combustível, sendo queimado em caldeiras, que produzem vapor a 67 kg/cm^2, após a ampliação em análise, que alimentam os geradores, obtendo-se energia elétrica e vapor de escape a 1,5 kg/cm^2, que será utilizado no processo industrial. Pode haver extração de vapor a pressões mais elevadas, visando obtenção de energia mecânica (movimentação de moenda).

Figura 45 - Moenda

Figura 46 – Picador e eletroimã

Ao caldo sulfitado adiciona-se leite de cal e aquece-se até 105°C em trocadores de calor, sendo então enviado aos clarificadores (decantadores) tipo Dorr. O caldo nestas operações é manipulado por meio de bombas.

O lodo coletado do fundo do decantador é enviado para um filtro rotativo a vácuo, obtendo-se uma parte líquida (caldo filtrado), que retorna para o processo, na calagem e uma parte sólida (torta de filtro) que é um dos resíduos sólidos do processo. Este resíduo é encaminhado para áreas de reforma de canaviais nas lavouras de cana através de caminhões basculantes.

O caldo limpo (clarificado) do decantador é enviado em parte para concentração em evaporadores de múltiplo estágio e restante para fermentação. O esquema de evaporação utilizado na Usina é de quíntuplo efeito (pré mais quatro corpos). A água evaporada do caldo é condensada, sendo totalmente reutilizada no processo. Na saída do último corpo do múltiplo efeito, bem como nos vácuos que a seguir serão descritos, é feita a condensação dos vapores d'água.

Figura 47 - Filtros rotativos

Figura 48 – Vista da evaporação

A evaporação opera sobre vácuo, que é proporcionado pelas chamadas colunas barométricas, onde há utilização de quantidade considerável de água, gerando um dos efluentes industriais. Do múltiplo efeito sai o xarope que é enviado aos vácuos onde se dá a cristalização da sacarose. No vácuo há a formação da chamada massa cozida, que é uma mistura de cristais de açúcar e mel (xarope açucarado), que é descarregada nos cristalizadores e posteriormente nas centrífugas, onde separa-se a parte sólida (açúcar) da parte líquida (mel).

O açúcar tem sua umidade reduzida com ar aquecido, em equipamento denominado secador rotativo, sendo a seguir ensacado.

O mel final (melaço) ou mel residual é armazenado em tanques e posteriormente bombeado para fermentação juntamente com o caldo clarificado para obtenção de uma solução rica em sacarose para obtenção do etanol.

Figura 49 – Vista da centrífugas de açúcar

Após o processo fermentativo o mosto fermentado é enviado para centrifugação, na qual ocorre a separação entre o vinho e o fermento, que é tratado e retorna para o processo fermentativo. O vinho é enviado para a coluna de destilação.

A coluna de destilação tem como função separar a água existente na solução, elevando o teor alcoólico aos padrões exigidos para o tipo de álcool a ser processado. O resíduo gerado na coluna A recebe o nome de vinhaça que e utilizado na fertirrigação.

Figura 50 – Fermentação

Figura 51 – Destilação

5.2.2.2 Máquinas e equipamentos

Na Tabela 19 apresentamos os equipamentos e prédios objetos deste licenciamento, com as respectivas capacidades.

Tabela 19 – Relação de equipamentos

Descrição	**Ampliação**	
	Quant.	**Capacidade**
Aparelho de destilação	1	300m^3/dia
Acumulador	1	10m^2
Aquecimento/Tratamento de caldo	1	353m^2
Casa de operação	1	24m^2
Caixa de decantação	2	2500m^2
Carregamento de vinhaça	1	
CCM moenda	1	
Centrifuga de vinho	2	130m^3/h
Decantador de caldo	1	400m^3
Desinfecção por ultra violeta	1	4m^2
Estação elevatória de esgoto	1	40m^3
Filtro biológico submerso	1	51m^3
Filtro de vinho	1	350m^3/h
Filtros de areia	1	12,5m^3/h
Peneira molecular	1	1000m^3/dia
Pré-fermentação	1	
Reator UASB	1	62,4m^3
Selo hidraúlico	1	3m^2
Sistema para reuso	1	40m^3
Tanque águas residuais	1	11.000m^3
Tanque de álcool	1	20.000m^3
Tanque de álcool anidro	2	100m^3
Tanque de mistura	2	150m^3
Tanque de vinhaça	1	11.000m^3
Tanque pulmão de álcool hidratado	1	50m^3
Torre resfriamento destilaria	1	1500m^3/h
Torre resfriamento de vinhaça	2	54m^2
Substação	1	147,25m^2

5.2.2.3 Matéria-Prima e Produtos auxiliares

A Abengoa Bioenergia mantém equipamentos que permitem direcionar a produção para açúcar ou para álcool, sendo o mix usualmente utilizado a produção de 63% de açúcar e o restante (37%) para produção de álcool (juntamente com o mel residual).

A matéria-prima e insumos necessários para este mix, considerando a condição atual e a futura encontram-se na Tabela 20

Tabela 20 - Matérias-primas e insumos de processo

Produto	**Unid**	Atual	Futuro
Cana-de-açúcar	Ton	2.600.000	3.500.000

Produto	Unid	Atual	Futuro
Enxofre.	Ton	1.040	1.400
Cal	Ton	1. 820	2.450
Acido Fosfórico	Ton	7 80	1.050
Acido Sulfúrico	Ton	1. 116	1.502
Polimero	Ton	10,4	14
Dispersante	Ton	16,74	21,7
Anti-espumante	Ton	195,3	262,9

Fonte: Abengoa Bioenergia

Na sequência descreve-se as condições de recebimaneto e de armazenamento dos insumos industriais.

Tabela 21 – Condições de armazenamento de insumos industriais

Produto	Recebimento	Armazenamento
Enxofre	Bags de 1000 kg	Armazém coberto
Cal	Bags de 1000 kg	Armazém coberto
Acido Fosfórico	Granel em caminhão	Tanque fibra
Acido Sulfúrico	Granel em caminhão	Tanque metálico
Polimero	Barrica	Armazém coberto
Dispersante	Sacos	Armazém coberto
Anti-espumante	Latão	Armazém coberto

Fonte: Abengoa Bioenergia

5.2.2.4 Produtos finais e subprodutos

Os produtos obtidos a partir da cana-de- açúcar pela Abengoa são: Açúcar, álcool e energia elétrica, encontrando-se na tabela abaixo a quantidade produzida para as duas condições, atual e após ampliação.

Tabela 22 - Quantidade de produtos produzidos

	Atual	Futuro
Açúcar (ton/safra)	188.709	252.088
Álcool etílico (m^3)	111.525	150.635
Energia elétrica (MW/h)	70	70

Fonte: Empral/ABENGOA

Figura 52 – Tanque de armazenamento de álcool

5.2.2.5 Sistema de geração de energia

A capacidade de geração de energia elétrica está relacionada na Tabela 23, e a instalação nas figuras apresentadas na sequência.

Figura 53 – Vista das Caldeira

Figura 55 – Geradores de energia

Figura 54 – Tratamento de água

Figura 56 – Torre de transmissão

Tabela 23 - Geração de energia elétrica

	Situação atual	Situação futura
Energia elétrica gerada(MWh)	23.677	67.453
Energia elétrica consumida(MWh)	23.677	23.677
Energia elétrica exportada(MWh)	-	43.776

Fonte: Abengoa Bioenergia

O sistema de geração de energia elétrica instalado, cujo início de operação deu-se nesta safra, consta de duas caldeiras operando com pressão de 67 kgf/cm^2 que fornecem vapor para o sistema de geração de energia, composto por dois turbo-geradores com extração de vapor de escape a 1,5 kgf/cm^2 e um terceiro turbo-gerador de condensação, conforme relacionado na Tabela 24.

Tabela 24 - Equipamentos da termoelétrica existente

Qde.	Descrição	Capacidade
02	Caldeiras	200 tvh
02	Turbo geradores (extração)	25 MW
01	Turbo gerador (condensação)	20 MW
01	Desaerador térmico	400 m^3/h
01	Desmineralização por osmose reversa	50 m^3/h
01	Sub-estação elevatória	13,8 / 138 kV
01	Torre de resfriamento	370 m^3/h
01	Linha de transmissão (8,25 km)	138 kV

Fonte: Abengoa Bioenergia

5.2.2.6 Utilização de recursos hídricos

- Outorga de direito de uso de água

  Conforme já mencionado a Abengoa Bioenergia capta água para o processamento industrial no Rio Jaguari-Mirim, não havendo captação de águas subterrâneas. A outorga existente será capaz de suprir a necessidade após a ampliação, de tal forma a manter-se as estruturas existentes inalteradas. A outorga de captação emitida pela Agência Nacional da Águas – ANA tem validade até 2014, estando descritas na Tabela 25, as principais características da outorga.

Tabela 25 - Outorga de uso de água – Resolução 806/09

	$Q_{máx}$	Tempo		Coordenadas		Manancial	Período
	(m^3/h)	(h/ dia)	(dia/ mês)	Lat Sul	Long Oeste		
Captação	800	24	30	21°55'35"	46°55'27"	Jaguari-Mirim	Abril/Dezembro
Captação	200	24	30	21°55'35"	46°55'27"	Jaguari-Mirim	Janeiro/Março

Fonte: ANA – Resolução 806

A outorga exige instalação de equipamento para monitoramento contínuo de vazão, o que foi atendido pela empresa, sendo a mesma válida até 24 de novembro de 2014. Na Figura 57 e Figura 58 mostra-se detalhes da captação no Rio Jaguari-Mirim.

Figura 57 - Captação Jaguari Mirim

Figura 58 - Medidor de vazão

- Dados quantitativos sobre a captação de água - usos de água e balanço hídrico

  Na Figura 59 e na Figura 60 apresenta-se o balanço hídrico da indústria para a situação futura e atual. Nota-se que embora tenha havido aumento de captação a outorga e uso de água existente atende plenamente as necessidades de água do empreendimento. Para a nova situação, a captação efetiva de água será de 445m^3/h contra uma captação atual de 400 m^3/h, levando a uma taxa de captação de água de 0,64m^3/t.cana, que atende às exigências da Resolução SMA 88/08.

  Os dados quantitativos de água utilizada nos diversos circuitos e vazão de reposição com água bruta (captação) estão relacionados na Tabela 26.

  Na Tabela 27 destacam-se os circuitos que estão fechados, resultando em redução de captação.

Tabela 26 - Quantitativo dos usos de água

Usos	Vazão Atual (m^3/h)			Vazão Futura (m^3/h)		
	Circuito	Recirculada	Captada	Circuito	Recirculada	Captada
Alimentação						
lavagem cana/esteira	900	865	0	1200	1200	0
Extração (moendas)						
Embebição	110	52	58	303	257	46
Resfriamento mancais	96	0	96	6	0	6
Tratamento de Caldo						
Coluna de filtro vácuo	98	0	98	-	-	0
Preparo leite cal	15,3	0	15,3	-	-	0
Lavagem filtro	39	39	0	41	29	12
Preparo de polímero	10	0	0	-	-	
Concentração do Caldo						
multijatos evaporação	3045	3000	0	4609	4568	41
Coluna cozedor B e C	1576	1500	40	-	-	0
Cozedor A e Hidroejetor	1710	1650	24	-	-	0
Lavagem de açucar	5	5	0	-	-	0
Processo açucar	173,6	2	0	-	-	0
Lavagem evap/vácuos	13	13	0	-	-	0
Geração de Energia						
água para caldeira	178,8	178,8	0	357	344	13
resfriamento turbo gerador	1200	1188	12	4258	4166	92
retenção de fuligem	350	309	0	800	748	52
Fermentação e Destilaria						
Preparo fermento				47	0	47
resfriam. Destilaria	1050	1040	10	2900	2816	84
Diversos						
lavagem de pisos	10	0	10	25	0	25
Uso potável	10	0	10	25	0	25
Desmineralização	6,7	0	0	15	13	2
ETA	36,7	0	36,7	-	-	
TOTAL			**400**			**445**

Fonte: Empral

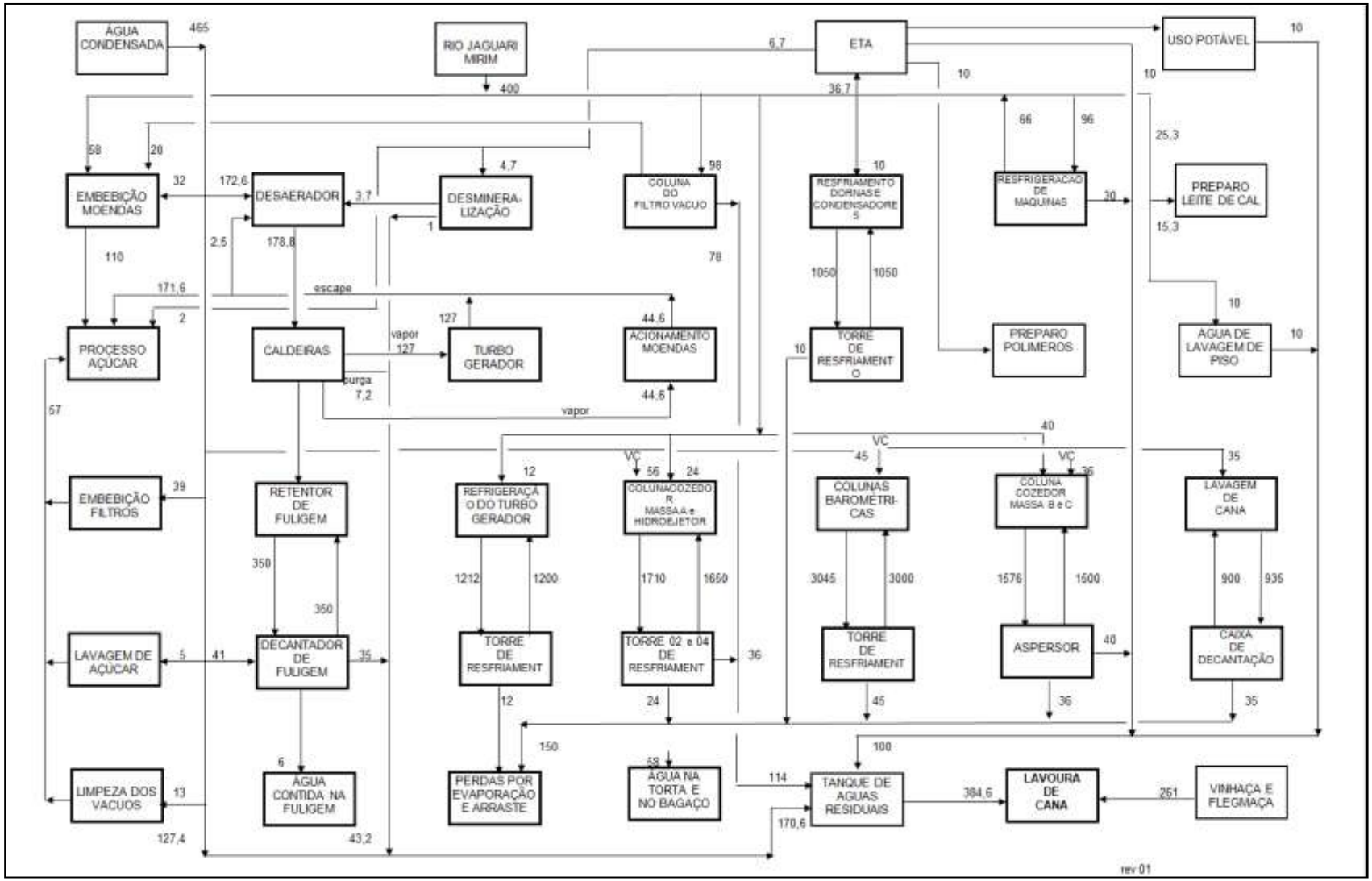


Figura 59 - Balanço Hídrico (situação atua).

Figura 60 - Balanço Hídrico (situação futura).

Tabela 27 - Circuitos de água fechados (recirculação)

Circuito	Vazão (m^3/h)	
	Atual	Futuro
- água de lavagem de cana e/ou esteira (Decantação)	900	1200
- águas resfriamento dornas e condensadores (torres)	1050	2900
- água dos retentores de fuligem (Decantação)	350	800
- águas dos multijatos evaporação (aspersores)	3045	4609
- águas de resfriamento turbo-geradores	1200	4258
Total de água recirculada	**6540**	**13.767**

Fonte: Abengoa Bioenergia/EMPRAL

5.2.2.7 Geração de Efluentes Líquidos

Todos os efluentes líquidos do processamento industrial são enviados para fertirrigação da lavoura, juntamente com a vinhaça, não havendo lançamento em corpo d`água. Na Tabela 28 relaciona-se os efluentes, sua vazão e destino. As características dos efluentes industriais são apresentadas na Tabela 29.

Tabela 28 - Destino e vazão de efluentes líquidos industriais

Efluente	Vazão (m^3/h)		Tratamento	Disposição
	Atual	Futuro		
Desmi	1	2	Lagoa de decantação	Lavoura
Tanque pulmão limpeza ind.	-	6	Lagoa de decantação	Lavoura
Torre de resfriamento resfriamento mancais	30	4	Lagoa de decantação	Lavoura
Resfriamento de fábrica	76	35	Lagoa de decantação	Lavoura
Resfriamento turbo	-	21	Lagoa de decantação	Lavoura
Resfriamento destilaria	-	17	Lagoa de decantação	Lavoura
Água de selagem	-	10	Lagoa de decantação	Lavoura
Uso geral	10	25	Lagoa de decantação	Lavoura
Lavador de fuligem	35	17	Lagoa de decantação	Lavoura
Sobra condensado	127,4	196	Lagoa de decantação	Lavoura
Vinhaça	261	284	Tanque pulmão	Lavoura
Purga caldeira e ETA	17,2	-	Lagoa de decantação	Lavoura

Fonte: Abengoa Bioenergia / Empral

Tabela 29 - Composição físico-química dos efluentes industriais

	Desmi	Tq pulmão limpeza	Torres res-friamento	Selagem	Uso geral	Lavador fuligem	Con-densado	Vinhaça*
Temp.(oC)	20	30	30	20	30	80	90	55
pH	6,5	6	8	6,5	6,8	7,5	6,3	3,7
DBO5 (mg/l)	<5	25	<5	<5	12	<5	10	18.220
DQO (mg/l)	22	40	22	22	28	22	26	32.475
RS (ml/l)	<1	<1		<1	<1	4	<1	-
Óleos/Graxas (mg/l)	-	-	-	-	-	-	-	
Potássio (mg/l)	-	-	-	-	-	-	-	1,83

Fonte: literatura. *Vinhaça – pH e potássio - análise vinhaça produzida pela usina

Como não há lançamento em corpo d`água não foi realizada demonstração da capacidade de assimilação do corpo receptor.

- Sistema de tratamento de efluentes

O sistema de tratamento de efluentes a ser utilizado prevê um tratamento aneróbio através de biodigestor de fluxo ascendente, estando na tabela abaixo as características do sistema, bem como a descrição suscinta do sistema.

Tabela 30 - Características da ETE

Parâmetros	
DBO entrada	300 mg/l
DBO_5 saída	45 mg/l
Eficiência esperada	85%
pH entrada	➢ 6,8
pH saída	7,0 a 7,5
Produção de lodo	$10m^3$ por semestre
Sistema proposto	UASB + FB + Filtro Areia + desinfecção

Reator Anaeróbio de Manta de Lodo (UASB);

O Reator Anaeróbio de Manta de Lodo (UASB) é uma unidade de fluxo ascendente que possibilita o transporte das águas residuárias através de uma região que apresenta elevada concentração de microrganismos anaeróbios. O reator UASB

pode ser separado em 3 zonas: digestão, separação trifásica (transição) e de decantação.

Polimento com filtro de areia;

Após o tratamento anaeróbio o sistema terá removido em média 70% da DBO, o que pode ser considerado um pouco baixo para alguns corpos receptores, para isto foi proposta a instalação de um sistema de pós-tratamento, que neste caso é a filtração de areia com objetivo de garantir uma alta qualidade para seu efluente e eficiência no processo sempre maior que 80% para a remoção de DBO. A filtração de areia é uma operação física, onde os grânulos, assim como pequenas partículas que passaram no reator anaeróbio acabam ficando retidas nos filtros de areia.

Cloração ou ultravioleta

A cloração deve ser feita com pastilhas de cloro de 20 gramas colocada no pré-filtro da bomba de retrolavagem. Obrigatoriamente a água irá passar pela bomba, mesmo com ela desligada e assim irá reduzir a quantidade de coliformes fecais. A eficiência será proporcional a quantidade de pastilhas colocadas. Indica-se colocar a princípio 2 pastilhas por dia, no entanto deve-se verificar os resultados para adaptar a quantidade a vazão real diária.

- Melhor tecnologia prática disponível para minimização de vinhaça

O programa de minimização da vinhaça produzida pela Abengoa baseia-se em trabalhar o mínimo possível com caldo de cana para preparo do mosto, de tal forma a obter um mosto com concentração elevada (Brix elevado). Ressalta-se que quando se opera com caldo a concentração de materiais fermentessíveis é mais baixa (caldo é diluído) de tal forma que implicará em alta quantidade de vinhaça. Ao operar com xarope, caldo concentrado ou melaço, tem-se oportunidade de operar com brix mais alto, de tal forma a ter-se menor quantidade de vinhaça produzida. É importante registrar que há limitações de concentração de materiais fermentessíveis pela levedura utilizada. Desta maneira, ao trabalhar com levedura adequada a concentrações mais elevadas, teremos menor quantidade de vinhaça produzida.

A adoção de reboiler ou aquecedor indireto no aparelho de destilação pode ser considerada uma estratégia para redução de vinhaça, pois o vapor de aquecimento da coluna A é feito de forma indireta, gerando condensado de vapor que pode ser reaproveitado. Quando o aparelho de destilação não possui aquecimento indireto o

vapor é borbulhado na coluna, incorporando-se à vinhaça.

Estes dois procedimentos permitirão a minimização de vinhaça.

- Plano de manejo para áreas de alta vulnerabilidade

Áreas com alta vulnerabilidade para as águas subterrâneas foram definidas através da Resolução SMA 14/2010 com base no levantamento do IGC/IPT. No desenho 13 apresentamos o mapa de vulnerabilidade das águas subterrâneas para a AID da Abengoa Unidade São João, mostrando que não há áreas de cana nesta classificação, razão pela qual deixamos de apresentar o plano de manejo para áreas críticas ou vulneráveis. Ressalta-se que há áreas classificadas como vulneráveis, entretanto isto se deu não em função das águas subterrâneas mas em função de disponibilidade de águas superficiais na bacia do Rio Jaguari-Mirim.

5.2.2.8 Geração de Resíduos Sólidos

Os resíduos sólidos gerados na indústria são apresentados na Tabela 31, destacando-se os seguintes resíduos:

Tabela 31 - Resíduos sólidos industriais

Resíduos sólidos	Clas sif.	Produção específica	Quant. Gerada/ano			Destina-ção	Acondicio-namento
			Atual	Futura	Unid.		
Bagaço	IIa	0,287 t/tc	746.817	1.005.631	t	Queima em Caldeira	Granel
Cinzas das caldeiras	IIa	22,98 kg/tc	59.748	82.728	t	Composta-gem	Caixa em alvenaria
Fuligem	IIa						
Torta de filtro	IIa	30,5 kg/tc	79.560	82.665	t		Moega
Lixo comum	IIa	0,02 kg/tc	52	72	t	Reciclagem e aterro municipal	Caçamba metálica
Lixo laboratório	IIa	0,0016 kg/tc	4,1	5,6	t	Aterro	Caçamba metálica
lixo ambulatório médico	I	0,2 kg/d	73	73	kg	Incinera-ção	Recipiente próprio em saco branco
Lodo fossa séptica	IIa	0,014 kg/tc	35	49	t	E.T.E	-
Sucatas ferrosas	IIb	-	Variável	variável	t	Comercializ ação	Pátio
Sucatas não ferrosas	IIb	-	Variável	variável	t	Tambores comercializ ação	Pátio
Terra lavagem de esteira	IIb	31,5 kg/tc	78750	110250	t	Áreas de Reforma Canavial	Caixa em alvenaria

Resíduos sólidos	Clas sif.	Produção específica	Quant. Gerada/ano			Destina-ção	Acondicio-namento
			Atual	Futura	Unid.		
Óleo usado	I	-	variável	variável	t	Recupera-ção	Tambor
Pilhas e baterias	I	-	variável	variável	unid.	Retorno ao Fabricante	Tambor
Lâmpadas fluorescentes	I	-	variável	variável	unid.	Reciclagem	Tambor
Tambores metálicos	IIb	-	variável	variável	unid.	Comercializ ação	Armazém
Papel e papelão	IIb	0,032 kg/tc	80	112	t	Reciclagem	Armazém
Pneus	IIa	-	variável		unid.	Comerciali-zação	Armazém

Fonte: Abengoa

5.2.2.9 Geração de Emissões Gasosas na Indústria

As emissões gasosas do processo podem ser resumidas em :

- Emissões atmosféricas das caldeiras

A empresa vinha operando com duas caldeiras de 110t/h de vapor, totalizando a produção de 220t/h de vapor, com lavagem de gases como sistema de controle de poluição. Na última safra, com a instalação da cogeração de energia, a usina desativou as duas caldeiras e implantou duas novas caldeiras de 200 t/h de vapor, totalizando a produção de 400t/h vapor, que estão operando abaixo da sua capacidade nominal. As novas caldeiras são providas de sistemas de controle de poluição atmosférica (lavador de gases), sendo realizado monitoramento em uma oportunidade, parâmetro que serviu de base para o estudo de dispersão atmosféricas. Assim, o estudo de dispersão de poluentes da usina foi realizado nas seguintes condições em termos de emissões das caldeiras:

Situação Anterior – 2 Caldeiras de 110t/h

As emissões das duas caldeiras 110t/h foram baseadas nos resultados de campanha de amostragem realizada em novembro e dezembro de 2.009 pela empresa OIKOS Controle Ambiental.

Situação Futura – 2 Caldeiras de 200t/h

As emissões das duas caldeiras de 200 t/h foram baseadas nos resultados de campanha de amostragem realizada em novembro de 2.010 pela empresa CORPLAB.

A situação anterior, operando com duas caldeiras a bagaço de cana gerando 220 t/h de vapor, resulta em estimativa de emissões globais de material particulado e

óxidos de nitrogênio de 191,15kg/h e 78,86kg/h, respectivamente.

A atual operação da usina, com duas caldeiras a bagaço de cana gerando 400t/h de vapor, resultará estimativa de emissões globais de material particulado e óxidos de nitrogênio de 26,60 kg/h e 103,49 kg/h respectivamente, conforme a campanha de amostragem em chaminé.

As emissões residuais nas chaminés das caldeiras de 200t/h: MP–200 mg/Nm³ (base seca) e NOx–350mg/Nm³ (base seca) ambas corrigidas a 8% de oxigênio (base seca) atendem aos limites de emissões estabelecidas no Anexo III – "Limites de emissão para poluentes atmosféricos provenientes de processos de geração de calor a partir da combustão de bagaço de cana-de-açúcar" da Resolução CONAMA 382 de 26/12/2006, limites estes para MP – 200mg/Nm³ (base seca) e NOx - 350mg/Nm³ (base seca) ambas corrigidas a 8% de oxigênio (base seca) para caldeiras com potência térmica nominal maior que 75Mw.

Na Tabela 32, apresentamos a estimativa de emissões de material particulado e óxidos de nitrogênio para a operação das duas caldeiras.

Tabela 32 - Estimativas Emissões Mat. Particulado (MP) e Óxidos Nitrogênio (NOx)

Parâmetros		**Caldeiras**	
		03	**04**
Geração de Vapor	**t/h**	200	200
Consumo de Bagaço	**t/h**	93,616	93,616
Potencia Nominal (a)	**Mw**	193,7	193,7
	10^3 kcal/h	166636,48	166636,48
Vazão do Efluente Gasoso	**m^3/h**	435282	481509
	Nm^3/h (bs)	213766	254691
Teor de Oxigênio de Efluente Gasoso na Chaminé	**%vol (bs)**	3,8	3,3
Temperatura de Efl. Gasoso	**°C**	78	72
Sistema de Controle Poluição		Lavador	Lavador
Chaminé H-Altura D-Diâmetro	**m**	H – 40 D – 3,0	H – 40 D – 3,0
Emissão Residual de MP na Chaminé	**mg/Nm^3 (bs) 8% O_2**	63,49	24,97
	mg/Nm^3 (bs)	83,84	34,06
	Kg/h	17,92	8,67

Parâmetros		Caldeiras	
		03	04
Emissão Residual de NOx (como NO_2) na Chaminé	mg/Nm^3 (bs) 8% O_2	101,75	215,22
	mg/Nm^3 (bs)	134,36	293,58
	Kg/h	28,72	74,77

Nota: (a) Potência determinada com base no PCI – Poder Calorífico Inferior de bagaço de cana (1.780 kcal/kg bagaço úmido).

A determinação das contribuições de concentrações de material particulado e óxidos de nitrogênio, na qualidade do ar, foi feita aplicando o modelo de dispersão ISCST3, recomendado pela USEPA – United States Environmental Protection Agency, e utilizando os dados meteorológicos para condição mais desfavorável de dispersão de poluentes (worst case), estando em anexo o estudo completo.

A Tabela 33 apresenta as contribuições máximas de partículas inaláveis (PI) para 24 horas (diária) e dióxido de nitrogênio (NO_2) horária, nas áreas urbanas da área de influência do empreendimento, para os cenários da operação das 2 caldeiras a bagaço de cana nas condições meteorológicas desfavoráveis de dispersão de poluentes ("worst case"). Ressalta-se a indisponibilidade ou inexistência de levantamento de dados climáticos horários na região.

Tabela 33 - Contribuições Máximas de Partículas Inaláveis e Dióxido de Nitrogênio nas Áreas Urbanas

Áreas Urbanas	PI – 24 horas (μg/m^3)		NO_2 – 1 hora (μg/m^3)	
	Sit. Atual	Sit. Futura	Sit. Atual	Sit. Futura
Aguai	50	3,6	24,2	23,1
Casa Branca	56,4	5	40	50
Lagoa Branca	143,6	10,0	79,8	63,4
Pedregulho	65,7	5,1	37,0	32,1
São João da Boa Vista	130,9	12,8	75,0	81,7
Vargem Grande do Sul	224,2	10,7	124,5	80
Padrão Primário (PQAR)	**150**		**320**	

Face às considerações apresentadas, o empreendimento operando com as caldeiras a bagaço de cana de gerando 400 t/h de vapor, com sistemas de controle de poluição do ar (lavadores de gases), tem viabilidade ambiental e as contribuições de poluentes apresentam valores menores que os padrões primários

de qualidade do ar para os parâmetros Partículas Inaláveis e Dióxido de Nitrogênio da Resolução CONAMA 03/90, nas áreas urbanas da área de influência.

Desta forma atende-se as Resoluções Conama 382/08 quanto a padrões de lançamento e Conama 03/90 quanto a qualidade do ar no entorno do empreendimento.

Compensação de emissões.

As regiões SAT (saturadas) e EVS (em vias e saturação), são obrigadas a compensar emissões, conforme estabelecido no artigo 42-A do Decreto Estadual 52.469/07, em 110% (cento e dez por cento) e 100% (cem por cento) das emissões atmosféricas a serem adicionadas dos poluentes que causaram os estados, respectivamente, de SAT ou EVS.

Segundo a "Relação de Municípios e dados de Monitoramento" publicado pela Cetesb para atender à Resolução SMA 68/10 de 30/06/2010, nenhum dos municípios da área de influência encontra-se em situação classificada como: áreas saturadas ou em vias de saturação.

Características das chaminés e dos sistemas de controle de emissões atmosféricas

Na Tabela 34 apresentamos as principais características das chaminés.

Tabela 34 – Características das chaminés e ECP

Parâmetros		**Caldeiras a Bagaço de Cana**	
		03	**04**
Sistema de Controle Poluição		Lavador	Lavador
Chaminé **H-Altura D-Diâmetro**	**m**	H – 40 D – 3,0	H – 40 D – 3,0
Temperatura de operação	**°C**	84	84
Material de construção		Aço carbono	Aço carbono

As caldeiras foram fornecidas pela empresa CBC Indústrias Pesadas SA, sendo instalado o sistema de lavagem de gases, que segundo o fabricante, em declaração por escrito – carta GRD-PLT-1094/2010, garantirá o atendimento dos padrões de lançamento estabelecidos pela Res. Conama 382/06 (200 mg/Nm^3 a 8% de O_2).

Para monitoramento das emissões e confirmação do atendimento à legislação foi instalado sistema que permite amostragem dos gases da chaminé, conforme indicado na Figura 61.

A primeira amostragem de gases foi feita pela empresa ESAAT – Estudos e Avaliações Atmosféricas da CORPLAB – Environmental Analytical Services, em 27 de outubro de 2010, indicando que o sistema instalado pela CBC tem alta eficiência de remoção de particulados.

- Emissão de gases da fermentação alcoólica:

Na fermentação alcoólica a levedura – Sacaromices Cerevisiae transforma a matéria açucarada em álcool e gás carbônico (CO_2). Este gás contém vapores alcoólicos que seriam lançados para a atmosfera, gerando perda e poluição difusa. A usina possui dornas fechadas que permitem a captação deste gás e envio para um sistema de lavagem - torre de recuperação (Figura 62) , de tal forma a reduzir o arraste de álcool para a atmosfera, sendo a água de lavagem enviada para a dorna volante (retorno ao processo).

Figura 61 – Lavador de gases - destaque plataforma de amostragem

Figura 62 – Coluna de lavagem de gases da fermentação

- Emissão de gases da enxofreira:

Dentre as várias etapas de tratamento e purificação do caldo encontramos a sulfitação, operação realizada principalmente para controlar a formação de cor do açúcar, ou seja para obtenção de um açúcar branco (exigência de mercado). Esta etapa de purificação é feita pela queima de enxofre em estado sólido em um forno rotativo, gerando-se SO_2, gás que é injetado em uma coluna de sulfitação que provoca o contato deste com o caldo. O controle da adição de enxofre no forno é feito indiretamente através do controle do pH do caldo.

- Emissão de pó de açúcar.

A usina dispõe de um sistema de retenção de pó na saída do secador de açúcar, que consiste na lavagem do ar da saída do secador, visando minimizar a quantidade de açúcar, que gera perdas indeterminadas e poluição difusa. Esta água é recirculada, sendo periodicamente enviada para o processo de produção, de tal forma a recuperar este açúcar e reduzir a poluição difusa (matéria orgânica) , promovendo a recuperação do açúcar.

Figura 63 – Lavador de pó de açúcar

Figura 64 – Pó de açúcar silo

Ainda neste sentido há um sistema de coleta de pó e açúcar do silo de armazenamento, que é recolhido em saco e reprocessado.

5.2.2.10 Ruídos e vibrações

No projeto há sistemas para redução de emissões sonoras de linhas de vapor (ver figura abaixo), constando na especificação de equipamentos industriais exigência em relação a geração de ruído, de tal modo a atender a legislação trabalhista, ou seja, o nível de ruído máximo, a uma distância de 2 metros, será de 95 dBA.

Ressalta-se que o empreendimento está localizado em zona rural, distante de comunidades ou municípios, além do fato de que o atendimento ao nível de ruído no ambiente de trabalho (acima mencionado), implicará no atendimento ao especificado na legislação ambiental - Resolução CONAMA 1 de 08/03/1990.

Esta resolução estabelece normas a serem obedecidas, no interesse da saúde, no tocante à emissão de ruídos em decorrência de qualquer atividade, reportando-se a NBR 10.151 como parâmetro de avaliação de ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade. O limite para área Industrial no período diurno é de: 70dB(A) e no período noturno 65dB(A).

Figura 65 – Atenuadores de ruído – descarga de vapor.

5.2.2.11 Recursos Humanos da Agroindústria

Embora se vislumbre a acentuada redução de mão de obra para a área agrícola, no compto geral a ampliação em análise implicará em aumento de 32 empregos. Os recursos humanos necessários ao empreendimento estão detalhados na Tabela 35, tanto para a situação atual quanto futura.

Tabela 35 - Recursos humanos atuais e futuro

Setor	**Quantidade de Funcionários**			
	Atual		**Futura**	
	Safra	**Entressafra**	**Safra**	**Entressafra**
Industrial	249	240	280	272
Administrativo	91	91	91	91
Agrícola(efetivos e temporários)	1.253	1000	1.253	1.000
Total	1.593	1331	1.624	1.363
Sazonalidade mão-de-obra (*)	1,19		1,19	

(*) Índice de Sazonalidade é igual ao n° de empregados na safra/n° de empregados na entressafra.

Deve-se considerar na análise destes dados que a empresa é signatária do Protocolo Agro-ambiental e portanto já está considerando o incremento da colheita

de cana crua na área mecanizada com término da operação de despalha de cana à fogo até a safra 2014. O fim da colheita de cana queimada trará implicações no tocante a mão de obra, que atualmente é utilizada para colheita manual da cana.

Na safra a indústria opera em 3 turnos de trabalho: das 6:00 às 14:00, das 14:00 às 22:00 e das 22:00 às 06:00. Na entressafra há um turno de trabalho, das 7:00 às 17:00 horas.

NR 31

A empresa atende a NR31, norma que regulamenta o trabalho na atividade agrícola, submetendo-se a ação do Ministério do Trabalho, sem registro de autuações por descumprimento da mesma. Na Tabela 36, apresentamos informações sobre a adequação do empreendimento à Norma Regulamentadora , exigida pela Portaria n°. 86, de 03/03/05 – DOU de 04/03/05, e na Tabela 37 a comprovação de atendimento às exigências normativas.

Tabela 36 - Atendimento a NR 31

Item	Descrição itens constantes na NR 31	Status de Adequação
31.6	Serviço especializado em segurança e saúde no trabalho rural	Implantado
31.7	Comissão interna de acidentes de trabalho rural - CIPATR	Implantado
31.8	Agrotóxicos, adjuvantes e produtos afins	Implantado
31.9	Meio ambiente e resíduos	Implantado
31.10	Ergonomia	Implantado
31.11	Ferramentas manuais	Implantado
31.12	Máquinas equipamentos e implementos	Implantado
31.15	Acessos e vias de circulação	Implantado
31.16	Transporte de trabalhadores	Implantado
31.17	Transportes e cargas	Implantado
31.19	Fatores climáticos e topográficos	Implantado
31.20	Áreas de vivência	Implantado

Fonte: Abengoa Bioenergia

Tabela 37 - Comprovação de atendimento a NR 31

Item	Descrição	Complemento	Item	Descrição	Complemento
31.3.3 "F"	Todo colaborador/prestador de serviço recebem integração de segurança/saúde antes de sua entrada na empresa		31.8	Os colaboradores que estão com exposição direta com agrotóxicos,Adjuvantes e produtos afins realizam treinamento , realizado pelo SENAR.	
31.3.3 "E"	Todo acidente e doença do trabalho é investigado e comunicado, com participação da CIPATR	sem registro fotográfico	31.8.9 "B"	Todos os conjuntos de aplicação de defensivos agrícola são descontaminados na lavanderia da empresa	sem registro fotográfico
31.5.1.1 "C"	São realizados palestras educativas,diálogo de saúde e segurança		31.8.14	Os defensivos agrícolas são armazenados em suas embalagens originais com seus respectivos rótulos	
31.5.1.1 "C"	São realizadas palestra educativas,diálogo de saúde e segurança		31.11	Todos os colaboradores recebem gratuitamente as ferramentas manuais e são repostas sempre que necessário	
31.5.1.3.1	Todos os colaboradores realizam exames médicos de acordo com as datas de vencimento e/ou a critério médico	sem registro fotográfico	31.12 "B"	Todo operador, no ato de sua admissão, é qualificado em relação ao tipo de veículo que ele for operar	sem registro fotográfico
31.5.1.3.3	Todos os colaboradores recebem um cópia do Aso - Atestado de saúde ocupacional	sem registro fotográfico	31.12.3	As transmissões de força das máquinas e equipamentos são protegidas	sem registro fotográfico
31.5.1.3.6	Todas as frentes de trabalho tem colaborador treinado em primeiros socorros e materias necessários a prestação do atendimento		31.16	Os veículos de transporte coletivo possuem autorização do DER e os condutores a CNH e curso de transporte coletivo , compatível com a categoria do veículo	sem registro fotográfico
31.5.1.3.8	Todo colaborador acidentado é remanejado sem nenhum custo		31.20	Os colaboradores recebem gratuitamente os EPIs de acordo com a sua função, sendo substituidos quando necessário	
31.6	O SESTR - Serviço especializado em segurança e saúde no trabalho rural está em acordo com o estabelecido na NR 31	sem registro fotográfico	31.23	Para todas as frentes de trabalho são disponibilizadas área de vivência de acordo com o número de colaboradores	
31.7	A CIPATR - Comissão interna de prevenção de acidentes do trabalho rural está composta em conformidade com o estabelecido pela NR 31		31.23.5	Para os colaboradores (migrantes) são disponibilizados alojamentos	

Perfil de funções

O perfil dos funcionários da Abengoa está relacionado a função exercida, passando a ser brevemente descrito na Tabela 38 os cargos,funções a ser desempenhada e exigência quanto a qualificação.

Tabela 38 - Cargos e funções

Cargo	Função	Qualificação
Encarregado de Irrigação	Realiza serviços de supervisão de equipes do setor de irrigação nas diversas áreas na lavoura.	Segundo grau
Encarregado de Produção Agrícola	coordena os trabalhos de equipe dos Fiscais de Turmas e Lideres Agrícola, distribui os serviços e respectivas equipes de acordo com a estimativa de produção	Segundo grau
Encarregado de Transporte	Realiza serviços de supervisão de equipes nas frentes de carregamento e transporte de cana na lavoura	Segundo grau
Fiscais de Turmas	Realiza serviços de supervisão de equipes de aplicação de herbicida costal e equipes no corte manual da cana de açúcar, orientando quanto à realização dos serviços e efetuando a apuração da produção individual dos rurículas	Técnico
Engenheiro Agrônomo	Presta assistência geral de campo em culturas diversas, coordena o preparo, a conservação do solo, o plantio e a colheita em geral, a aplicação de defensivos agrícola, e controle de praga, elabora cronograma de atividades	Superior
Motoristas e tratoristas	Dirige veículo específico no transporte de cana-de-açúcar, vinhaça, torta de filtro, herbicida, dos pontos de carga na lavoura ou indústria, de acordo com a programação	Segundo grau com Habilitação
Técnico Agrícola	Realiza serviços de supervisão de equipes na área agrícola (preparo de solo, plantio, etc)	Técnico
Topógrafo	Realiza serviços de medição de terrenos na área agrícola, com o uso de equipamentos especiais, elaboração de mapas das áreas de produção agrícola	Superior
Supervisor de processo	Realiza serviços de supervisão de equipes dos diversos setores industrais.	Superior
Serviços diversos	Realiza serviços de acompanhamento de processo nas diversas etapas	2º grau completo,
Operadores de caldeiras	Opera os equipamentos de geração de vapor	2º grau completo,

Cargo	Função	Qualificação
Ténico em laboratório	Realiza acompanhamento analítico do processo.	Técnico em Química
Vigilantes	Serviços de portaria e controle de acesso de pessoas	2º grau completo,
Engenheiro químico, mecânico ou agrônomo	Presta assistência geral no processo industrial, manutenção e atividades afins.	Superior

5.3 Balanço de Massa e energia

Os balanços de massa são apresentados na sequência. Na Tabela 39 apresentamos a comparação entre as situações.

Tabela 39 – Principais parâmetros extraídos dos balanços de massa

Safra	Atual	Futuro
Cana (ton)	2.600.000	3.500.000
Açúcar (ton)	188.709	252.088
Álcool (m^3)	111.525	150.635
Bagaço (ton)	746.817	1.005.331
Efluente (m^3)	825.554	1.144.471
Vinhaça (m^3)	1.449.825	1.638.153
Torta de filtro (ton)	79.560	82.665
Cinzas (ton)	3.259	4.576

Fonte: Empral

- Balanço de energia

O Balanço de energia é apresentado na Figura 69, destacando-se os seguintes consumos de vapor e energia:

- Consumo especifico de energia 34,3 kW/TC
- Consumo especifico de vapor 402 kgv/TC
- Energia total produzida 67.453 kW.h
- Energia consumida pela usina 23.453 kW.h

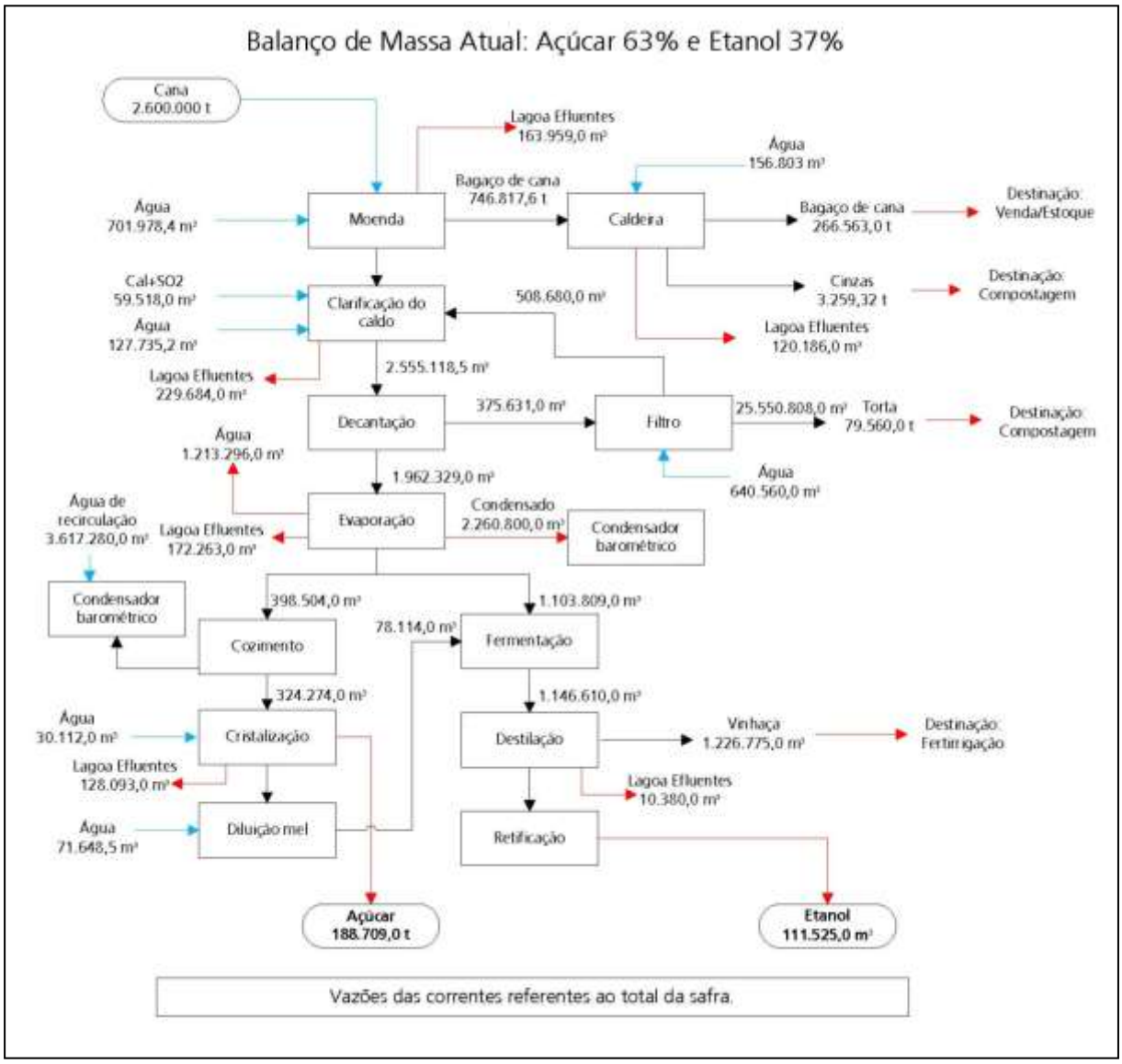


Figura 66 – Balanço de massa atual (Fonte:Abengoa)

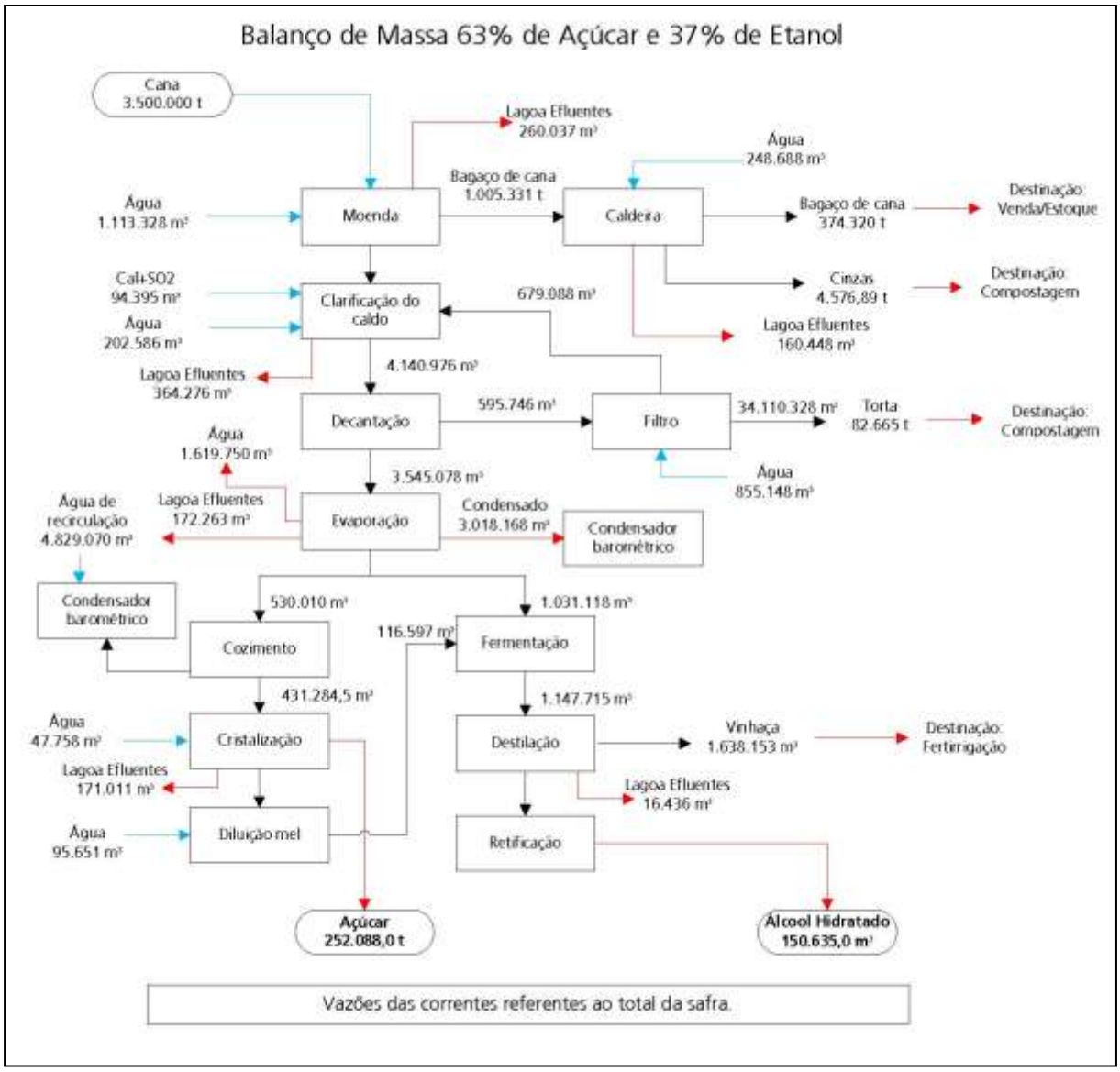
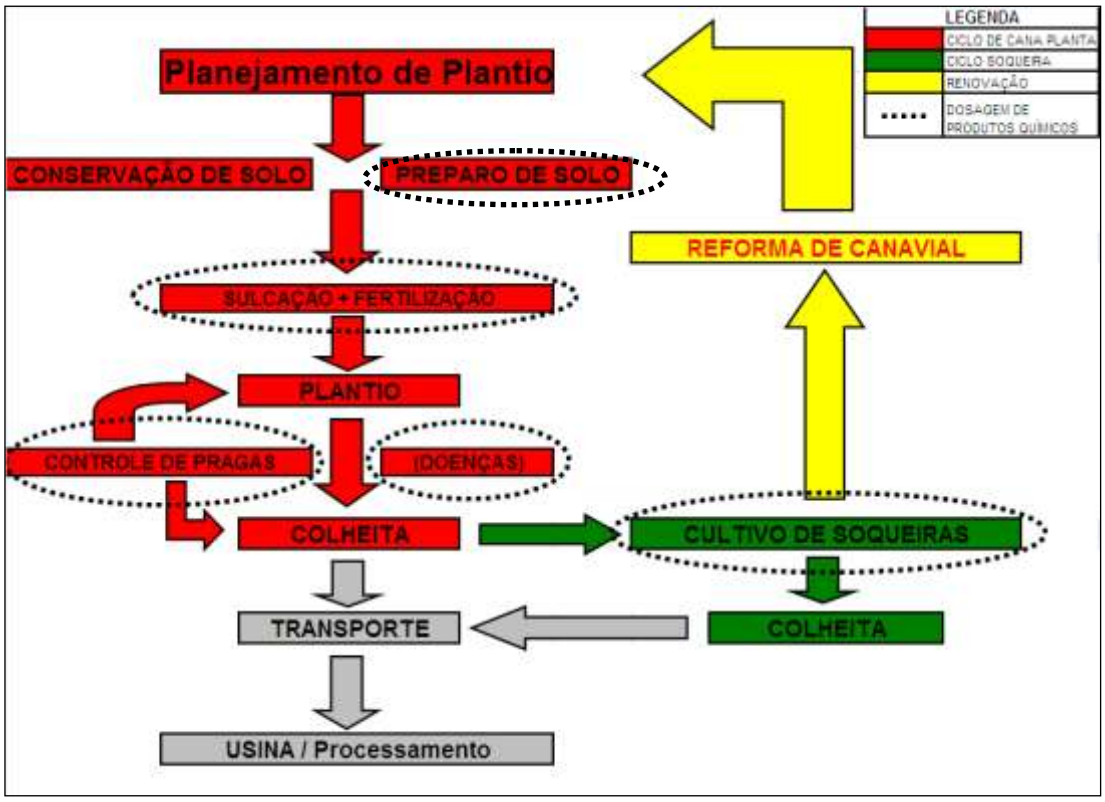


Figura 67 – Balanço de massa futuro (Fonte:Empral)

- Fluxograma de processo agrícola e insumos agrícolas

O fluxograma do processo agrícola é apresentado na Figura 68, estando circundado em linhas pontilhadas as operações nas quais se utiliza algum tipo de insumo agrícola, incluindo-se fertilizantes, herbicidas, cal e outros.



Fonte: Donzelli

Figura 68 – Fluxograma do processo agrícola simplificado

Os insumos utilizados visam controle de doenças e/ou pragas como também a obtenção de alta produtividade, sendo considerado média de produtividade de 85 toneladas de cana por hectare, para os cinco cortes.

Os produtos utilizados no processo agrícola estão relacionados na Tabela 40

Figura 69 – Balanço de energia futuro

Tabela 40 – Efeito dos insumos de processo na produção

Etapa	Produto	Ação
Preparo solo	Cal (calcário)	Produto utilizado para reduzir a acidez do solo causada pela ação da água de chuva e retirada de nutrientes do solo pela planta. A aplicação e incorporação de calcário no solo promove maior crescimento das raízes, melhora o aproveitamento da água do solo, aumenta a eficiência da adubação, fornece Cálcio e Magnésio para nutrição da planta
Desenvolvimento da cultura	Herbicidas	Produto utilizado para controle de plantas competidoras, classificadas como daninhas.
Plantio	Fertilizantes	Utiliza-se fertilizantes oriundos do processo, como a torta de filtro e vinhaça e se necessário complementação com micronutrientes. Os fertilizantes têm por finalidade fornecer nutrientes para a planta – micro e macro nutrientes, tais como N, P, K, Ca, Mg e S – para proporcionar maior produtividade agrícola.
Desenvolvimento da cultura	Agro químicos	Produtos utilizados para controle de infestações de pragas consideradas muito severas, pois habitualmente se utiliza controle biológico de pragas.

- Insumos de processo

Os produtos utilizados no processamento industrial possuem finalidade específica, estando na tabela abaixo o princípio básico e a consequência da utilização destes em relação ao produto final – açúcar e álcool.

Tabela 41 – Efeito dos insumos de processo na produção

Etapa	Produto	Ação
Fermentação	Fermento	Trata-se da levedura Sacaromyces Cerevisae que transforma a sacarose em álcool etílico. Via de regra se utiliza as leveduras (fermentos) comerciais, oferecidos pela Itaiquara ou Fleischmann.
	Soda líquida	Produto alcalino utilizado em limpeza
	Ácido Sulfúrico	Produto utilizado para ativar a levedura recirculada. O processo fermentativo adotado é o Melle Boinot que prevê a centrifugação do mosto fermentado, separando a levedura que é reativada através da adição de uma solução ácida.
	Anti espumante	Produto utilizado para reduzir a formação de espuma no processo fermentativo
	Antibióticos	Para combater a infecção
Tratamento de caldo	Cal	Alcalinizante utilizado para elevar o pH do caldo para decantação das impurezas.
	Ácido	Utilizado para melhorar a decantação das

Etapa	Produto	Ação
	fosfórico	impurezas do caldo
	Enxofre	Utilizado para obtenção de açúcar branco
	Polímero	Auxiliar de decantação
Águas de refrigeração	Bactericida	Bactericida utilizado em tratamento de água de circuitos de resfriamento
	Inibidor	Inibidor de corrosão
Água reposição caldeira	Soda líquida	Utilizado para regenerar resinas de troca iônica.
	Ácido Clorídrico	Utilizado para regenerar resinas de troca iônica.
Água para produção de vapor	Polimero	Polímero utilizado como dispersante para evitar a sedimentação e incrustação de sais de cálcio (dureza) na superfície da caldeira
	Sulfito	Sulfito de sódio utilizado para remoção de oxigênio dissolvido da água de alimentação da caldeira, evitando corrosão por pitting.
	Alcalinizante	Produto utilizado para manter o pH do vapor elevado, evitando a corrosão na seção pós-caldeira (tubulações, válvulas e turbo-gerador)
	Soda Líquida	Produto utilizado para manter pH elevado no interior da caldeira, evitando corrosão no equipamento.

6 Investimento e cronograma de obra

Na Tabela 42 apresentamos os custos envolvidos na ampliação o processo industrial.

Tabela 42 - Custos da ampliação industrial

Setor	Equipamento	Quant.	Capac.	Valor Previsto
Processo	Aquecedores	4	400m^3/h	2.000.000
	Evaporador	2	3000m^2	2.000.000
	Decantador	1	400m^3	1.500.000
Fermentação	Dornas	4	750m^3	4.000.000
	Trocadores a placa	4	750m^3/h	1.000.000
	Trocador regenerativo	1		350.000
	Centrifuga	2	130m^3/h	1.000.000
	Filtro	1	350m^3/h	70.000
Destilação	Torre de resfriamento	1	1500m^3/h	700.000
	Unidade de destilação	1	300m^3/dia	5.000.000
	Peneira molecular	1	300m^3/dia	13.000.000
	Tanque de álcool anidro	2		150.000
	Tanque de álcool hidratado	1		50.000
	Tanque armazenamento etanol	1	20000m^3	5.000.000

Setor	Equipamento	Quant.	Capac.	Valor Previsto
Utilidades	Estação Tratamento de esgoto	1	70m^3/dia	500.000
INVESTIMENTO TOTAL				36.320.000

O Custo de implantação do canavial está orçado em cerca de R$3.000,00 (Três mil reais) por hectare.

Na Figura 70 apresentamos o cronograma de implantação do empreendimento.

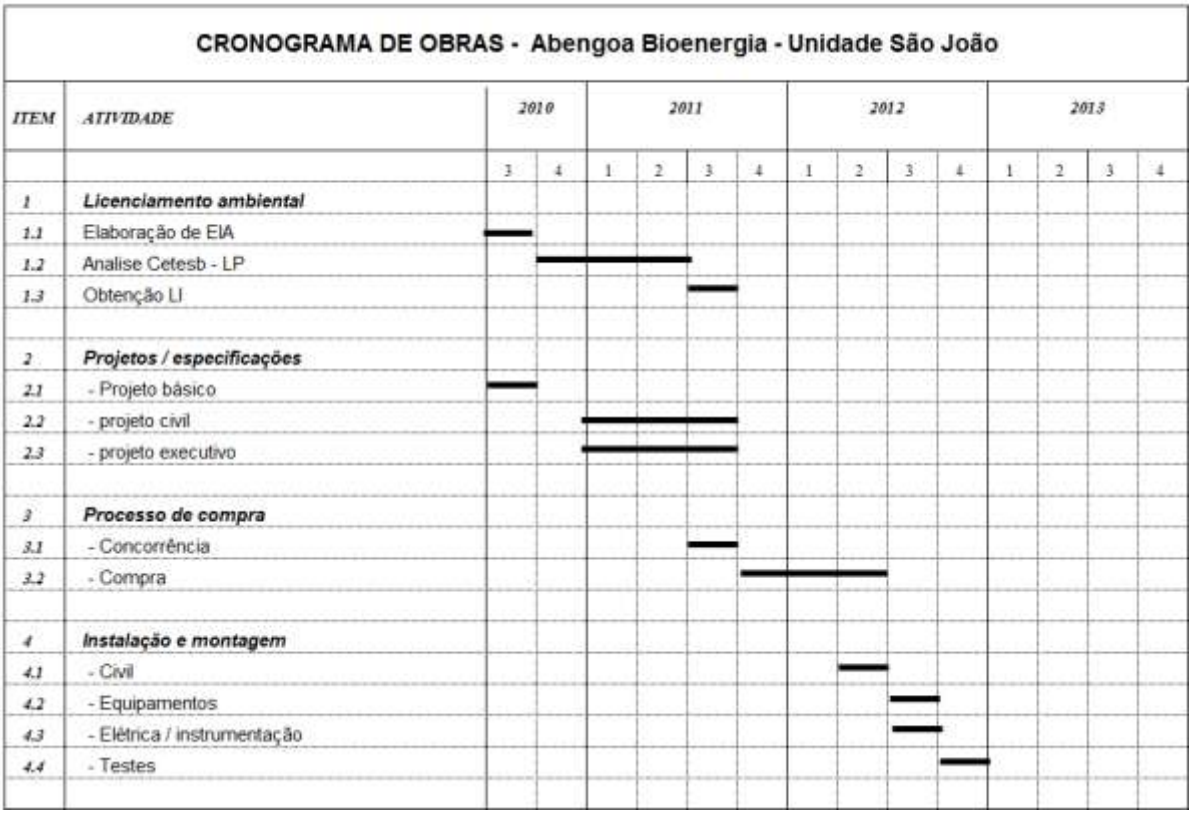


Figura 70 – Cronograma

7 Informações cartográficas

As informações cartográficas estão apresentadas anexas:

Desenho 1:Localização e vias de transporte (Formato A0, Escala 1:80.000).

Desenho 2:Imagem de Satélite -áreas de cana (Formato A0, Escala 1:80.000)

Desenho 3:Unidade Industrial e empreendimentos correlatos (Formato A0, Escala 1:15000)

Desenho 4:Áreas de aplicação de vinhaça (Formato A0, Escala 1:80.000)

Desenho 5:Delimitação da AII – meio físico/biótico (Formato A0; Escala 1:307.000).

Desenho 6:Delimitação da ADA e AID – meio físico/biótico (Formato A0, Escala 1:103.000).

Desenho 7:Delimitação da ADA e AID – meio socioeconômico (Formato A0, Escala 1:103.000)

Desenho 8:Delimitação da AII – socioeconômico (Formato A0; Escala 1:220.000).

Desenho 9:Rede hídrica (Formato A0, Escala 1:103.000)

Desenho 10:Uso e Ocupação do Solo (Formato A0, Escala 1:80.000).

Desenho 11:Mapa Vegetação e UCs (Formato A0, Escala 1:80.000)

Desenho 12:Carta de fragilidade ambiental (Formato A0, Escala 1:80.000)

Desenho 13:Vulnerabilidade águas subterrâneas (Formato A0, Escala 1:80.000)

Desenho 14:Carta de Solos(Formato A0, Escala 1:80.000)

Desenho 15:Carta da Geomorfologia(Formato A0, Escala 1:80.000)

Desenho 16:Carta de Geologia(Formato A0, Escala 1:92.000)

Desenho 17: Lay-out industrial(Formato A0, Escala 1:100)

Desenho 18:Aptidão Agrícola (Formato A0, Escala 1:226.000)

8 Diagnóstico Ambiental

8.1 Áreas de Influência do empreendimento

As áreas de influência, onde se sentirão os impactos diretos e indiretos do empreendimento, são os limites geográficos do presente estudo. Determinadas estas áreas, de maneira diversa para o meio físico-biótico e para o meio socioeconômico, principalmente com relação aos impactos diretos, se estabeleceu a base de dados em mapas para delimitação dos estudos. Assim, definiu-se:

8.1.1 Área de Influência Indireta (AII):

Área que recebe os impactos indiretos do empreendimento, ou seja, aqueles impactos causados por ações/alterações que não são decorrentes das atividades diretas (como a produção agrícola e industrial) ou ainda de impactos indiretos desencadeados por impactos primários.

Para o meio físico/biótico consideramos a bacia hidrográfica em que está o empreendimento - a Bacia do Rio Mogi-Guaçú e parte da Bacia do Rio Pardo, conforme apresentado no Desenho 5, anexo.

Em relação ao meio socieconômico consideramos as regiões de governo nas quais podem ser sentidos os impactos ambientais decorrentes da ampliação do empreedimento, englobando a Região de Governo de São João da Boa Vista e de Campinas. O Desenho 8, anexo, mostra a AII para o meio socieconômico.

8.1.2 Área de Influência Direta (AID)

Para o meio físico/biótico e socieconômico a área de Influência Direta foi definida como sendo constutída pelas áreas onde ocorrerão interferências físicas direta, ou seja pela porção territorial na qual encontra-se: a planta industrial e áreas agrícolas.

A definição da AID do empreendimento teve como premissa básica e clássica a área de intervenção física e, a partir daí, as áreas presumíveis de alcance dos impactos diretos da atividade agroindustriais, ou seja, aqueles desencadeados diretamente pelo empreendimento, ou ainda de primeira ordem.

Para o meio físico/biótico focou-se a ocupação dos espaços, adotando-se como parâmetro de definição as sub-bacias hidrográficas nas quais estão a área industrial, as áreas de canaviais, a área ocupada pela linha de transmissão existente e pela adução de água do Rio Jaguari-Mirim. No mapa apresentado no

Desenho 6 indica-se a sub-bacia do Jaguari Mirim e Sub Bacia do Pardo.

Para o meio socieconômico adotou-se a área dos municípios afetados pelos impactos das atividades agrícolas e industrial, conforme registrado no Desenho 7, a saber: Aguai, Águas da Prata, Casa Branca, Divinolândia, Espirito Santo do Pinhal, Estiva Gerbi, Itobi, Mogi-Guaçú, Santa Cruz das Palmeiras, São João da Boa Vista, São José do Rio Pardo, São Sebastião da Grama e Vargem Grande do Sul.

8.1.3 Área Diretamente Afetada (ADA)

A área diretamente afetada compreende a área ocupada pelas áreas agrícolas nas quais haverá plantio de cana, como também pelo parque industrial, compreendendo a área construída e de atividades ao ar livre, além do sistema de captação de água, linha de transmissão e adução de vinhaça. Esta área está indicada no Desenho 7, como também no Desenho 3.

8.2 Meio físico

Neste capítulo é apresentada uma síntese, com dados da observação direta e de compilação bibliográfica, com o objetivo de reunir informações que possibilitem obter uma visão geral da geologia e da fisiografia da área estudada. Serão discutidos os condicionantes do meio físico, inseridos no contexto do empreendimento, abrangendo a Área de Influência Direta (AID), privilegiando os seguintes elementos fisiográficos: as rochas (geologia), o relevo (geomorfologia), o solo (pedologia) e as águas superficiais (hidrologia) e subterrâneas (hidrogeologia), além do clima, todos distribuídos nos meios terrestre, aquático e atmosférico.

8.2.1 Clima

O clima pode ser definido como sendo uma descrição estática, que expressa as condições médias do sequenciamento do tempo meteorológico. Desta forma se faz necessário medir-se as condições instantâneas da atmosfera de um local por vários anos e, posteriormente, estimar-se qual deve ser a condição média (provável), ou seja, o clima (Sentellas, 2009).

A importância de conhecer-se o clima, ou esta condição média está no fato de que ela condiciona a distribuição dos seres vivos no planeta. Desta maneira depende do clima, por exemplo, a distribuição da vegetação natural nas diversas regiões da Terra (Sentellas, 2009).

Diversos fatores atuam para a formação das condições do tempo de um local e,

conseqüentemente, para a formação de seu clima – os chamados fatores climáticos. Dentre os quais destacam-se: temperatura, precipitação, umidade e evaporação.

A classificação climática objetiva caracterizar em uma grande área ou região zonas com características climáticas homogêneas. No Brasil, utiliza-se a classificação de Köppen, baseada no curso de valores médios da temperatura do ar e da precipitação pluviométrica, utilizando-se de nomenclatura especial para designar diferentes tipos de clima. Esta classificação internacional define 5 grandes grupos de clima e vários grupos e subgrupos.

Segundo o Sistema Internacional de Köppen, o Estado de São Paulo abrange seis tipos climáticos distintos (Af, Aw, Cfa, Cwa, Cfb e Cwb), todos correspondentes a climas úmidos. Adotando-se essa sistemática taxonômica, na parte central e sul área da AID, englobando parte das bacias do Jaguari Mirim e do Mogi-guaçu, predomina largamente o tipo climático Cwa, definido a seguir:

Cwa: clima mesotérmico de inverno seco em que a temperatura média do mês mais frio é inferior a 18°C e a do mês mais quente ultrapassa 22°C. O total das chuvas do mês mais seco não ultrapassa 30 mm. O índice pluviométrico desse tipo climático varia entre 1100 e 1700 mm diminuindo a precipitação de leste para oeste. A estação seca nessa região ocorre nos meses de abril a setembro, sendo julho o mês em que atinge a máxima intensidade. O mês mais chuvoso oscila entre janeiro e fevereiro. A temperatura do mês mais quente oscila entre 22 e 24°C.

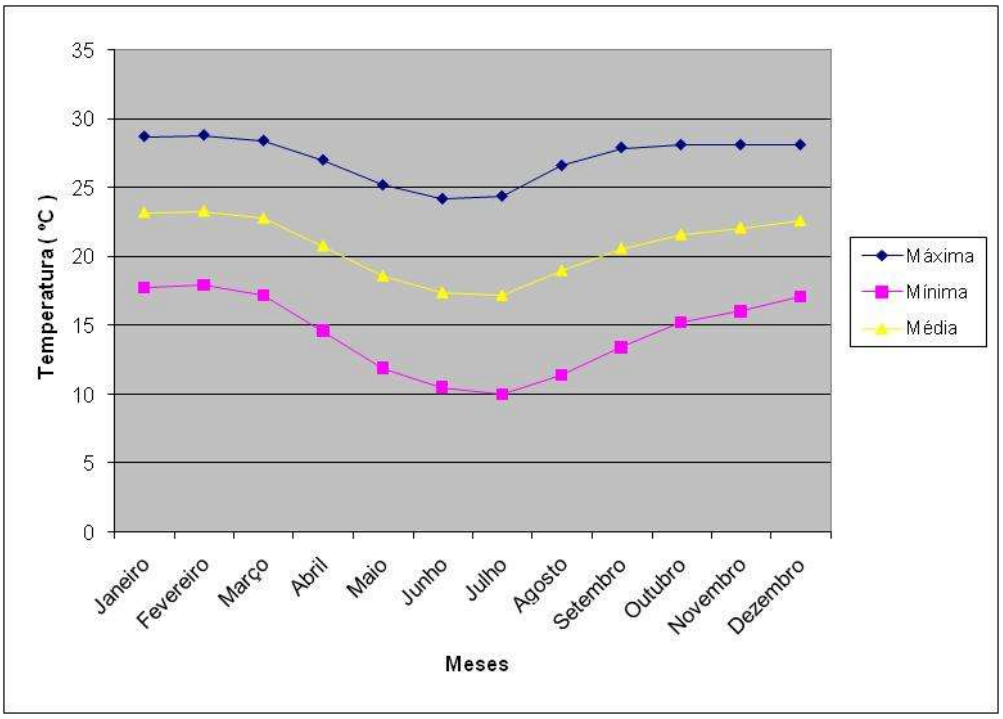
Na parte norte da AID, englobando a bacia do rio Pardo, ocorrem o tipo de clima **Aw:** clima tropical com estação chuvosa no verão e seca no inverno. O índice pluviométrico varia entre 1100 e 1300mm e a estação seca ocorre entre os meses de maio e setembro, sendo julho o mês em que atinge a maior intensidade.

Nas regiões de maior altitude, principalmente próximas aos limites com Minas Gerais o tipo de clima pode ser:

Cwb: clima mesotérmico de inverno seco em que a temperatura do mês mais quente não atinge 22ºC. O índice pluviométrico desse tipo climático varia entre 1300 a 1700mm. O mês mais seco ainda continua sendo julho, que é, em geral, também o mês mais frio com temperaturas médias em torno de 16,5ºC. A estação seca vai de maio a setembro, sendo no entanto, a evaporação relativamente pequena devido ao abrandamento da temperatura nos meses de inverno. O mês

mais chuvoso é, em geral, janeiro, atingindo um total de chuvas de mais de 10 vezes o valor do mês de julho.

Na Figura 71 indica-se os dados relativos ao levantamento de temperatura média mensal realizado pelo Cepagri-Unicamp.



Fonte: Cepagri-UNICAMP

Figura 71 – Variação de Temperaturas média em São João da Boa Vista

- Chuva

De acordo com levantamento do Cepagri-Unicamp a pluviometria média em São João da Boa Vista 1.494,7mm/ano, com mínimo de 26,4 e máximo de 257,7 mm. Este levantamento está relacionado na Tabela 43 e plotado na Figura 72 .

Tabela 43 - Pluviometria – média mensal

Mês	Precipitação mm
Janeiro	257,7
Fevereiro	209,7
Março	174,9
Abril	76,7
Maio	61
Junho	38,1
Julho	26,4

Mês	Precipitação mm
Agosto	29
Setembro	66,2
Outubro	130,4
Novembro	167,5
Dezembro	257,1
Média anual	**1.494,7**

Fonte: Cepagri-Unicamp

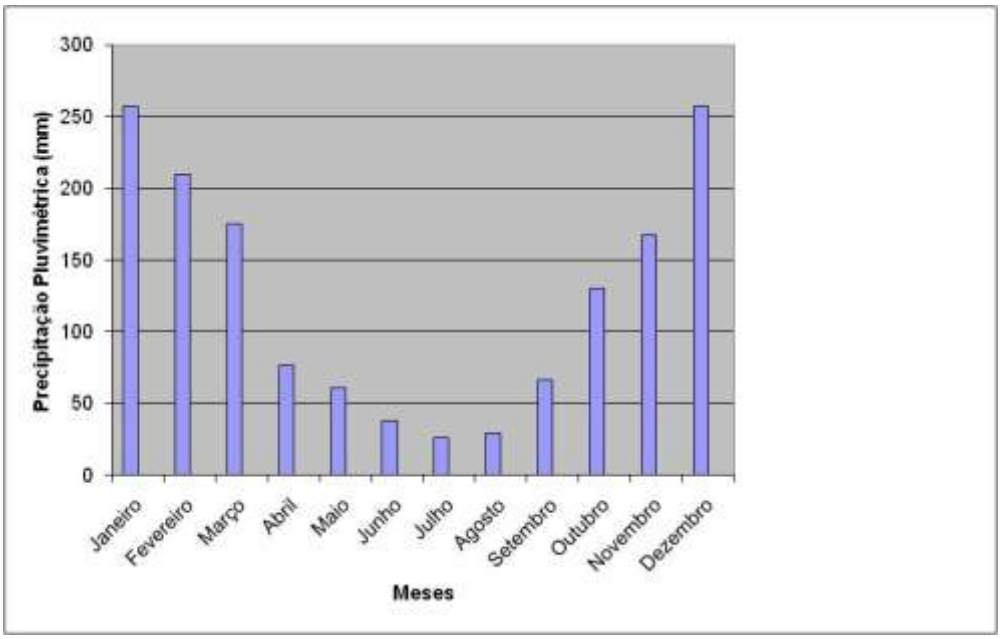


Figura 72 – Precipitação média mensal – S.J.da Boa Vista

Na Figura 73 apresenta-se o extrato do balanço hídrico normal na região de São João da Boa Vista, por Thornthwaite & Mather (1955), verificando-se ocorrer deficiência hídrica entre julho e setembro, com valor máximo em agosto (-20mm).

- Vento e Umidade Relativa do Ar

A umidade relativa do ar média da região, considerando os dados obtidos junto ao IAC, se encontra na Tabela 44

Na circulação atmosférica geral tem-se, entre outras, a circulação secundária, onde ocorrem os sistemas produtores de tempo (massas de ar, frentes e as correntes perturbadas), que originam as variações semanais e diárias no tempo.

As massas de ar são volumes de ar de estrutura homogênea (temperatura e umidade) e horizontal que se deslocam e têm origem em diferentes latitudes.

Podem ser Tropicais, Polares e Equatoriais, formadas tanto sobre os continentes como sobre os oceanos. Essas massas de ar sofrem modificações térmicas e dinâmicas ao se deslocar da sua origem (AYOADE 1986), e de acordo com a temperatura que apresentam ao atingir uma região são classificadas como quente ou fria.

Verifica-se que, de maneira geral, o vento vem do NW. Com velocidade média de 7 Nós.

Fonte: ESALQ

Figura 73 – Extrato do balanço hídrico mensal em São João da Boa Vista

Tabela 44 - Dados de ventos, e umidade do ar

Mês	Direção dos Ventos Predominante	Velocidade Média (nós) (*)	Umidade Relativa do ar (%)
Jan	N	8	69
Fev.	N	7	69
Mar.	NE	7	69
Abr.	SW	6	66
Mai.	SW	7	71

Mês	Direção dos Ventos Predominante	Velocidade Média (nós) (*)	Umidade Relativa do ar (%)
Jun.	SE	6	69
Jul.	SW	8	66
Ago.	NE	7	72
Set.	S	7	71
Out.	NW	7	75
Nov.	NW	7	76
Dez.	NW	7	80
Ano	NW	7	71

Referência: Instituto Agronômico de Campinas - Seção de Climatologia - Normais Climatológicas - 1961 a 1990.
(*) 1 Nós = 0,515 m/s

- Consistência dos dados climatológicos para modelo de dispersão

No estudo de dispersão foram utilizados os dados meteorológicos do modelo SCREEN3 da USEPA, que resultam em concentrações de poluentes para "condição mais desfavorável de dispersão de poluentes, isto por não existirem dados climatológicos consistentes ou coletados em periodicidade exigida pelo modelo de dispersão, ou seja registro horário.

8.2.2 Geologia , Geomorfologia e Pedologia

8.2.2.1 Geologia

A área da Abengoa Bioenergia Unidade São João, em sua unidade industrial, na ADA, se posiciona, geológica e tectonicamente, sobre rochas vulcânicas básicas da Formação Serra Geral, cujo intemperismo resulta nos solos argilosos, de coloração vermelha escura e fértil, também chamado de terra roxa, pertencente à denominada Bacia do Paraná, inserida na Província Estrutural do Paraná.

A unidade tectônica da Bacia do Paraná ocupa cerca de 75% do território paulista, englobando toda a porção central e ocidental do estado. Os outros 25% é ocupado pelo Embasamento Cristalino.

No extremo leste da área de influência da Abengoa Unidade São João estão situadas rochas do Complexo Varginha-Guaxupé, do Embasamento Cristalino.

- Formação Geológica da Bacia do Paraná

A Bacia do Paraná compreende uma bacia cratônica que cobre uma área de cerca de 1.600.000km^2, na região meridional do Brasil, parte mesopotâmica da Argentina e metade ocidental do Uruguai (Petri & Fúlfaro,1983). A Bacia do Paraná tem um formato em "J", com sua maior elongação no sentido NNE-SSW e a menor com reflexão na direção NW.

O empilhamento temporal-estratigráfico verificado para as unidades da Bacia do Paraná, mais representativas no Estado de São Paulo, pode ser visualizado na Tabela 45.

As rochas sedimentares foram depositadas sobre uma grande área de escudo em época que ainda existia o Gondwana, com datações que variam desde o Ordoviciano–Siluriano (500 a 400 milhões de anos) ao Cretáceo (140 a 65 milhões de anos). A sedimentação é predominantemente siliciclástica, com alguma intercalação de evaporitos e calcários pertencentes à Formação Irati, do Permiano Superior, explicado pela posição equatorial que a placa sul-americana ocupava nessa época.

Tabela 45 - Coluna Estratigrágica Geral para a Bacia do Paraná

Mesozóico Triássico a Cretáceo	Grupo Bauru	Formação Marília Formação Adamantina Formação Santo Anastácio Formação Caiuá
	Grupo São Bento	Formação Serra Geral Formação Botucatu Formação Pirambóia
Permiano superior	Grupo Passa Dois	Formação Rio do Rasto Formação Teresina Formação Corumbataí Formação Serra Alta Formação Irati
Carbonífero superior a Permiano mádio	Grupo Tubarão	Formação Palermo Formação Tatuí Formação Rio Bonito Formação Itararé Formação Aquidauana
Devoniano	Grupo Paraná	Formação Ponta Grossa Formação Furnas

A primeira seqüência sedimentar é proveniente de antigos ambientes marinhos (com processos de transgressão e regressão) e continentais, do Ordoviciano Superior, das formações Rio Ivaí, Vila Maria (Zalán *et al*, 1987) e Furnas, segundo

Milani (1992).

A segunda seqüência é representada por sedimentos marinhos de caráter transgressivo da Formação Ponta Grossa, com idades devonianas (400 a 350 milhões de anos).

Entre a segunda e a terceira seqüência, a partir do Devoniano Médio até o início do Carbonífero (350 milhões de anos), há uma ascensão epirogenética acompanhada de falhamentos que foi responsável pela formação de um hiato entre esse período.

No começo do Carbonífero houve intensa movimentação tectônica na região, facilitando a deposição pelas suas elevações e depressões. Os sedimentos dessa seqüência eram tanto de origem marinha como continental, afetados pela glaciação permo-carbonífera que originou a Formação Itararé. Após esse evento houve uma calmaria tectônica, quando começa a deposição de sedimentos de origem fluvial e deltaica, passando para marinha plataformal, lagunar e de manguezais das formações Rio Bonito, Palermo (Grupo Tubarão) e Irati (Grupo Passa Dois).

Mesmo com a calma tectônica a bacia continuava com leve descida, onde se favoreceu a sedimentação continental fluvial, de planície de inundação e deltaicos das formações Corumbataí e Rio do Rastro (Grupo Passa Dois).

Na quarta sequência há um levantamento epirogenético generalizado na bacia, promovendo erosão sobre os sedimentos depositados anteriormente, seguido de depósitos continentais de arenitos e siltitos fluviais da Formação Pirambóia, com ambientes de calmaria tectônica.

A quinta seqüência tem início no Jurássico (195 a 140 milhões de anos), com o predomínio do clima árido, onde a deposição era relativamente delgada mas com grande distribuição regional, dos arenitos da Formação Botucatu; seguindo esse evento houve a Reativação Wealdeniana (Almeida,1967) ou evento Sul-Atlantiano (Schobbenhaus & Campos, 1984). Esse evento provocou uma mudança no caráter da bacia que passou de sinéclise para anfíclise, pelo forte rifteamento. Esse evento foi muito importante, pois reativou antigas falhas e fraturas profundas, que possibilitou a ascensão de uma grande quantidade de magma, que inundou toda a bacia de lava, originando a Formação Serra Geral, juntamente com a intrusão de vários corpos alcalinos na região marginal da Bacia do Paraná. O aparecimento do arenito Botucatu na base dos derrames, evidencia que o clima árido persistia desde o Jurássico ainda.

Numerosos diques acompanharam, em sua formação, as efusões de lavas, para as quais muitos certamente serviram de conduto, apresentando espessuras muito variáveis desde centimétricas até com algumas centenas de metros.

Cessados os derrames de lavas da Formação Serra Geral, iniciaram-se processos de embaciamentos na parte norte da Bacia do Paraná, que gerou a seqüência sedimentar mais recente que aflora na região, o Grupo Bauru, durante o Cretáceo Superior (65 milhões de anos). Para esta entidade adota-se a classificação estratigráfica de Soares *et alii* (1980), os quais subdividem o grupo em quatro formações, de baixo para cima: Caiuá, Santo Anastácio, Adamantina e Marília.

- Unidades Estratigráficas da Região

Diante desse contexto geológico regional as seguintes unidades litológicas são observadas em superfície na região de influência: ADA, AID e AII.

A distribuição das unidades estratigráficas presentes dentro da AID pode ser bem observada no Desenho 16 – Carta Geológica.

A seguir vão ser descritas as entidades estratigráficas regionais, de baixo para cima, as quais estão expostas na superfície da área investigada.

– Complexo Varginha-Guaxupé

Pelo Mapa Geológico do Estado de São Paulo, na escala 1:500.000 (IPT, 1981), publicado pelo convênio IPT/Pró-Minério, no Embasamento Cristalino, localizado a leste da AID, ocorrem migmatitos diversos com paleossomas granulíticos, calciossilicáticos, anfibolíticos, dioríticos e quartzíticos, granada-biotita gnaisses e anfibolitos parcialmente migmatizados.

A idade dessas rochas é admitida como do Arqueano, ciclo Jequié, o que ocorreu por volta de 4,5 bilhões de anos.

No extremo leste, próximo a Águas da Prata aparecem os foiaítos, fonolitos, tinguaítos, nefelina sienitos, lujauritos e chibinitos, ankaratritos e rochas piroclásticas associadas do Corpo Alcalino de Poços de Caldas, todos de idade mesozóica, com datações disponíveis em torno de 67 milhões de anos.

Zanardo (2004), em sua extensa compilação geológica, coloca essas rochas dentro das Unidades Pré-Cambrianas do Complexo Guaxupé, sendo constituídas por biotita gnaisses graníticos a tonalíticos com feições migmatíticas e enclaves dioríticos. Segundo o autor podem apresentar estruturas nebulíticas, “schlieren”,

estromáticas, agmáticas ou ocelares a porfiróide.

Dentro deste contexto geológico ainda observam-se dois corpos graníticos, também chamados de Suítes Graníticas Indiferenciadas, do Proterozóico Superior, representados por granitos e granitóides polidiapíricos com predominância de termos porfiríticos com granulações variadas. A suíte localizada na região de Espírito Santo do Pinhal é chamada comercialmente por Granito Pinhal, a outra se localiza a leste de Vargem Grande do Sul.

Analisando-se as rochas do Complexo Varginha-Guaxupé verifica-se largo predomínio das rochas gnáissicas de composição graníticas, expostas em excelentes afloramentos em lagedos e na grande quantidade de pequenos a enormes matacões. Mineralogicamente são rochas constituídos por feldspato potássico, com colorações rosa, avermelhada, branca e amarelada, feldspato plagioclásio com coloração branca, quartzo, biotita e anfibólio. A textura é equi a inequigranular, com cristais centimétricos, predominando a granulação grossa, estrutura maciça e gnáissica, marcada pela orientação dos cristais de feldspato.

– Bacia do Paraná

O Grupo Tubarão (Formações Itararé, Aquidauana e Tatui)

Formações do Grupo Tubarão ocorrem na porção central da AID, aparecendo a Formação Itararé, com exposição menos expressiva a oeste e a sul do rio Mogi Guaçu e a Formação Aquidauana, mais representativa a norte e leste dessa drenagem; a Formação Tatuí ocorre bem restritamente na porção sudeste da AID.

<u>A Formação Itararé (CPi)</u>

A Formação Itararé está representada por sedimentos psefíticos, psamíticos e pelíticos, às vezes em seqüências rítmicas, os quais teriam se depositado no período permo-carbonífero, estando associados a ambientes variados que incluem principalmente o marinho e o glacial.

A Formação Itararé em São Paulo apresenta-se como uma complexa associação de variadas litofacies, quase todas detríticas, que se sucedem vertical e horizontalmente, de maneira mais ou menos rápida.

Embora constituída quase inteiramente de sedimentos clásticos - arenitos, siltitos e argilitos - localmente podem ocorrer camadas delgadas de carvão e calcário na formação. Suas maiores espessuras aflorantes alcançam cerca de 1.100 metros

nas áreas meridionais do estado. Em sondagens já foram assinalados valores de 1.300 metros de espessura.

Os diamictitos são os termos litológicos mais característicos da formação e mais freqüentes, estando direta ou indiretamente ligados aos processos glaciais que então se realizaram. É muito variada a dimensão dos clastos, sendo os mais freqüentes de subcentimétricos a decimétricos. Quanto à forma, os clastos denotam ter sofrido arredondamento por transporte em meio aquoso, antes de serem movimentados pelo gelo.

São também característicos desta entidade estratigráfica sedimentos rítmicos, em que se alternam em delicada estratificação plano-paralela, arenitos finos, siltitos cinza-claros e folhelhos cinza-escuros ou pretos. São referidos geralmente como varvitos, como por exemplo a rocha exposta no Parque do Varvito de Itu-SP, representando acúmulo em lagos com superfície periodicamente gelada. Podem conter seixos largados por gelo.

Conglomerados e arenitos conglomeráticos também não são raros na formação e parecem representar depósitos flúvio-glaciais.

No levantamento de campo efetuado na área pesquisada apenas foram encontrados afloramentos de um solo podzólico areno-síltico, de coloração bege-amarelada. Esse solo é derivado da alteração intempérica de bancos arenosos da Formação Itararé, os quais se alternam com bancos mais argilosos, os quais geram os “taguás”.

A Formação Aquidauana (CPa)

Como se observa na Carta Geológica (Desenho 16) a Formação Aquidauana se distribui em larga faixa na porção central da AID.

A Formação Aquidauana grada à Formação Itararé por interdigitação, cuja relação entre as duas não está perfeitamente esclarecida pelos pesquisadores que as estudam, no entanto, Soares & Landim (1973) consideraram Aquidauana como uma fácies de borda da Formação Itararé, com idades permo-carboníferas.

A base da formação jaz sobre o embasamento cristalino pré-cambriano, enquanto seu contato superior se faz por discordância erosiva, seja com a Formação Tatuí ou, ao findar esta, com a Formação Pirambóia.

A maior espessura exposta da formação é de cerca de 300 metros, na região de

Mococa. Para norte, já em Minas Gerais, esse valor diminui, acabando por se ocultar a formação sob sedimentos mais novos da bacia, para só ressurgir em Goiás.

A Formação Aquidauana em São Paulo constitui-se predominantemente de arenitos e siltitos, com tonalidades avermelhadas. Ocorrem também folhelhos vermelhos ou esverdeados, conglomerados, diamictitos e ritmitos. Os arenitos finos e siltitos constituem corpos tabulares ou alongados com intercalações de lentes de arenito grosso, feldspático, às vezes seixosos, ou ainda lentes de conglomerados com matriz arenosa e seixos centimétricos de rochas do embasamento cristalino. Siltitos vermelhos e folhelhos também vermelhos quando não esverdeados, constituem camadas com estratificação plano-paralela. Ritmitos estão às vezes presentes.

Os arenitos, quando não maciços, mostram estratificação plano-paralela ou cruzada, acanalada ou tangencial. Marcas de onda podem ocorrer. Diamictitos são comuns, constituindo corpos descontínuos, alongados, espessos de poucos metros. Certos diamictitos, de matriz homogênea, também vermelha, possuindo clastos espessos, alguns com evidências de abrasão glacial, representam tilitos. Outros têm origens diversas. Os diamictitos desta formação também são avermelhados.

Diamictitos e pavimentos pré-cambrianos estriados indicariam ambiente glacial pelo menos para grande parte da formação.

Devido à ausência de intercalações marinhas e posição de borda da bacia não são obervadas espessas camadas de material pelítico, como se observa na Formação Itararé.

A Formação Tatuí (Ptt)

Ainda dentro do Grupo Tubarão acima da Formação Itararé, dentro da AID ocorrem os bancos com sedimentos da Formação Tatuí, aparecendo numa faixa estreita irregularmente distribuída a leste da cidade de Leme.

O termo Tatuí foi empregado, inicialmente, pelos geólogos para designar um conjunto de camadas mais novas que a Formação Itararé. Compreendia arenitos com colorações variadas, representando a parte superior da formação glacial.

A Formação Tatuí é predominantemente constituída de siltitos; subordinadamente ocorrem camadas de arenitos, calcários, folhelhos e sílex. No conjunto representa sedimentação muito uniforme, que contrasta com a heterogeneidade característica

da Formação Itararé. Sua maior espessura em superfície ocorre na região sul do Estado e é da ordem de 130 metros, diminuindo em direção a nordeste e a norte, em direção à borda da bacia sedimentar.

Na base, a formação apresenta relações de discordância erosiva com as formações Itararé e Aquidauana, podendo localmente apresentar conglomerado basal com quase um metro de espessura, ou ainda mostrar brusca mudança litológica. O contato superior também manifesta caráter erosivo.

Nesta entidade estratigráfica foram reconhecidos dois membros. O membro inferior é predominantemente constituído de siltitos de cor marrom-arroxeada, às vezes brancos, finamente laminados; localmente incluem arenitos finos com estratificação plano-paralela, assim como delgadas camadas calcárias de cor cinzenta arroxeada, e sílex. O membro superior é também de natureza síltica, porém tem cores cinza-esverdeada, amarelo-esverdeada e verde. Associam-se a arenitos finos com estratificação plano-paralela, em que se alternam as cores verde e arroxeada.

No topo da formação, o contato com a Formação Corumbataí é discordante, feito com uma camada centimétrica de silexito, também chamada de Fácies Ibicatu, um marco estratigráfico regional.

O Grupo Passa Dois

Formação Corumbataí (Pc)

A Formação Corumbataí está distribuída ao longo de toda a rodovia Anhanguera, entro da AID, estando alterada intempericamente e aparecendo superposta por manchas de sedimentos terciários-quaternários correlacionáveis à Formação Itaqueri.

Esta entidade estratigráfica, em sua parte inferior, apresenta argilitos, folhelhos e siltitos de cores cinza-escuras e, na parte superior, argilitos, folhelhos e siltitos arroxeados a avermelhados com intercalações de bancos carbonáticos e camadas de arenitos muito finos. As cores vermelha e arroxeada passam a predominar nas partes média e superior da formação.

O ambiente de sedimentação mais aceito para esta entidade é o marinho de águas gradativamente mais rasas.

Como estruturas sedimentares são observadas estratificação plano-paralela, cruzada de baixo ângulo, estruturas flaser, estratificação rítmica, marcas onduladas,

fraturas de ressecamento e brechas intraformacionais.

O Grupo São Bento

Formação Serra Geral (JKsg)

O diabásio dessa formação é a litologia pela qual se assenta o complexo industrial da Abengoa Unidade São João, caracterizando todo seu entorno mais próximo, representado por solos oriundos de seu intemperismo, onde se encontram vastas áreas de terra roxa.

São muito comuns em toda a região enfocada, na Bacia do Paraná, as ocorrências de manchas de sills ou diques de diabásio, as quais estariam relacionadas à abertura do Oceano Atlântico, o que teria se iniciado na era Mesozóica. Essas litologias são correlacionadas à Formação Serra Geral (Grupo São Bento), tendo se formado no período Juro-Cretáceo, há cerca de 120 milhões de anos atrás.

O vulcanismo mesozóico da Bacia do Paraná é uma das maiores manifestações vulcânicas continentais observadas na superfície da Terra e é representado por basaltos (90% em volume) e em menor escala por rochas intermediárias (7 % em volume) e ácidas (3% em volume), estas recobrindo uma área de 150.000km^2 na margem oriental da bacia (Bellieni et al., 1986).

Leinz et al. (1966) propuseram que a espessura dos derrames de lava é da ordem de 350metros nas bordas da bacia e 1.100metros na região central da bacia, podendo-se estimar um volume de 800.000km^3, para toda a bacia.

As idades dos derrames são determinadas através de análises radiométricas pelo método Ar40/Ar39, onde Renne et al.(1992) obtiveram idades de 132,6 $\pm$ 1,3 milhões de anos, resultados esses compatíveis com análises paleomagnéticas feitas por Ernesto & Pacca (1988) e Ernesto et al.(1989). Estas análises levaram em consideração que derrames de 1.000metros possuíam até 4 reversões do Campo Geomagnético e que no período Juro-Cretácico os intervalos de polaridade do campo foram da ordem de 400.000 anos, cada derrame com uma reversão acumulou em até 1 M.a..

A região em estudo situa-se na área denominada Região Norte (RNP), uma vez estar situada acima do alinhamento do Rio Piquiri, segundo a subdivisão da Bacia do Paraná estabelecida por Bellieni et al., 1984.

A RNP é representada essencialmente por derrames básicos, com alto teor de TiO_2

(>2%), e apenas na sua porção SE, encontram-se raras ocorrências de rochas ácidas do tipo Chapecó (0,3% em volume), com espessuras variando de 20 a 150m. Não há ocorrência de rochas intermediárias.

No total, as rochas básicas representam 90% em volume das rochas vulcânicas da Bacia do Paraná. Na região Sul perfazem 65% do volume, na região Norte 99,7%, e na região Central, cerca de 97% .

Estas rochas, de maneira geral, possuem composição homogênea. No entanto, quanto à composição química (relacionada à concentração de TiO_2, elementos incompatíveis e álcalis) é subdividida em dois grandes grupos: o de altas concentrações (≥2%) nestes elementos, pertencendo à associação toleítica-transicional, ocorre preferencialmente na região Sul da bacia, e o de baixas concentrações (≤2%) nos mesmos, pertencendo à associação toleítica, na região Norte da bacia. Sendo que, na região central observa-se a presença de ambos os tipos, intercalados entre si (Nardy, 1995).

As eruptivas da Serra Geral compreendem um conjunto de derrames de basaltos toleíticos, entre os quais se intercalam arenitos com as mesmas características dos pertencentes à Formação Botucatu. Associam-se-lhes corpos intrusivos de mesma composição, constituindo sobretudo diques e sills.

As rochas básicas de onde deriva o importante solo da Terra Roxa, cuja fertilidade desempenha relevante papel na agricultura nacional, expõem-se em vastas áreas do Sul do Brasil e países vizinhos, ocupando uma superfície total próxima a 1 milhão de quilômetros quadrados, o que representa uma das mais significativas manifestações ígneas das porções emersas do planeta.

No Estado de São Paulo, os derrames afloram na parte superior das escarpas das cuestas basálticas e de morros testemunhos isolados delas por erosão. Os corpos intrusivos tabulares, concordantes, são muito freqüentes na Depressão Periférica, nas regiões central e nordeste do Estado, onde chegam a suportar cuestas locais. Diques de diabásio existem por toda parte, penetrando nas rochas sedimentares da bacia ou nas cristalinas pré-cambrianas, alcançando até mesmo a região litorânea.

A máxima espessura da formação, conhecida na sondagem de Presidente Epitácio, próximo à margem do rio Paraná, na região central e mais subsidente da bacia, é de 1.529 metros. As espessuras expostas em São Paulo, nas serras basálticas e

bordas do Planalto Ocidental, possivelmente não alcançam um terço desse valor, mas não há elementos seguros para estimá-la. As espessuras dos derrames individuais podem atingir de 50 a 100 metros.

Numerosos diques acompanharam, em sua formação, as efusões de lavas, para as quais muitos certamente serviram de conduto, apresentando espessuras muito variáveis desde centimétricas até com algumas centenas de metros.

Sills existem em grande quantidade nas rochas paleozóicas da Depressão Periférica e nos próprios arenitos mesozóicos. Supõem-se que também existam no interior do pacote de derrames.

Analisando-se as publicações de diversos resultados geocronológicos o vulcanismo ter-se-ia manifestado entre 147 e 119 milhões de anos atrás, isto é, entre o Jurássico Superior e o Cretáceo Inferior, com um máximo de freqüência entre 130 e 120 milhões de anos.

A presença constante de intercalações eólicas entre as rochas basálticas é indicativa das condições desérticas durante o vulcanismo.

Formação Rio Claro e depósitos correlatos (TQir)

Em toda a área da AID e mais expressivamente na sua porção oriental ocorrem diversas manchas, com tamanhos variáveis, constituídos por sedimentos detríticos, relacionados a processos que ocorreram no Terciário e Quaternário.

Representam depósitos coluviais de espigão sendo representados essencialmente por areias com matriz argilosa. Na região de Rio Claro, esses sedimentos receberam a denominação formal de Formação Rio Claro, sendo definida por Björnberg & Landim (1966). Litologicamente esses autores caracterizam a entidade como constituída predominantemente por sedimentos areníticos, com lâminas e leitos de argilas subordinados, com até 30 metros de espessura.

Andrade & Soares (1971) estendem esses depósitos para acumulações sedimentares inconsolidadas, que ocorrem em níveis variáveis entre 550 e 700 metros de altitude, nas bacias dos rios Piracicaba, Corumbataí, Mogi-Guaçu e Tietê.

Essas coberturas superficiais foram reconhecidas em diversos mapeamentos geológicos, sendo comuns nas colinas com topos aplainados, onde a vegetação primitiva era do tipo cerrado. Geomorfologicamente representam planaltos em fase

de dissecação. As área que ocorrem na AID são testemunhos desses planaltos submetidos a processos erosivos, estando quase exumados.

Muitas vezes, devido à escala dos mapas geológicos publicados não foi possível cartografar os depósitos de cobertura de espigão, quando com dimensões reduzidas.

Aluviões (Qa)

Sedimentos arenosos inconsolidados, às vezes com intercalações de bancos argilosos caracterizam os depósitos aluvionares que ocorrem na região. As camadas argilosas muitas vezes são ricas em matéria orgânica.

Os aluviões ocorrem mais expressivamente ao longo dos principais rios, apresentando nível d'água bastante raso, na maioria das vezes com presença de várias nascentes de água.

Mais expressivamente estes sedimentos ocorrem numa unidade destacada ao longo do vale do rio Jaguari Mirim e rio Pardo (Carta Geológica da AID – Desenho nº 16), merecendo também destaque na Carta Geomorfológica da AID (q.v. Desenho nº 15), onde aparece a classificação de relevos de nº 111 – PLANÍCIES ALUVIAIS.

- Metodologia

Para o diagnóstico da geologia da AID foram consideradas apenas as unidades estratigráficas que ocorrem na superfície, e sedimentos mais recentes como os aluviões.

Em toda a área da AID foram levantados perfis transversais, percorrendo-se praticamente, toda a superfície, atentando-se para as variações lito-pedológicas, fazendo-se estudos detalhados quando constatada qualquer variação.

Uma vez identificada qualquer característica inusitada e representativa da unidade geológica procedia-se ao registro fotográfico.

Como tarefa metodológica foram também analisados os diversos mapas geológicos regionais, destacando-se as interpretações estratigráficas para a superfície da AID, confrontando-se as suas representações cartográficas com o levantamento de campo efetuado.

- Geologia da AID

A Área de Influência Direta (AID) do empreendimento é dominada, na sua porção ocidental, por rochas sedimentares e vulcânicas/sub-vulcânicas da Bacia do Paraná, além de depósitos correlatos à Formacão Rio Claro (TQri); na sua porção oriental domina o Embasamento Cristalino, caracterizado pelas rochas do Complexo Varginha-Guaxupé, também são observados em toda área sedimentos aluvionares (Qa), cujas características já foram detalhadas nos subcapítulos precedentes.

A seguir apresentam-se as conceituações estratigráficas adotadas pelos principais mapas geológicos regionais da área, com abordagens em escalas diferentes: 1:750.000 (Perrota et alii, 2005), 1:500.000 (IPT, 1981) e 1:250.000 (DAEE/UNESP, 1982).

A Carta Geológica da AID – Desenho n° 16, apresentada em anexo, foi compilada de IPT (1981), escala 1:500.000. Os demais mapas analisados apresentam a mesma coluna estratigráfica, com idêntica delimitação das entidades estratigráficas. Independente das escalas utilizadas não há diferenças entre as concepções geológicas adotadas em toda a extensão da AID.

O Complexo Varginha-Guaxupé, localizado a leste da AID, foi intrudido pelas rochas básicas do vulcanismo de Poços de Caldas, também estão presentes as suítes graníticas tardias e manchas granulíticas e charnoquíticas. Esse conjunto complexo é recoberto pelas rochas sedimentares da Bacia do Paraná, que se sobrepõem a oeste da área.

As formações Itararé, Aquidauana e Tatuí, todas pertencentes ao Grupo Tubarão, o mais antigo (Permo-Carbonífero), estão melhor representadas na porção central da AID, sendo recobertas por manchas de sedimentos recentes tanto correlatos à Formação Rio Claro quanto depósitos aluviais de idade quaternária.

Acima do Grupo Tubarão tem-se os argilitos arroxeados que ocorrem ao longo do eixo da rodovia e suas faixas de domínio, numa distribuição norte-sul contínua, pertencentes à Formação Corumbataí, de idade permiana (Figura 74 e Figura 75), cujas características já foram descritas anteriormente.

Figura 74 - Detalhe do argilito Corumbataí, vermelho-arroxeado, destacando o acamamento e pastilhamento que é típico desta entidade estratigráfica.

Figura 75 - Afloramento de estrada dos sedimentos argilosos da Formação Corumbataí, com coloração arroxeada.

Pertencente ao Mesozóico ocorre a Formação Pirambóia (Triássico-Jurássico) que se distribui numa faixa, com direção predominante norte-sul, a oeste da AID, sendo constituída predominantemente por arenitos (q.v. Figura 76). Dado o seu potencial em termos de recursos minerais, nos domínios desta entidade estratigráfica se desenvolvem atividades de mineração de areia.

Figura 76 – Vista de afloramento da Formação Pirambóia na perspectiva central, apresentando arenito de cor amarela a laranja com estratificação cruzada, em contato com a Formação Rio Claro, de coloração vermelho escura na parte superior da foto.

Com direção predominante norte-sul, e dispersa por toda área pesquisada, no contexto de bacia sedimentar, ocorrem uma faixas dispersas, algumas mais expressivas que outras, de rochas vulcânico-subvulcânicas, principalmente diabásio da Formação Serra Geral, com coloração preto-esverdeada, granulação fina, pertencente ao Juro-Cretáceo (Figura 82 e Figura 78).

Sedimentos com idades pertencentes ao Terciário-Quaternário e correlacionados à Formação Rio Claro são observados dispersos na AID, como próximo aos municípios de Estiva Gerbi e Itobi, a noroeste de Casa Branca e de Vargem Grande do Sul.

Os aluviões, de idade quaternária, ocorrem mais expressivamente ao longo dos principais rios, apresentando nível d'água bastante raso, na maioria das vezes com presença de várias nascentes de água.

Sedimentos quaternários depositados em planícies de inundação também aparecem destacados ao longo do rio Jaguari Mirim e Rio Pardo e seus afluentes. Esses sedimentos aparecem em grande escala na contexto da Bacia do Paraná, já no Embasamento Cristalino essa sedimentação mais recente é menos expressiva.

Figura 77 - Aglomerado de matacões e lagedos de rocha diabásica da Formação Serra Geral (Grupo São Bento), de idade Juro-Cretáceo, expostos no leito do rio Mogi Guaçu, em Cachoeira de Emas. No canto superior esquerdo da foto se observa banco de areia relacionado aos Aluviões Quaternários.

Figura 78 - Afloramento de estrada Formação Serra Geral do Grupo São Bento, idade Juro-Cretáceo da Bacia do Paraná, apresentando diabásio preto esverdeado muito fraturado.

Na sequência apresentamos fotos de aspectos geológicos verificados no levantamento de campo, com legendas explicativas, que julgamos dignas de registro.

Figura 79 - Matacões de rocha granítica próximo a Espírito Santo do Pinhal. A foto abaixo apresenta um detalhe da rocha.

Figura 80 - Detalhe de rocha granítica, Granito Pinhal, com feldspatos róseos avermelhados de tamanhos variados em matriz quartzo feldspática cinza.

Figura 81 - Migmatito cinza com veios dobrados por anatexia, próximo a São João da Boa Vista. A foto na sequência mostra um detalhe da rocha.

Figura 82 - Detalhe de migmatito do Complexo Varginha-Guaxupé, apresentando veios dobrados de fedspato potássico róseo em matriz acinzentada, por anatexia.

Figura 83 - Vista da Pedra Balão, um matacão de dimensões métricas e ponto turístico do município de São João da Boa Vista, o nome é dado por dar a impressão de que a rocha fica suspensa à superfície do terreno. A foto na sequência mostra um detalhe da rocha.

Figura 84 - Detalhe da Pedra Balão, em São João da Boa Vista, um gnaisse granítico com mega cristais de feldspato potássico róseo avermelhado, em matriz acinzentada de granulação média com cristais orientados.

Figura 85 - Detalhe de nefelina sienito do Corpo Alcalino de Poços de Caldas, apresentando cristais centimétricos de feldspato cinza e piroxênios e anfibólios pretos na parte de cima da foto.

8.2.2.2 Geomorfologia

A topografia e os solos dependem da natureza das rochas subjacentes (ou seja, da geologia), dos processos erosivos e deposicionais que teriam produzido a topografia atual (ou seja, da geomorfologia) e do clima sob o qual atuaram estes processos. Assim, o sistema de relevo é uma classificação baseada em topografia, solos e vegetação, correlacionados com geologia, geomorfologia e clima (STEWART & PERRY 1953).

Metodologia

Para elaboração deste subcapítulo foi realizada a coleta de dados básicos como bibliografia geológica e geomorfológica, o Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo (IPT, 1981) e visitas a campo.

Os planos integrados de aproveitamento de recursos naturais e uso do solo passam necessariamente por uma reflexão a respeito das alternativas estratégicas de ocupação territorial que leve em conta, em primeira instância, a setorização em subdivisões naturais na área considerada.

Localização

Segundo a compartimentação geomorfológica, conforme o Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo (IPT, 1981), mostrado na Figura 86, o relevo do Estado de

São Paulo está dividido em 5 províncias morfoestruturais: I - Planalto Atlântico; II - Província Costeira; III - Depressão Periférica; IV - Cuestas Basálticas; e V - Planalto Ocidental.

As cinco províncias geomorfológicas do Estado de São Paulo estão subdivididas em zonas e sub-zonas. A instalação da usina São João se situa na Zona da Depressão Periférica, muito próxima do Planalto Atlântico, no entanto a área da AID abrange duas grandes Províncias, que são: Depressão Periférica e Planalto.

Na porção oriental predomina o relevo do Planalto Atlântico, caracterizado pelas rochas cristalinas do Complexo Varginha-Guaxupé e outras litologias associadas como as suítes graníticas do Proterozóico Superior e o Corpo Alcalino de Poços de Caldas.

Na porção ocidental domina o relevo da Depressão Periférica, associada às rochas sedimentares e vulcânica/subvulcânicas da Bacia do Paraná.

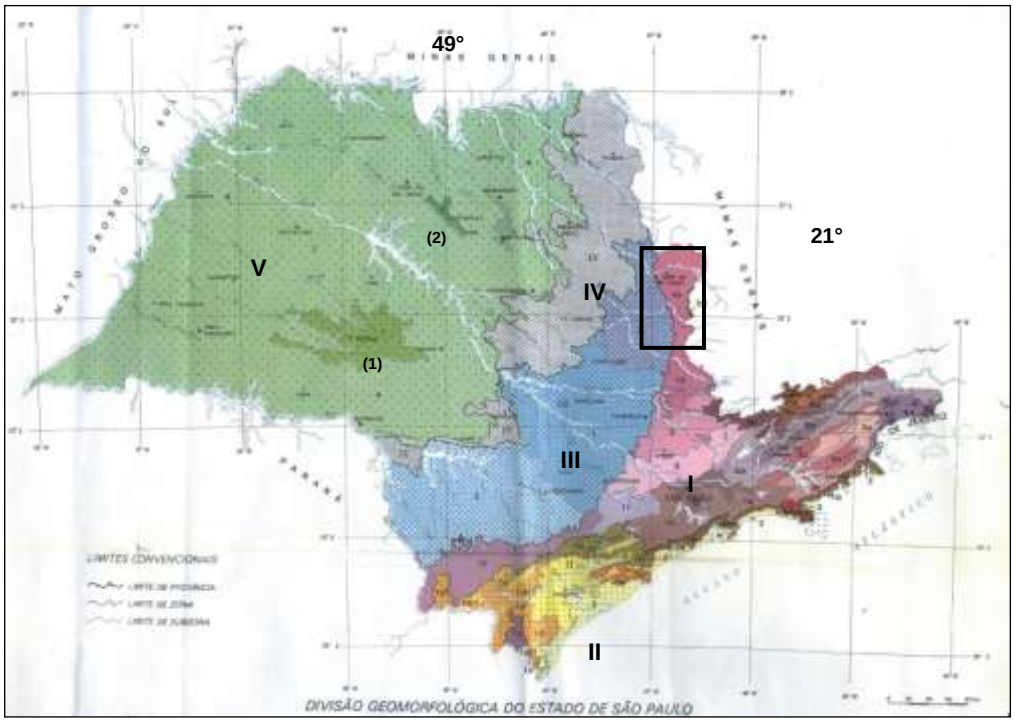


Figura 86 - Divisão Geomorfológica do Estado de São Paulo (IPT,1981). O retângulo delimita a área pesquisada.

Depressão Periférica

Dentro da compartimentação geomorfológica do território paulista a região da Usina São João, em São João da Boa Vista, se encontra inserida na Província da Depressão Periférica (IPT, 1981b).

Devido à inclinação homoclinal das camadas paleozóicas e mesozóicas em direção à região mais deprimida da bacia, e à resistência oferecida à erosão pelos derrames basálticos cretáceos que suportam a borda em cuesta do Planalto Ocidental, escavou-se entre esta e os terrenos elevados das rochas cristalinas marginais do embasamento, uma longa depressão. É nela que estão expostas as camadas paleozóicas e mesozóicas pré-basálticas, numa faixa de configuração em lua crescente que constitui a Província Geomorfológica da Depressão Periférica paulista.

A Depressão Periférica tem a forma de um corredor de topografia colinosa, com aproximadamente 50km de largura, nitidamente embutido entre as cuestas basálticas e as elevações cristalinas do acidentado Planalto Atlântico. A Depressão Periférica corresponde à faixa de ocorrência das seqüências sedimentares infra-basálticas paleozóicas e mesozóicas do Estado de São Paulo, incluindo ainda áreas descontínuas de corpos intrusivos de natureza básica, sob a forma de diques e sills de diabásio; pequenas áreas de rochas pré-cambrianas são ainda incorporadas a esta província.

A origem da província é denudacional, marcando uma acentuada movimentação do relevo, em relação àquela presente nas entidades adjacentes. O relevo mais montanhoso que caracteriza a área do Planalto Atlântico cede lugar, na Depressão Periférica, a um relevo colinoso que nas suas bordas não está diretamente vinculado às litologias sedimentares, pois transgride seus limites e avança sobre rochas graníticas, metamórficas e migmatíticas do embasamento cristalino.

Dentro da divisão da província, a área aqui analisada se situa na Zona do Mogi Guaçu. Toda a zona é coberta por uma rede de drenagem bastante organizada. O padrão geral da drenagem é dendrítico, notando-se porém algum controle estrutural a partir de diáclases e da presença de corpos litológicos mais resistentes, especialmente de diabásios da Formação Serra Geral.

A zona do Mogi-Guaçu é constituída principalmente por sedimentos com áreas expressivas de rochas básicas com reflexos na sua topografia. No modelado do relevo é também importante o papel desempenhado pelas estruturas tectônicas, com destaque para o basculamento de blocos.

No geral predominam nesta unidade geomorfológica relevos de colinas amplas e colinas médias, no entanto, morros amplos e morrotes alongados e espigões

também estão presentes.

É comum a presença de níveis intermediários de erosão entre o topo aplainado das colinas e o assoalho geralmente plano das várzeas.

Para Ab'Saber (1969) os depósitos de cobertura de espigão se comportam como "uma ampla superfície alveolar rasa, ligeiramente embutida abaixo da superfície neogênica, ainda que atualmente, através de inversões de relevo, esteja circunscrita aos insterflúvios principais das colinas. O seu caráter suspenso atual, talvez indique que ela tenha se formado em período recuado do Quaternário Antigo (Pleistoceno inferior)".

As formas de relevo da Depressão Periférica, foram baseados nos estudos realizados pelo IPT (IPT,1981), que apresentaram a compartimentação geomorfológica do Estado de São Paulo em escala 1:1.000.000, já os tipos de sistemas de relevo são apresentados em escala 1:250.000. A Tabela 46 mostra os principais tipos de relevo da área da AID, restringindo-se à Província da Depressão Periférica. Formas de relevo menos expressivas serão abordadas ao longo do texto. São eles:

Tabela 46 - Principais características dos sistemas predominantes de relevo presentes na área da AID.

Convenção	Características Gerais dos Relevos Principais
111	PLANÍCIES ALUVIAIS - terrenos baixos e mais ou menos planos, junto às margens dos rios, sujeitos periodicamente a inundações. Ocupam faixas extensas que estão restrita à calha do rio Mogi Guaçu, rio Itupeva, rio Jaguari Mirim, rio Pardo e seus afluentes.
212	COLINAS AMPLAS – predominam interflúvios com área superior a 4 km^2, topos extensos e aplainados, vertentes com perfis retilíneos a convexos. Drenagem de baixa densidade, padrão subdendrítico, vales abertos, planícies aluviais interiores restritas, presença eventual de lagoas perenes ou intermitentes. É o sistema predominante na área da AID. Acha-se desenvolvido sobre as rochas paleozóicas da AID.
213	COLINAS MÉDIAS – predominam interflúvios com áreas de 1 a 4 km^2, topos aplainados, vertentes com perfis convexos a retilíneos. Drenagem de média a baixa densidade, padrão subretangular, vales abertos a fechados,

Convenção	Características Gerais dos Relevos Principais
	planícies aluviais restritas, presença eventual de lagoas perenes ou intermitentes. Constitui um sistema de relevo comum nesta província e apresenta freqüentes transições para o sistema de relevo 212.
234	MORROTES ALONGADOS E ESPIGÕES - predominam interflúvios sem orientação preferencial, topos angulosos, vertentes ravinadas com perfis retilíneos. Drenagem de média a alta densidade, padrão dendrítico, vales fechados. Ocorre em áreas relativamente grandes a oeste de Espírito Santo do Pinhal e a nordeste de Casa Branca, sobre substrato sedimentar e cristalino em faixa de transição entre ambos.

Fonte: Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo. IPT. 1981.

A densidade de drenagem apresenta fortes variações entre os sistemas de relevo reconhecidos na província, e até mesmo no interior de um mesmo sistema. De modo geral, as cabeceiras de cursos d água exibem uma maior ramificação da drenagem e, conseqüentemente, densidades médias até altas. A presença de relevos de COLINAS AMPLAS (212) nessas áreas sedimentares caracteriza densidades de drenagem pouco maiores que aquelas desenvolvidas sobre rochas basálticas, embora sempre dentro da categoria “baixa densidade”. O relevo de COLINAS AMPLAS (212), ocupa grande parte da porção ocidental da AID, principalmente a sudoeste, dando lugar a norte a relevos mais montanhosos e restritos (Carta Geomorfológica – Desenho n° 15, e Figura 87).

Figura 87 - Relevo de Colinas Amplas sobre solos de terra roxa, formado

sobre derramamento basáltico, apresentando extensos campos planos e férteis para uso da agricultura.

Nas áreas basálticas, a marcante persistência de formas colinosas do tipo COLINAS MÉDIAS (213) e principalmente COLINAS AMPLAS (212) é uma condição que parece estar ligada a uma grande espessura e permeabilidade dos solos, favorecendo a percolação de águas em superfície, e o aparecimento de lagos perenes ou temporários, além de resultar num maior espaçamento dos cursos d´água.

O relevo de COLINAS AMPLAS (212) se constitui no sistema de relevo predominante em toda a Zona do Mogi Guaçu. Esse relevo e as COLINAS MÉDIAS (213), apresentam freqüentes transições entre si (Figura 87 e Figura 88).

Figura 88 - Feição paisagística do relevo Encostas Sulcadas por Vales Paralelos, nas imediações da Usina São João, apresentado vale aprofundado pelo rio Jaguari-Mirim, entalhando relevo de Colinas Amplas e Médias.

Com grande expressão ocorrem também MORROTES ALONGADOS E ESPIGÕES (234), principalmente na parte sul e noroeste da AID. É um relevo mais movimentado do que o das colinas adjacentes, predominando interflúvios sem orientação preferencial, topos angulosos, vertentes ravinadas com perfis retilíneos. Drenagem de média a alta densidade, padrão dendrítico, vales fechados.

O relevo de MORROTES ALONGADOS E ESPIGÕES (234) ocorrem na região da AID e pode se desenvolver tanto sobre rochas sedimentares do Grupo Tubarão, quanto sobre rochas cristalinas.

As PLANÍCIES ALUVIAIS (111) estão bem representadas ao longo do rio Jaguari-

Mirim, no centro da AID, também aparecem bem delineadas no rio Mogi- Guaçu, ao sul, e no rio Pardo a noroeste (q.v. Desenho nº 15, em anexo e Figura 89).

Figura 89 - Extensa Planície Aluvial do rio Verde, nos arredores do município de Itobi. Ao fundo se observa relevo transicional de morros e morrotes do Planalto Atlântico.

Na área da AID há predominância das COLINAS AMPLAS (212) . Expressivamente também aparece grande extensão de COLINAS MÉDIAS (213).

O relevo de MORROS AMPLOS (221) foi definido sobre o sill de diabásio a oeste e sudoeste de Casa Branca que se extende até o limite oeste da AID. As formas grandes e dômicas não mostram exposição de material rochoso em superfície, ao contrário do que ocorre em outros sill da região. O padrão observado é essencialmente semelhante ao relevo de COLINAS AMPLAS (212), porém as amplitudes são incompatíveis com um relevo de colinas. Em função da suave declividade das encostas (entre 5 e 15%), a área ocupada pelos morros é maior. É um sistema de relevo característico da Província de Cuestas Basálticas.

No centro da AID, onde está a Usina São João, a 10 km a oeste de São João da Boa Vista, no rio Jaguari-Mirim, aparece um tipo de relevo bem restrito, que são ENCOSTAS SULCADAS POR VALES PARALELOS (511), relevo determinada pelo amplo desnível entre o assoalho dos vales e os cimos das colinas, que variam de 120 a 130 metros, criado pelo profundo entalhamento da drenagem. Este tipo de relevo pode gerar grandes boçorocamentos nas cabeceiras de drenagens.

Planalto Atlântico

Segundo o Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo (IPT, 1981), o Planalto Atlântico caracteriza-se como uma região de terras altas, constituída predominantemente por rochas cristalinas, ígneas e metamórficas.

Limita-se a oeste com a Bacia do Paraná, no entanto, esta delimitação das formas de relevo não correspondem exatamente ao limite geológico entre o Embasamento Cristalino e a bacia sedimentar, gerando uma faixa de transição entre essas duas unidades, próximo ao seu contato.

Mais detalhadamente a área pesquisada compreende um trecho da zona geomorfológica denominada de Serrania de Lindóia, que trata-se de uma faixa de transição entre a Depressão Periférica e os Planaltos de Jundiaí e do Alto Rio Grande.

Neste compartimento geomorfológico da área pesquisada é muito comum a presença de matacões de rocha e lajedos.

Serrania de Lindóia

É uma região serrana com altitudes menores a oeste, cerca de 1200m, e que vão aumentando a leste, chegando a 1600m, fortalecendo o gradiente dos rios associados, como os pertencentes às bacias do rio Mogi-Guaçu e do rio Pardo.

A Serrania de Lindóia limita-se a sul com o Planalto de Jundiaí, marcado pelo divisor de águas dos rios Atibaia e o rio Jaguari, através da terminação de várias serras. A leste confina com o Planalto do Alto Rio Grande, no qual faz parte a subzona do Planalto de Caldas. A norte adentra o Estado de Minas Gerais, enquanto a oeste seu relevo de morros passa a colinas e morrotes da Depressão Periférica.

Grandes falhas cortam as litologias do embasamento, compostos basicamente por gnaisses, migmatitos, quartzitos e granulitos, penetrados por intrusões graníticas. Essas falhas têm importante significado por condicionarem extensos trechos lineares de vales. As cristas são sustentadas em geral por quartzitos e granitos, alongando-se segundo a direção NE-SW na parte sul da zona, ao passo que a partir de São João da Boa Vista para norte, as direções estruturais orientam-se segundo NW-SE, o que claramente se manifesta no relevo.

A região serrana a noroeste da Serra de Poços de Caldas caracteriza um relevo de SERRAS ALONGADAS (251) interrompido na região do rio Pardo, onde dá lugar a

uma área de MORROS COM SERRAS RESTRITAS (245), onde são menos freqüentes amplitudes de relevo que excedam três centenas de metros (Figura 90 a Figura 92).

Figura 90 - Zona de Transição entre o relevo de Morros Paralelos, com altitudes menores, na porção direta da foto, para relevo de Serras Alongadas, com altitudes maiores na porção esquerda da foto.

Figura 91 - Na primeira perspectiva da foto se observa relevo de Morros Paralelos transicionando para Serras Alongadas do Planalto de Caldas, caracterizando os diques anelares influenciados pela intrusão alcalina de Poços de Caldas.

Figura 92 - Vista do relevo de Morros com Serras Restritas, apresentando grande quantidade de matacões em suas encostas, observado próximo a Espírito Santo do Pinhal.

Os relevos de SERRAS ALONGADAS (251) e MORROS COM SERRAS RESTRITAS (245) estão geralmente associados, tratando-se de relevos residuais sustentados por granitos e quartzitos. O relevo de MORROS COM SERRAS RESTRITAS (245), parece constituir um sistema de transição entre o relevo serrano das SERRAS ALONGADAS (251) e os relevos de morros de outras categorias, devido talvez à expansão das bacias de drenagem por erosão remontante, isolando as serras por entre conjuntos de morros.

O relevo de MORROS PARALELOS (244) se encontra na borda da Bacia do Paraná e provém da escultura da superfície Itaguá (Figura 93).

Planalto de Caldas

O Planalto de Caldas, localizado no limite leste da AID, é demarcado por entre as serras do Gavião, do Chapadão, de Poços de Caldas e de São Domingos. Situando-se no divisor de águas entre os rios Grande, Pardo e Moji-Guaçu.

O Planalto de Caldas, constituído por migmatitos, granulitos, granitos e alcalinas, abrange uma área maior que a da intrusão do maciço de Poços de Caldas, esta, uma chaminé de intrusões alcalinas, com seção circular medindo cerca de 33 km de diâmetro, com modelado estrutural dômico e diques anelares, que influenciou toda geomorfologia ao seu redor.

Figura 93 - Paisagem do relevo de Morros Paralelos, entalhado pelo rio Pardo, que apresenta feições meandrantes no município de São José do Rio Pardo. A morfogênese se deu sobre rochas cristalinas, representadas pelos diversos matacões existentes na área.

Ainda neste setor ocorre o relevo de MAR DE MORROS (243), nivelado a 1300 e 1450 m, localizados próximos a Divinolândia e na região de Espírito Santo do Pinhal, onde a expansão de bacias de drenagens favoreceu a instalação desse relevo embutido em região serrana (Figura 94).

Figura 94 - Típico relevo de Mar de Morros, observado entre os municípios de Estiva Gerbi e Espírito Santo do Pinhal.

Nos flancos sudoeste da Serra do Gavião, extensos espigões lineares formam prolongamentos perpendiculares às serras, caracterizando ESCARPAS COM ESPIGÕES DIGITADOS (522).

No rebordo do planalto, onde os diques anelares são mais expressivos e o planalto ergue-se gradualmente para as cristas, caracteriza-se um relevo de transição do tipo ESCARPAS FESTONADAS (521) contínuas até as cabeceiras do Ribeirão da Prata.

8.2.2.3 Pedologia

O conhecimento a respeito dos solos se faz necessário devido à posição que ocupa em várias esferas que afetam a vida na Terra. Além disso, é o principal substrato na produção de alimentos e uma das principais fontes de nutrientes e sedimentos que vão para os rios, lagos e mares (RESENDE, 2002).

Os solos variam com as condições ambientais (clima, organismos, material de origem, relevo e tempo) que são também seus fatores de formação. É comum a diferença entre os solos conforme o relevo (elevações e baixadas, terraços e leitos maiores) (RESENDE, 2002).

Essas diferenças, na escala pequena ou grande, refletem-se, em geral, em substanciais diferenças de uso e ocupação. Outras áreas têm padrões diferentes, e é sempre um bom exercício de observação verificar essas relações na paisagem, em trabalhos de campo. A diferença comentada refere-se a uma variação que se pode observar através de uma viagem rápida, apenas constatando os aspectos apresentados à superfície (anisotropia horizontal) (RESENDE, 2002).

O relevo está intimamente ligado ao fator tempo de gênese dos solos; é, portanto, de se esperar que na paisagem paulista os processos de pedogênese sejam bastante ativos.

<u>Metodologia</u>

Para a elaboração deste subcapítulo foi realizado um levantamento bibliográfico inicial, no qual se utilizou como referência para as discussões o Mapa Pedológico do Estado de São Paulo (EMBRAPA, 1999), o livro Pedologia: Base para distinção de ambientes (RESENDE, 2002) e o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999). Além do levantamento pedológico, foi realizado levantamento bibliográfico inicial de dados do meio físico que foi utilizado para uma interpretação geral da área da AID e das correlações das unidades da paisagem.

Neste trabalho, os solos são classificados até o 5º nível categórico (Família). Esse nível categórico da classificação de solos é utilizado para atender funções

pragmáticas, ou seja, são identificadas características diferenciais e propriedades que afetam o uso e manejo do solo. Essas características e propriedades são priorizadas para a classificação nesse nível categórico, são elas: cor, grupamento textural, tipos de horizonte A, saturação por bases e saturação por alumínio (EMBRAPA,1999).

O levantamento de solos é tradicionalmente realizado em áreas agrícolas, florestais ou de preservação, onde o solo, estando coberto por vegetação ou não, permite uma densidade de observações e de prospecções adequada à escala de investigação.

Essa investigação é realizada em cortes de estrada ou em paredes de trincheira onde se observa no solo a ocorrência de uma sucessão vertical de camadas diferenciáveis entre si; são os horizontes produzidos pela ação dos processos de formação do solo. Essa superfície vertical exposta, com seu conjunto de horizontes ou camadas, chamada de perfil do solo, apresenta variação predominantemente no sentido vertical (anisotropia vertical). Os vários horizontes e camadas componentes de um perfil de solo nem sempre são evidentes e nem sempre tem limites bem definidos, como por exemplo, os Latossolos, que por serem muito evoluídos e bastante profundos, revelam menor diferenciação de horizontes (RESENDE, 2002).

Classes de Solos e Unidades de Mapeamento

Sabe-se que os solos variam de um lugar para o outro e que são muitas as suas características. Os conhecimentos de sua origem e formação favorecem muito a compreensão do solo na paisagem, suas propriedades, suas características e sua classificação.

Os processos de Podzolização, Latolização e Hidromorfismo são formadores dos solos da área da AID e estão diretamente relacionados com suas características.

O processo de podzolização se caracteriza na translocação de material do horizonte A acumulando-se no horizonte B; é o que acontece com a classe dos Argissolos, por exemplo. Esses solos apresentam horizontes bem diferenciados, pelo efeito da translocação; os Argissolos com B textural (Bt), que são achados em grande parte na área, quando em relevo movimentado, tendem a ser facilmente erodíveis, por causa do material arenoso e menos estruturado que apresentam no horizonte A. Nestes solos a diferença de textura entre os horizontes A e B dificulta a infiltração de água imediatamente abaixo do A, o que favorece o processo de

erosão. Há exceções nos solos com B textural. (RESENDE, 2002).

O processo de latolização consiste basicamente na remoção de sílica e de bases do perfil, após transformação (intemperismo) dos minerais constituintes. Praticamente não há translocação de material para o horizonte B, como no caso da podzolização. Estes solos são os mais desenvolvidos (velhos) da crosta terrestre, ocupando, portanto, as partes há muito tempo expostas da paisagem. Em geral ocupam as superfícies mais elevadas (planaltos) em relação à paisagem circundante, é o caso dos Latossolos (RESENDE, 2002).

O processo de hidromorfismo ocorre nas depressões pelo excesso de água, é o caso dos Gleissolos da área. O arejamento deficiente condiciona uma decomposição lenta da matéria orgânica, provocando seu acúmulo e um ambiente de redução (baixo potencial de oxirredução), que transforma Fe e Mn em formas reduzidas (solúveis), facilitando sua migração ou a toxidez para as plantas. A ausência de Fe (III) (Fe oxidado) ou a presença de Fe (II) (Fe reduzido) faz com que o solo tenha o aspecto acinzentado, esverdeado ou azulado (gleizado) abaixo da camada de matéria orgânica. A coloração esverdeada ou azulada quase sempre implica na presença de Fe (II). Cores gleizadas – cores cinzentas – vêm de um nome local russo – gley – massa de solo orgânico; as camadas gleizadas vêm abaixo do material orgânico; é conotativo de excesso de água.

É difícil se estabelecer uma relação biunívoca entre a Geologia (Carta Geológica da AID - Desenho anexo n° 16) e a Pedologia (Carta de Solos da AID – Desenho anexo n° 14); os limites que definem as unidades geológicas não circunscrevem as tipologias de solo.

Os solos da área da AID apresentam estas três características apresentadas acima e que serão melhor detalhadas a seguir.

<u>Latossolos</u>

Os solos tropicais bem drenados, como é o caso dos Latossolos, tendem a ter tonalidades vermelhas e amarelas (cores bem vivas). Isso por que são originados de rochas máficas (basaltos, diabásios, anfibolitos, entre outros – rochas em geral escuras, ricas em ferro e em outros nutrientes) e tendem a ter cores em direção ao vermelho e vermelho-escuro, refletindo a presença do maior teor de óxidos de ferro, na forma de hematita.

A hematita tende estar refletida na intensidade da cor. Os técnicos do SNLCS, Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (atualmente CNPS – Centro Nacional de Pesquisa de Solos, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA), têm observado que os fatores climáticos atuam sobre a relação entre cor vermelha e o conteúdo de óxidos de ferro nos Latossolos. Nas regiões com período seco pronunciado, como é o caso de grande parte do Estado de São Paulo, há boa relação entre cor vermelha e conteúdo de óxidos de ferro. Já em regiões com umidade mais bem distribuída, sem período seco pronunciado, como é o caso de grande parte da Amazônia, os solos tendem a ser amarelados, independente do seu teor em óxidos de ferro. Outra característica dos Latossolos é que por serem mais ricos em óxidos de ferro e de alumínio fixam bastante o fósforo e isso é excelente para a fertilidade.

Os Latossolos são solos profundos, com pouca diferenciação entre horizontes, bastante intemperizados; apresentam, portanto argilas de baixíssima atividade, pouca retenção de bases e virtual ausência de minerais primários facilmente intemperizáveis.

Os Latossolos representam a tipologia mais representativa dentro da porção ocidental da AID. Eles estão desenvolvidos tanto sobre as rochas básicas (basaltos/diabásios) da Formação Geral (Grupo São Bento), quanto sobre todos os demais sedimentos paleozóicos e mesozóicos da Bacia do Paraná. Ocorrem inclusive em solos derivados dos sedimentos aluviais que ocorrem ao longo do rio Mogi Guaçu.

As Figura 95 e Figura 96 ilustram LATOSSOLOS provenientes dos basaltos/diabásios da Formação Serra Geral, enquanto que a Figura 97 mostra a mesma tipologia, porém em área cartografada como constituída por sedimentos detríticos correlacionados à Formação Adamantina, pertencente à Bacia do Paraná.

Argissolos

De acordo com (EMBRAPA, 1999), os Argissolos são solos com B textural e apresentam argila de atividade baixa. Os Argissolos são achados em grande parte na área, quando em relevo movimentado, tendem a ser facilmente erodíveis, por causa do material arenoso e menos estruturado que apresentam no horizonte A. Nestes solos a diferença de textura entre os horizontes A e B dificulta a infiltração de água imediatamente abaixo do A, o que favorece o processo de erosão. Há

exceções nos solos com B textural.

Maior exposição dos Argissolos ocorre na porção oriental da AID, sendo o substrato rochoso mais representativo nesta área devido às rochas cristalinas ígneas do Embasamento Cristalino. Os ARGISSOLOS estão ilustrados da Figura 98 a Figura 101 .

Figura 95 - Solo exposto em canavial, expondo Latossolo Vermelho, com coloração vermelha escura, também chamada de terra roxa, solo argiloso derivado das rochas básicas da Formação Serra Geral (Grupo São Bento). Notar também a tipologia geomorfológica caracterizada como Colinas Amplas.

Figura 96 - Detalhe de Latossolo Vermelho, terra roxa, originado pelo intemperismo que afetou as rochas básicas da Formação Serra Geral.

Figura 97 - Latossolo Vermelho derivado de rochas sedimentares da Bacia do Paraná, com textura arenosa e coloração marrom clara.

Figura 98 - Solo exposto evidenciando Argissolo (podzólico vermelho-amarelo), coloração avermelhada, derivado de rochas cristalinas do Complexo Varginha-Guaxupé, próximo a Espírito Santo do Pinhal. Detalhe na Figura 99.

Figura 99 - Detalhe de Argissolo (Podzólico vermelho-amarelo), coloração avermelhada, derivado de rochas cristalinas do Complexo Varginha-Guaxupé, apresentando veios de quartzo/feldspato orientados na sua estrutura.

Figura 100 - Argissolo (podzólico vermelho-amarelo), coloração vermelho-amarronzada, silto argiloso, derivado de rochas cristalinas do Complexo Varginha-Guaxupé, próximo a São João da Boa Vista.

Figura 101 - Matacões sobre Argissolo (podzólico vermelho-amarelo), apresentando boa estabilidade contra erosão.

Neossolos Litólicos

Os Neossolos Litólicos são caracterizados por serem rasos e estarem sobre a rocha. Geralmente em condições de topografia acidentada, há a formação de um solo raso (< 50 cm), apresenta um horizonte A sobre a rocha, ou tipo A-C-R, sendo o C pouco espesso. Onde há muitos afloramentos de rocha, muitas vezes esses solos estão presentes. Ocupam áreas de intenso rejuvenescimento (remoção de material). As unidades de mapeamento dos Neossolos Litólicos aparecem em associação com Argissolos e Cambissolos.

Neossolos litólicos aparecem com freqüência predominante na porção oriental da AID estando desenvolvido sobre rochas do Embasamento cristalino, onde aparecem uma grande quantidade de rocha exposta da forma de matacões e de lajedos (Figura 102). Na porção ocidental da área, sobre as rochas da Bacia do Paraná, pode estar desenvolvidos sobre rochas básicas (basaltos/diabásios) da Formação Serra Geral ou sobre sedimentos arenosos (arenitos) da Formação Pirambóia, as duas entidades estratigráficas pertencentes ao Grupo São Bento.

Gleissolos

Os Gleissolos tem sua morfologia relacionada com a água; a cor cinzenta, gleizada, resulta da redução do ferro, de trivalente para bivalente (Fe III para Fe II). Tendem a ser acinzentados sendo que, mais próximo à superfície, os teores mais elevados de matéria orgânica imprimem uma coloração escura. Os poros são ocupados por

água durante longos períodos, em detrimento da fase gasosa. Pela deficiência de oxigênio (falta de arejamento), que restringe a atividade decompositora dos microrganismos, há em condições naturais, maior acúmulo de matéria orgânica (RESENDE, 2002).

Figura 102 - Afloramento de rocha metamórfica do Complexo Varginha-Guaxupé, apresentando Neossolos Litólicos na suas superfícies alteradas.

O manganês e o cobalto são elementos de comportamento semelhante ao do ferro. É de se esperar, portanto, que os solos “gleizados” (cinzentos), quando mais bem drenados (natural ou artificialmente), sejam muito pobres naqueles elementos, provocando deficiências do primeiro e do último nas plantas, e do segundo nos animais (RESENDE, 2002). Os Gleissolos, antigos Solos Hidromórficos, estão nas depressões, isto é, nas partes mais baixas do terreno, junto a drenagens e áreas alagadiças.

Dentro dos contornos da AID os Gleissolos aparecem em áreas muito restritas, como nas margens do rio do Oriçanga, ao norte da cidade de Estiva Gerbi, prolongando-se numa faixa de direção NE/SW.

8.2.2.4 Geotécnica

Do ponto de vista geotécnico a área em estudo não está sujeita a afundamentos em terrenos cársticos (que ocorrem em áreas de calcário), recalques por adensamento de solos moles ou instabilidade de fundações e taludes de corte por solos expansivos.

A AID está inserida em contexto geotécnico de região classificada como de Muito Alta a Baixa susceptibilidade aos processos erosivos. Desmatamento podem acarretar no surgimento de sulcos e ravinas e conseqüentemente boçorocas quando interceptarem o nível d'água.

Já na área industrial e nas regiões de entorno, principalmente onde ocorrem os solos tipo terra roxa, argilosos, oriundos do intemperismo das rochas vulcânicas básicas da Formação Serra Geral, são identificadas áreas com Baixa susceptibilidade aos diversos processos do meio físico analisados, sendo um terreno estável do ponto de vista geotécnico.

Com base no que ocorre com a planta existente, a ampliação do empreendimento, se conduzida de acordo com seu projeto técnico, não deverá ser comprometida por problemas geotécnicos.

As vias de acesso, tanto asfaltadas como em terra, estão em razoáveis condições de manutenção; existindo sistema de drenagem pluvial. É importante a manutenção de gramíneas nos taludes, com o efeito de mitigar os impactos ambientais derivados de processos de erosão e assoreamento, principalmente em cortes e aterros expostos. As áreas, - que mantém a cobertura vegetal mesmo que rasteira e rala, ficam protegidas da erosão acelerada, como se observa na área do empreendimento e seu entorno (Figura 103).

A pavimentação das vias de acesso e a instalação dos sistemas de drenagem evitam a evolução de qualquer sulco erosivo para um boçorocamento mais comprometedor.

Estes cuidados devem ser tomados também na instalação dos canteiros de obras e nas preparações das vias de acesso.

Cuidados sempre deverão ser tomados em acato às recomendações para uso do solo, envolvendo técnicas adequadas e obediência das normas vigentes para movimentação de terra, drenagem e obras de estabilização, mesmo considerando-se mínimas as possibilidades de ocorrência de fenômenos acelerados de erosão.

Figura 103 - Talude de estrada apresentando parte com gramíneas e parte sem, iniciando processo erosivo nos locais sem cobertura vegetal, no centro da foto, em estrada entre São João da Boa Vista e Espírito Santo do Pinhal.

Na porção ocidental da área, de domínio da Depressão Periférica, as declividades medidas não apresentam setores problemáticos na área do empreendimento. As declividades mais acentuadas atingem em média cerca de 15%. Em outros setores elas são ainda mais suaves, como por exemplo nas áreas de domínio da unidade geomorfológica de COLINAS AMPLAS (212). Declividades pouco mais acentuadas – assim mesmo bastante suaves - são observadas nas porções central e no quadrante sudoeste da AID, constituindo-se o domínio do relevo de "MORROTES ALONGADOS E ESPIGÕES (234)". Declividades mais acentuadas são observadas na porção oriental onde se verificam a zona de transição e no Planalto Atlântico, onde as altitudes aumentam para leste.

A avaliação geológico-geotécnica aqui apresentada trata exclusivamente da capacidade do terreno em suportar a ampliação proposta.

8.2.2.5 Fragilidade ambiental

Para avaliação da Fragilidade Ambiental da AID, confeccionou-se o desenho 12, a partir da Carta Geotécnica do Estado de São Paulo, adotando-se portanto neste texto a classificação proposta quanto a susceptibilidade a erosão.

A classificação de Muito Alta susceptibilidade à erosão domina o quadrante noroeste da AID, ao norte do rio Jaguari Mirim, em área de domínio das rochas

sedimentares do Grupo Tubarão. Esses sedimentos apresentam baixa coesão entre seus grãos minerais e por isso são bastante susceptíveis aos processos da dinâmica superficial. Dentro de seus limites já se percebe que os taludes das rodovias apresentam cicatrizes de erosão, denotando maior instabilidade geotécnica, e algumas estradas de terra podem apresentar sulcos erosivos (Figura 104).

Figura 104 - Sulcos erosivos, denotando o início de processos erosivos sobre solos de alteração de rochas arenosas do Grupo Tubarão (Formação Aquidauana).

Outra área, menor que a primeira, destacada dentro da categoria de Muito Alta susceptibilidade à erosão aparece no centro da AID, entre os municípios de Aguaí e Mogi-Guaçu, também com a presença dos arenitos Aquidauana (Grupo Tubarão).

Neste mesmo contexto geológico, também na entidade geomorfológica da Depressão Periférica, encontram-se áreas com Alta susceptibilidade à erosão por sulcos, ravinas e boçorocas de grande porte, predominantemente induzida por concentração do escoamento superficial, localizada no quadrante sudoeste, entre os rios Mogi-Guaçu e o Jaguari Mirim.

Nesta compartimentação geológica e geomorfológica, por toda porção oeste da AID, também podem ocorrer manifestações de recalques por colapsos de solo, associado a outros processos erosivos.

Terrenos com Alta susceptibilidade à erosão nos solos subsuperficiais, induzida por movimentos de terra, é observada em toda porção oriental da AID, associado às rochas cristalinas do Embasamento e ao contexto geomorfológico do Planalto

Atlântico. Dentro deste contexto geológico/gemorfológico ainda se sobrepõem áreas com Alta susceptibilidade a escorregamentos (naturais e induzidos) (Figura 105).

Figura 105 - Blocos caídos de taludes instáveis em estrada a leste de Espírito Santo do Pinhal.

Terrenos com Muito Alta susceptibilidade a escorregamentos (naturais e induzidos) é observado no Planalto de Caldas, sobre Escarpas com Espigões Digitados e Escarpas Festonadas, associado às rochas efusivas pertencentes aos diques anelares de Poços de Caldas.

Alta susceptibilidade a inundações, recalques, assoreamento e solapamento das margens dos rios, é observado principalmente no centro da AID, numa faixa de direção leste-oeste, localizado na calha do rio Jaguari Mirim. Esse tipo de terreno pode ser encontrado junto às drenagens mais salientes da área e sempre associado à intensidade das chuvas.

Terrenos com Baixas susceptibilidades aos diversos processos do meio físico, podem ser encontrados em poucos trechos curtos isolados. O local de maior destaque dessa classificação fica localizada na porção central da AID, em local que abrange a Abengoa São João. Essas áreas estão visivelmente associadas às rochas efusivas da formação Serra Geral, cujo solo de alteração, a terra roxa, um latossolo vermelho, de textura argilosa, associado a relevo de colinas amplas e suaves, denotando uma região estável aos possíveis processos erosivos (Figura

106).

Figura 106 - Terreno de baixa susceptibilidade a processos erosivos, em local de colinas amplas sobre latossolo vermelho.

É catalogada a existência de dois locais na AID com manifestações e processos do meio físico com danos à ocupação. Esses lugares, com exposição de boçoroca, sulcos e ravinas, se encontram nos municípios de Casa Branca e Águas da Prata.

Quanto à sismicidade da região estudada, que está associada aos processos de dinâmica interna da Terra e muitas vezes conjugada com a ocupação do solo e a movimentação do Andes, a região estudada apresenta histórico de sismicidade na região de Espírito Santo do Pinhal e os município a seu redor, se estendendo até a caldeira vulcânica de Poços de Caldas. O grau estabelecido nesta região varia de V a VI graus MM – Mercalli Modificada (Carta Geotécnica do Estado de São Paulo – IPT – 1994).

Os problemas associados podem ser eventuais danos em construções comuns. Neste caso as recomendações são: edificações e obras de terra de diferentes portes sem necessidade de verificação ante-sísmica, exceto para aquelas maiores em condições de fundação argilo-arenosa espessa.

Este tipo de empreendimento não vai exigir a construção de taludes com altura excessiva e ângulos verticalizados ou sub-verticalizados, neste aspecto não merecendo cuidados especiais.

8.2.2.6 Capacidade do uso do solo

Para avaliação da capacidade de uso das terras de São Paulo, utiliza-se trabalho que serviu de base para o zoneamento agrícola do Estado de São Paulo, feito por CHIARINI & DONZELI (1973). Neste trabalho procurou-se indicar alternativas e procedimentos adequados de uso do solo, para vários tipos de classes, visando obtenção de produções sustentadas e garantia de conservação dos recursos naturais.

De acordo com os autores cerca de 29,8% das terras do Estado pertencem a classe I, II e III sendo as mais próprias para culturas anuais. Terras com baixa fertilidade natural, embora planas, foram classificadas como VIf , equivalendo a 12% do Estado, nas quais sob manejo adequado podem suportar culturas anuais. Os solos com capacidades de suportar culturas anuais, a classe IV, com declives de 12-20%, já apresenta problemas mais sérios em termos de conservação do solo, totalizando 15,3% da área do Estado.

O mapa 18 anexo apresenta as classes de solos da região onde será instalado empreendimento, com destaque para a área de influência do empreendimento – ADA/AID, na qual predomina a classificação III-IV - terras próprias para culturas anuais, com declividade variando de 0 a 12%.

8.2.3 Recursos minerais

Para se descrever os processos minerários presentes na área pesquisada, a AID do empreendimento foi dividida em dois setores, o primeiro correspondendo à porção do Rio Pardo dentro da AID estudada, e a segunda porção referente à Bacia do Rio Mogi Guaçu, como se observa mais detalhadamente a seguir.

Bacia do Rio Pardo

Na Bacia do Rio Pardo constam, segundo dados do Sigmine do DNPM, 249 processos minerários que correspondem a 25 substâncias minerais diferentes (Tabela 47).Os processos ocupam 32,69 % da área total da bacia. A distribuição dos limites de cada processo pode ser vista na Figura 107.

Tabela 47 – Substâncias minerais e a quantidade de processos requeridos na Bacia do Rio Pardo, dentro da AID pesquisada, a porcentagem correspondente.

Substância	Quantidade	Porcentagem
AREIA	47	18,88
ARGILA	22	8,84
ARGILA COMUM	2	0,80
ARGILA REFRATÁRIA	15	6,02

Substância	Quantidade	Porcentagem
ARGILA VERMELHA	1	0,40
BASALTO	1	0,40
BAUXITA	57	22,89
CASCALHO	4	1,61
CAULIM	1	0,40
CHARNOQUITO	4	1,61
DADO NÃO CADASTRADO	1	0,40
DIABÁSIO	4	1,61
FELDSPATO	1	0,40
FOLHELHO	3	1,20
FOLHELHO ARGILOSO	12	4,82
GNAISSE	7	2,81
GRANITO	7	2,81
GRANITO ORNAMENTAL	4	1,61
GRANITO P/ BRITA	1	0,40
MIGMATITO	2	0,80
MINÉRIO DE ALUMÍNIO	23	9,24
SAIBRO	1	0,40
SIENITO	1	0,40
TURFA	12	4,82
ÁGUA MINERAL	16	6,43

Segundo a Tabela 47, a bauxita é a substância com maior número de processos (22,89 %), seguida pela exploração de areia (18,88), minério de alumínio (9,24 %), argila (8,84 %) e água mineral (6,43 %). As 20 substâncias restantes correspondem a 33,72 % do total (ver Figura 108, com a distribuição das substância na bacia) .

As duas substâncias de maior ocorrência, bauxita e minério de alumínio, encontram-se concentradas principalmente nas bacias do Rio do Peixe e do Rio São Domingos, ambos afluentes do Rio Pardo pela margem esquerda. As demais substâncias encontram-se distribuídas por toda bacia do Rio Pardo. A maior parte dos processos registrados encontram-se em fase de Autorização de Pesquisa (40%) ou de Requerimento de Lavra (14,06%), conforme ilustra o Figura 109.

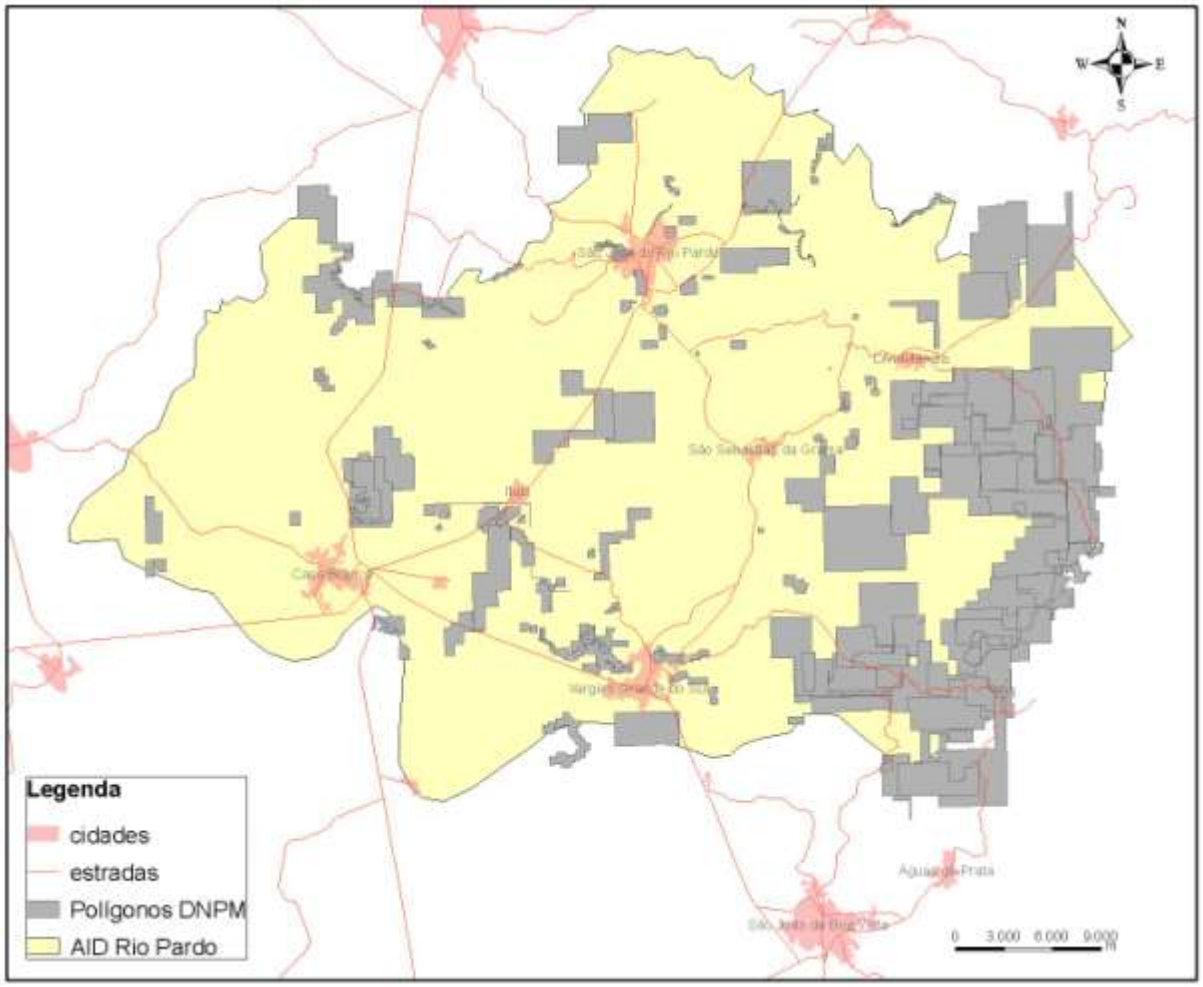


Figura 107- Distribuição dos processos minerários na AID do Rio Pardo.

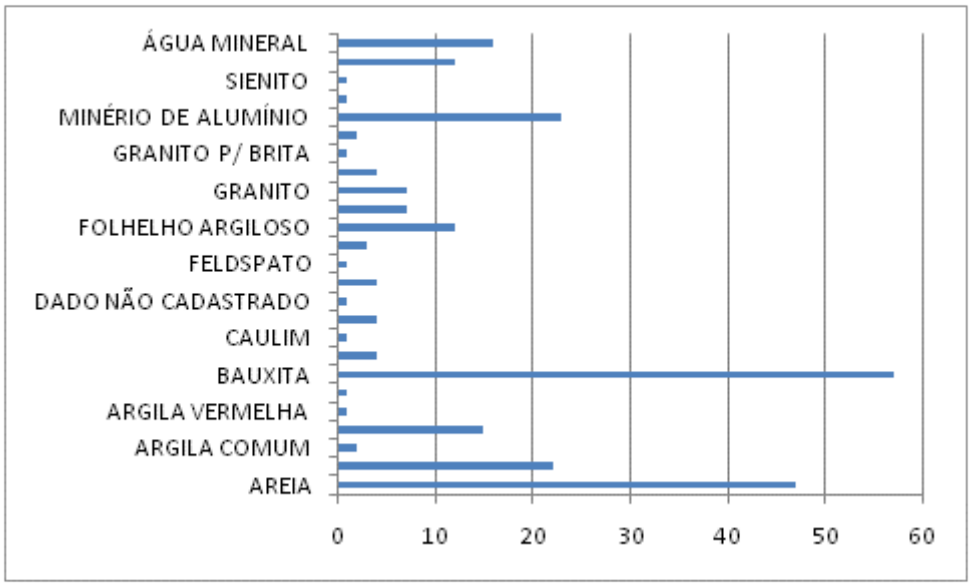


Figura 108 - Distribuição das substância requeridas conforme número de ocorrências.

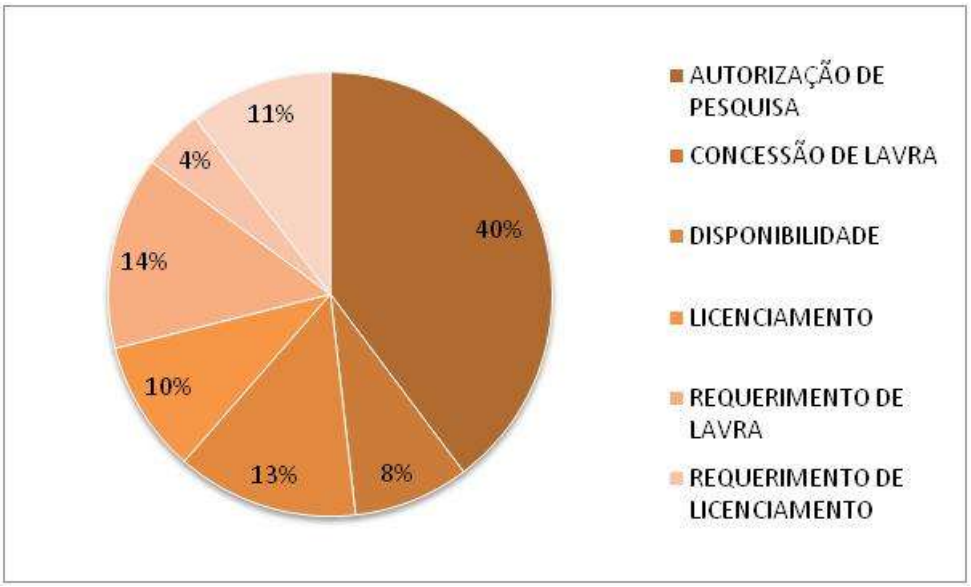


Figura 109 - Distribuição dos processos conforme as fases da regularização dos direitos minerários.

Bacia do Rio Mogi Guaçu

Na Bacia do Rio Mogi Guaçu constam, segundo dados do Sigmine do DNPM, 486 processo minerários que correspondem a 37 substâncias minerais diferentes (Tabela 48). Os processos ocupam 27,53 % da área total da bacia .

A distribuição dos limites de cada processo pode ser vista na Figura 110. A Tabela 48 apresenta todas as substâncias minerais identificadas .

Tabela 48 – Substâncias minerais e a quantidade de processos requeridos e sua porcentagem na Bacia do Rio Mogi Guaçu, dentro da AID pesquisada.

Substância	Quantidade	Porcentagem
AREIA	227	46,71
AREIA DE FUNDIÇÃO	6	1,23
AREIA INDUSTRIAL	1	0,21
ARGILA	44	9,05
ARGILA COMUM	2	0,41
ARGILA P/CER. VERMELHO	2	0,41
ARGILA REFRATÁRIA	25	5,14
ARGILA VERMELHA	1	0,21
ARGILITO	7	1,44
BASALTO	3	0,62
BAUXITA	26	5,35
BAUXITA FOSFOROSA	1	0,21
BENTONITA	1	0,21
CASCALHO	3	0,62
CAULIM	4	0,82

Substância	Quantidade	Porcentagem
DADO NÃO CADASTRADO	1	0,21
DIABÁSIO	12	2,47
DIABÁSIO P/ BRITA	1	0,21
FILITO	2	0,41
FOLHELHO	1	0,21
FOLHELHO ARGILOSO	18	3,70
GNAISSE	1	0,21
GRANITO	19	3,91
GRANITO ORNAMENTAL	1	0,21
HIDRARGILITA	1	0,21
MIGMATITO	2	0,41
MINÉRIO DE ALUMÍNIO	19	3,91
MINÉRIO DE OURO	2	0,41
MUSCOVITA	1	0,21
QUARTZITO	2	0,41
ROCHA POTÁSSICA	4	0,82
SAIBRO	1	0,21
SIENITO	1	0,21
TURFA	6	1,23
ZIRCÈNIO	4	0,82
ÁGUA MINERAL	33	6,79
ÁGUA MINERAL RAD. FON	1	0,21

Segundo se observa na Tabela 48, a areia é a substância com maior número de processos (46,71 %), seguida pela exploração de argila (9,05), água mineral (6,79 %) e bauxita (5,35 %). As 33 substâncias restantes correspondem a 32,01 % do total. A Figura 111 ilustra a distribuição das substâncias. A maior parte dos processos encontra-se em fase de autorização de pesquisa (32%) ou requerimento de pesquisa (18%), conforme ilustra o Figura 112.

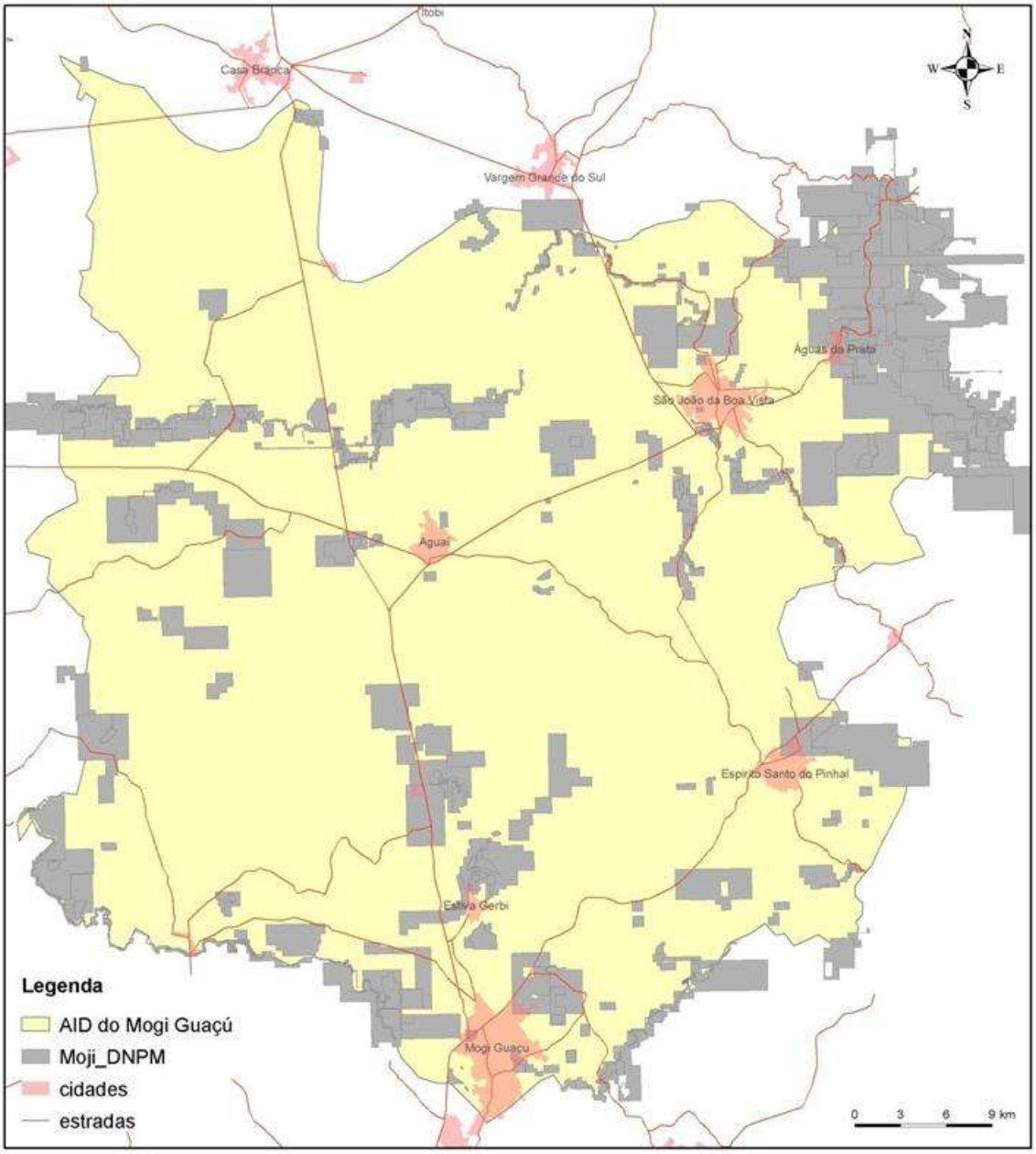


Figura 110 - Distribuição dos processos minerários na Bacia do Rio Mogi Guaçu, dentro da AID.

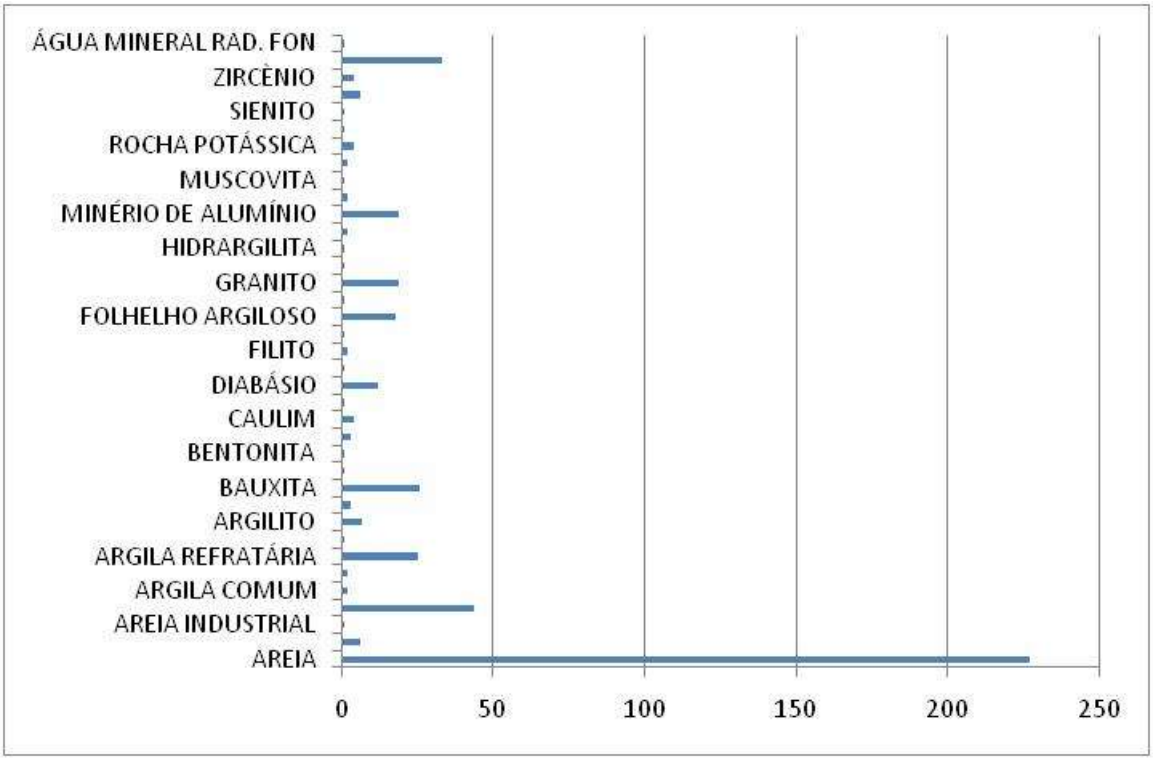


Figura 111 - distribuição das substância exploradas conforme número de ocorrências.

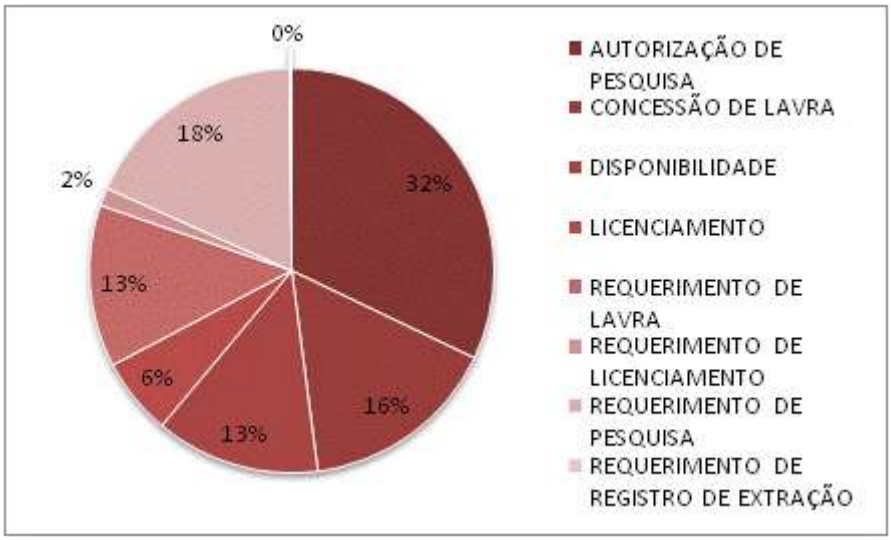


Figura 112 - Distribuição dos processos conforme as fases da regularização dos direitos minerários.

8.2.4 Recursos Hídricos

8.2.4.1 Águas Superficiais

A bacia hidrográfica é reconhecida como unidade espacial de planejamento e análise ambiental capaz de avaliar de forma integrada seus diversos componentes

(solo, água, ar, vegetação, etc.). Além disso, pode-se avaliar também as ações humanas sobre o ambiente e seus desdobramentos sobre o equilíbrio hidrológico.

No Estado de São Paulo a Constituição Estadual determinou a instituição, por lei, do Sistema Integrado de Gerenciamento dos Recursos Hídricos – SIGRH – com participação de órgãos estaduais, municipais e da sociedade civil.

Em 1993, foram instalados oficialmente os vinte comitês de bacias no Estado, nas 22 Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHIs. Estes comitês têm o objetivo de garantir o aproveitamento múltiplo dos recursos hídricos de forma a evitar ao máximo a degradação do ambiente e garantir o uso racional da água.

A área pesquisada, definida como AID da Abengoa – Unidade São João, compreende porções de duas bacias hidrográficas: a sul, a do rio Mogi Guaçu (CBH –Mogi) – UGRHI 09, mais propriamente a sub-bacia do Rio Jaguari Mirim e a norte a do rio Pardo (CBH – Pardo) – UGRHI 04, mais propriamente a sub-bacia do Rio Tambaú-Verde, conforme indica o mapa anexo referente a AID para o meio físico-biótico e a Figura 113. A usina se localiza na bacia do rio Jaguari-Mirim, que se localiza no centro da AID, conforme se verifica na Figura 114 .

As drenagens localizadas na AID da Abengoa – Unidade São João, apresentam feições dendríticas, onde a direção de fluxo é preferencialmente de leste para o oeste, fenômeno bem representado pelo principais rios como o Jaguari Mirim, no centro da AID a oeste, e pelo rio Pardo na porção norte.

Tanto as nascentes do Jaguari Mirim, quanto do rio Pardo, iniciam seus cursos sobre rochas do embasamento cristalino, em altitudes mais elevadas, e vão decaindo em altitude até atingir as rochas da Bacia do Paraná.

O rio Jaguari Mirim é um afluente da margem direita do rio Mogi-Guaçu, que desemboca no rio Pardo, que pertence à Bacia do rio Grande, um divisor dos estados de São Paulo e Minas Gerais, que é um dos formadores do rio Paraná.

Metodologia

Para a elaboração deste subcapítulo foi realizado um levantamento bibliográfico no qual se utilizou como referência para as discussões os Relatórios do Sistema de Informações para o Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo (SIGRH) e o Relatório sobre Bacias Hidrográficas do Estado de São Paulo, consultando-se os *sites* do SIGRH, Rede das Águas, CETESB e ANA – Agência

Nacional de Águas .

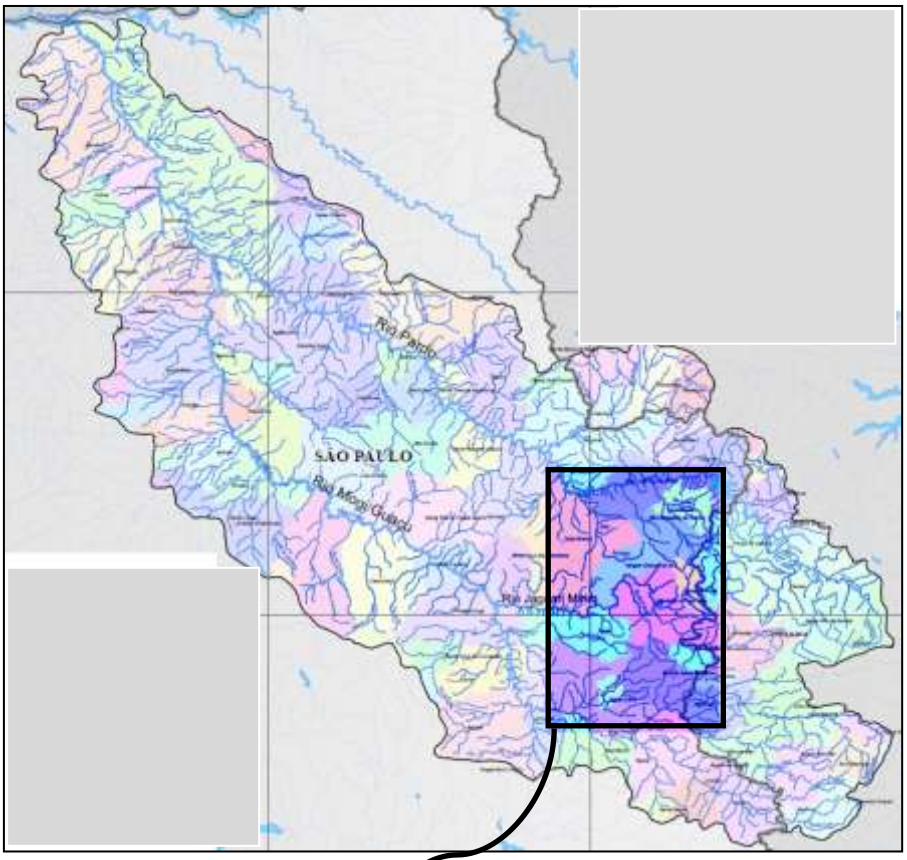


Figura 113 – Delimitação das Bacias do rio Pardo e do Rio Mogi-Guaçu. Em destaque as sub-bacias da AID.

Figura 114 – Principais drenagens e municípios localizadas na AID.

- Caracterização Geral da UGRHI -09 e Sub-Bacia do Jaguari-Mirim

A Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Mogi Guaçu (UGRHI - 09) localiza-se na região do nordeste do Estado de São Paulo e sudoeste de Minas Gerais, a uma distância média de 200km da cidade de São Paulo, ocupando uma área de 14.653km^2, de forma aproximadamente retangular que se desenvolve no sentido: Sudeste-Noroeste.

O trecho paulista da Bacia do rio Mogi Guaçu está compreendido entre os paralelos 21°45' e 22°45', e os meridianos 46°15' e 47°45'.

O Mogi Guaçu, nome que significa Cobra Grande em tupi guarani, tem suas nascentes localizadas no Morro do Curvado, no município mineiro de Bom Repouso, no Planalto Atlântico, com uma altitude média de 1.650m. Após percorrer 95,5km em terras mineiras, atravessa a Serra da Mantiqueira numa altitude média de 825m, e percorre 377,5km em terras paulistas, sobre o planalto central. Deságua no rio Pardo, numa altitude de 490m do Bico do Pontal, no município de Pontal, compreendendo 14.653 km^2 de área de drenagem e 473km de extensão total.

É um rio de corredeiras rápidas, com desnível total, entre a foz e as nascentes, de aproximadamente 1.160m, declividades que variam de 14m/km ou 1,4%, nos primeiros 10 km, até 0,43m/km ou 0,04%, na parte baixa de seu curso. A parte sudeste da bacia do Mogi Guaçu tem um relevo mais movimentado, com declives que excedem 8% com freqüência, e cotas entre 900 e 1.500m, onde ocorrem as rochas cristalinas do embasamento; a parte noroeste da bacia, já dentro da Depressão Periférica, apresenta relevo suave ondulado, declives que raramente excedem 3%, e altitudes em torno de 600m.

Seus principais afluentes pela margem direita são os rios: Oriçanga, Itupeva e Jaguari Mirim; e pela esquerda: Eleutério, do Peixe, do Roque (ribeirão), Quilombo e Mogi Mirim. Deste se encontram na AID: Jaguari Mirim, Itupeva, Oriçanga e do Peixe.

A bacia do rio Mogi-Guaçu se encontra dividida em cinco compartimentos: Alto Mogi, Médio Mogi, Baixo Mogi, Peixe e Jaguari Mirim, sendo neste ultimo compartimento que se encontra o empreendimento. A Abengoa se situa a 400m da margem esquerda do rio Jaguari-Mirim.

O compartimento da bacia do Jaguari Mirim engloba as cidades de Aguaí, Águas da

Prata, Casa Branca, Espírito Santo do Pinhal, Pirassununga, Santa Cruz das Palmeiras, Santo Antônio do Jardim, São João da Boa Vista e Vargem Grande do Sul. Apenas os municípios de Águas da Prata, Santa Cruz das Palmeiras, Santo Antônio do Jardim e São João da Boa Vista possuem as sedes administrativas dentro do compartimento (Leme, 2005).

O compartimento da Bacia do Jaguari Mirim apresenta ao longo de sua extensão 2.525km de curso de água, o que corresponde a 1.760,3Km² de área de drenagem. A densidade da área de drenagem do compartimento do Jaguari Mirim é de 1,43 $Km(Km^2)^{-1}$, sendo a segunda maior densidade da Bacia do Mogi-guaçu, ficando atrás apenas do compartimento do Peixe.

Disponibilidade de água na Bacia do Jaguari Mirim

Segundo os dados adquiridos até junho de 2008 pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE - do Estado de São Paulo a vazão de captação de água na sub-bacia do Jaguari Mirim totaliza 14,23m³/s, sendo 14,16 de captação superficial e 0,07 de captação subterrânea. Desse total 64% (9,14m³/s) são devolvidos a sub-bacia em forma de lançamentos.

As outorgas concedidas para o compartimento do Jaguari Mirim compreendem 321 captações superficiais, 49 captações subterrâneas e 76 lançamentos superficiais. Na Tabela 49 são apresentados dados sobre o compartimento do Jaguari Mirim.

Tabela 49 - Tabela de Dados do Compartimento Jaguari Mirim.

Drenagem (Km²)		1.760,3
Extensão (Km)		2.525,00
Densidade - $Km(Km^2)^{-1}$		1,43
Vazão (m³/s)	Captação superficial	14,16
	Captação Subterrânea	0,07
	Lançamentos	9,14
Nº de Outorgas	Captação superficial	321
	Captação Subterrânea	49
	Lançamentos	76

Fonte: Relatório de Situação (2008-2011) da Bacia Hidrografica do Mogi Guaçu.

A vazão $Q_{7,10}$ para o Rio Jaguari-Mirim é de 5,079m³/s.

Figura 115 - Vista do rio Jaguari Mirim, próximo à Abengoa-São João.

Figura 116 - Vista do rio Jaguari Mirim, na estrada que liga Vargem Grande do Sul a São João da Boa Vista.

Figura 117 - Vista do rio da Prata no município de São João da Boa Vista

Qualidade das Águas Superficiais do Jaguari Mirim

A sub-bacia do rio Jaguari Mirim é integrante do programa de monitoramento de qualidade das águas da CETESB, apresentando três pontos de monitoramentos básicos (rede básica –RB) ao longo do seu curso, sendo que todos se encontram na AID do empreendimento em avaliação. Na Tabela 50 são apresentados os pontos de monitoramento da qualidade da água, com suas coordenadas e município em que se localiza.

Tabela 50 – Pontos de monitoramento de qualidade da água (Jaguari Mirim).

Ponto	Coordenada	Monitoramento	Município
JAMI 02100	22°04’56” x 46°43’13”	Rede Básica	Santo Antonio do Jardim
JAMI 02300	21°52’59” x 46°52’10”	Rede Básica	São João da Boa Vista

JAMI 02500	21°59’26” x 47°02’19”	Rede Básica	Aguaí

Fonte: CETEB, 2008.

As amostragens nestes pontos foram realizadas bimensalmente, estando nas Figura 118 a Figura 120 apresentados os resultados dos parâmetros indicadores da qualidade da água no rio Jaguari Mirim, amostrados nos pontos acima durante o ano de 2008.

Resultados dos parâmetros e indicadores de qualidade das águas

Código do Ponto : 00SP09629JAMI02100 **Classe :** 02 **Ano :** 2008

UGRHI: MOGI GUAÇU

Local : Rio Jaguari-Mirim - Ponte na estrada São João da Boa Vista /Sto Ant do Jardim, altura da Fazenda Paraíso.

Descrição do Parâmetro	Unidade	Padrão CONAMA		21/01/2008 14h55	24/03/2008 15h00	26/05/2008 15h30	15/09/2008 13h40	24/11/2008 13h40
Parâmetro : Campo								
Chuva 24h	-			Sim	Não	Não	Não	Não
Coloração	-			Transparente	Transparente	Transparente	Transparente	Transparente
pH	U.pH	entre	6 e 9	6,9	6,8	6,7	6,9	6,4
Temp. Água	ºC			24	33	19	22	22,5
Temp. Ar	ºC			29	24	30	27	28
Parâmetro : Físico-Químicos								
Condutividade	µS/cm			52,8	58,2	61,4	75,2	74,6
Cor Verdadeira	mg Pt/L	máximo	75	* 244	68	57	54	55
DBO (5, 20)	mg/L	máximo	5	2	< 2	< 2	3	< 2
DQO	mg/L			< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
Fósforo Total	mg/L	máximo	0,1	* 0,187	* 0,123	0,042	0,081	0,081
N. Amoniacal	mg/L	máximo	3,7	0,13	0,12	0,15	0,12	0,09
Nitrato	mg/L	máximo	10	0,33	0,15	0,61	0,86	0,57
Nitrito	mg/L	máximo	1	0,011	0,016	0,031	0,046	0,034
NKT	mg/L			0,67	0,58	0,52	0,9	0,38
OD	mg/L	mínimo	5	* 4,6	5	5,1	* 4,1	6,9
Sol. Total	mg/L			205	100	96	94	92
Turbidez	UNT	máximo	100	* 108	41,3	17,6	10,7	16,3
Parâmetro : Microbiológicos								
Coli Termo	UFC/100mL	máximo	1000	* 13000	* 7900	* 1300	230	280

(*) Não atendimento aos padrões de qualidade da Resolução CONAMA 357/05

(I) Conformidade indefinida quanto ao limite da classe, devido à análise laboratorial não ter atingido os limites legais

Nitrogênio Amoniacal - Varia em função do valor do pH da amostra

Fósforo Total - Varia em função do regime do corpo hídrico

UFC - Unidade Formadora de Colônia

Emitido pelo EEQI - Setor de Águas Interiores

CETESB

Banco Interáguas

Figura 118 – Parâmetros de qualidade da água no ponto JAMI 02100.

Neste primeiro ponto de amostragem do Rio Jaguari Mirim destaca-se como

inconformidade à legislação, ou seja a Resolução Conama 357/05, Oxigênio Dissolvido, ligeiramente abaixo do padrão para corpos de classe 2, o que pode ser associado a lançamento de esgotos domésticos, uma vez encontardos valores bastante elevado de coliformes. A amostragem de janeiro indicou cor, turbidez e fósforo total acima do padrão.

Resultados dos parâmetros e indicadores de qualidade das águas

Código do Ponto : 00SP09639JAMI02300 **Classe :** 02 **Ano :** 2008

UGRHI: MOGI GUAÇU

Local : Rio Jaguari-Mirim - Na ponte da SP 344, depois do Bairro do Pedregulho, na altura do Km 238,5

Descrição do Parâmetro	Unidade	Padrão CONAMA	21/01/2008 15h35
Parâmetro : Campo			
Chuva 24h	-		Sim
Coloração	-		Transparente
pH	U.pH	entre 6 e 9	6,7
Temp. Água	ºC		24
Temp. Ar	ºC		30
Parâmetro : Físico-Químicos			
Condutividade	µS/cm		56,8
Cor Verdadeira	mg Pt/L	máximo 75	* 546
DBO (5, 20)	mg/L	máximo 5	4
DQO	mg/L		< 50
Fósforo Total	mg/L	máximo 0,1	* 0,364
N. Amoniacal	mg/L	máximo 3,7	0,13
Nitrato	mg/L	máximo 10	0,27
Nitrito	mg/L	máximo 1	0,015
NKT	mg/L		1,32
OD	mg/L	mínimo 5	* 4,4
Sol. Total	mg/L		381
Turbidez	UNT	máximo 100	* 183
Parâmetro : Microbiológicos			
Coli Termo	UFC/100mL	máximo 1000	* 4900

(*) Não atendimento aos padrões de qualidade da Resolução CONAMA 357/05

(i) Conformidade indefinida quanto ao limite da classe, devido à análise laboratorial não ter atingido os limites legais

Nitrogênio Amoniacal - Varia em função do valor do pH da amostra

Fósforo Total - Varia em função do regime do corpo hídrico

UFC - Unidade Formadora de Colônia

CETESB

Emitido pelo EEQI - Setor de Águas Interiores

Banco Interáguas

Figura 119 - Parâmetros de qualidade da água no ponto JAMI 02300.

A amostragem neste ponto foi realizada apenas uma vez no ano, indicando os mesmos problemas do ponto inicial, com redução da contagem de coliformes

termotolerantes, que ainda se mostrou elevada, indicando que neste ponto ainda há influência do lançamento de esgoto doméstico.

Resultados dos parâmetros e indicadores de qualidade das águas

Código do Ponto : 00SP09152JAMI02500 **Classe :** 02 **Ano :** 2008

UGRHI: MOGI GUAÇU

Local : Rio Jaguari-Mirim - Ponte na Rodovia SP 340, no Km 312,9.

Descrição do Parâmetro	Unidade	Padrão CONAMA		24/03/2008 10h15	26/05/2008 11h15	15/09/2008 10h30	24/11/2008 15h10
Parâmetro : Campo							
Chuva 24h	-			Não	Não	Não	Não
Coloração	-			Marrom	Transparente	Transparente	Transparente
pH	U.pH	entre	6 e 9	6,2	7,1	6,4	6,4
Temp. Água	ºC			23	19	21	24,5
Temp. Ar	ºC			30	28	22	22
Parâmetro : Físico-Químicos							
Condutividade	µS/cm			68,7	75,3	110,3	94,8
Cor Verdadeira	mg Pt/L	máximo	75	* 138	* 82	48	* 111
DBO (5, 20)	mg/L	máximo	5	4	3	2	* 7
DQO	mg/L			< 50	< 50	< 50	< 50
Fósforo Total	mg/L	máximo	0,1	* 0,171	0,046	* 0,106	0,086
N. Amoniacal	mg/L	máximo	3,7	0,13	0,11	0,14	0,1
Nitrato	mg/L	máximo	10	0,08	0,62	0,63	0,68
Nitrito	mg/L	máximo	1	< 0,008	0,019	0,017	0,022
NKT	mg/L			1,4	0,62	0,86	0,51
OD	mg/L	mínimo	5	* 4,4	5,14	* 4,7	6,7
Sol. Total	mg/L			194	126	122	144
Turbidez	UNT	máximo	100	92,3	27,3	14,6	39,5
Parâmetro : Microbiológicos							
Coli Termo	UFC/100mL	máximo	1000	* 3300	140	330	* 1700

(*) Não atendimento aos padrões de qualidade da Resolução CONAMA 357/05

(i) Conformidade indefinida quanto ao limite da classe, devido à análise laboratorial não ter atingido os limites legais

Nitrogênio Amoniacal - Varia em função do valor do pH da amostra

Fósforo Total - Varia em função do regime do corpo hídrico

UFC - Unidade Formadora de Colônia CETESB

Emitido pelo EEQI - Setor de Águas Interiores Banco Interáguas

Figura 120 - Parâmetros de qualidade da água no ponto JAMI 02500.

No terceiro ponto de amostragem continua a existir alteração do teor de oxigênio dissolvido e alta contagem de coliformes termotolerantes.

O acompanhamento da Cetesb utiliza alguns índices obtidos a partir da análise conjunta de vários parâmetros analíticos. O primeiro índice, utilizado durante muito tempo como o mais fidedigno da qualidade da água, é o IQA – Índice de qualidade da água, que considera vários parâmetros para possibilitar a avaliação da qualidade

da água bruta. O IQA é calculado pelo produtório ponderado das qualidades de água correspondentes aos parâmetros: temperatura da amostra, pH, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio (5 dias, 20ºC), coliformes termotolerantes, nitrogênio total, fósforo total, resíduo total e turbidez. A partir do cálculo efetuado, pode-se determinar a qualidade das águas brutas, que é indicada pelo IQA, variando numa escala de 0 a 100, conforme tabela a seguir.

Tabela 51 – Índices de classificação da água segundo o IQA

Categoria	Ponderação
Ótima	79 < IQA ≤ 100
Boa	51 < IQA ≤ 79
Regular	36 < IQA ≤ 51
Ruim	19 < IQA ≤ 36
Péssima	IQA ≤ 19

Os pontos monitoramento no Jaguari Mirim apresentam níveis de IQA classificados na categoria BOA. Apenas o ponto JAMI 02300 apresentou índice regular no ano de 2008. Quanto aos níveis de concentrações de Oxigênio Dissolvido, $DBO_{5,20}$, e Coliformes Termotolerantes os níveis apresentados em 2008 se mostraram compatíveis com a média registrada no período de 2003-2007.

Tabela 52 - Evolução Histórica do IQA

Ponto	2005	2006	2007	2008
JAMI 02100	62	57	54	59
JAMI 02300	60	57	50	40
JAMI 02500	59	65	54	61

Fonte: CETESB, 2008.

- Caracterização da Sub-bacia do Rio Tambaú/Rio Verde da Bacia do Rio Pardo - UGRHI -04

Parte da área em estudo, particularmente parte da área agrícola, situa-se na bacia do rio Pardo, que abrange pequena área do Planalto Sul de Minas e da porção nordeste do Estado de São Paulo, sendo afluente do Rio Grande, um dos formadores do Rio Paraná.

A área de drenagem da Bacia hidrográfica do rio Pardo é de 8.991km^2, com declividade média de 3m/km (ou 0,3%) e dividida em 6 sub-bacias, das quais a área da AID abrange duas: a sub-bacia do Alto Pardo – 6 - e do Rio Tambaú/Rio Verde

– 5. Como ilustrado na Figura 121.

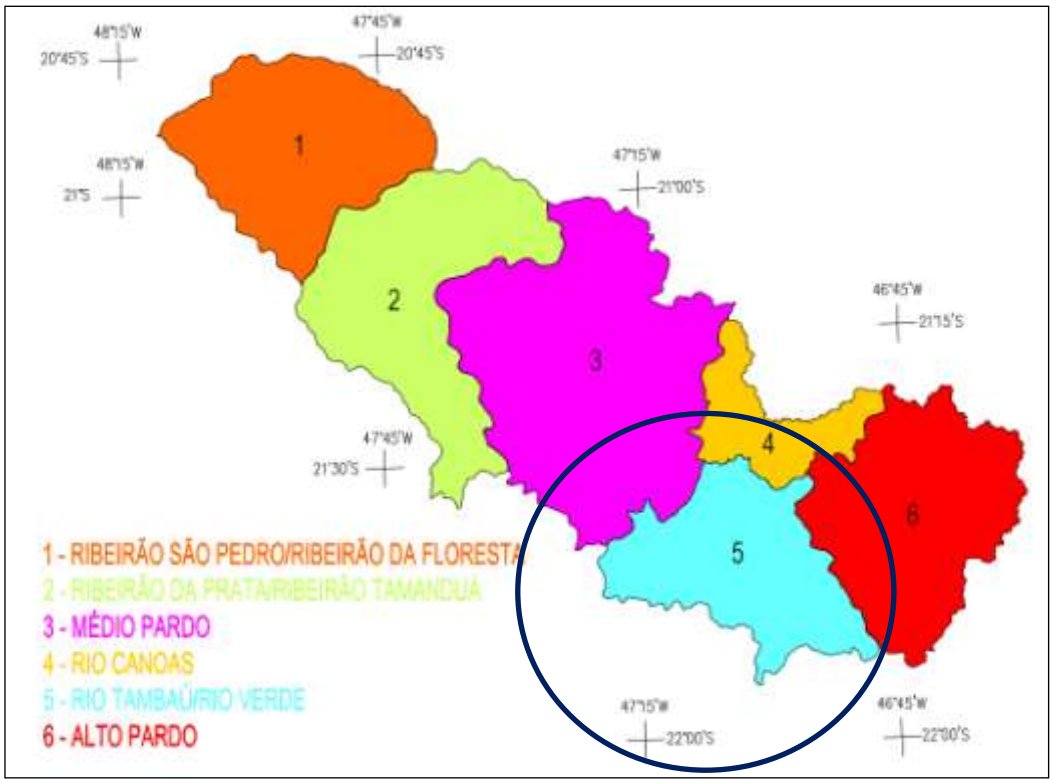


Figura 121 – Sub-bacias da bacia do Rio Pardo

A sub-bacia do Rio Tambaú-Verde localiza-se no sul-sudeste da UGRHI e é composta por um pequeno trecho do Rio Pardo e pelos rios Tambaú e Verde, afluentes da margem esquerda do Pardo. As demais drenagens que compõem a sub-bacia, tanto pela margem direita como esquerda do Rio Pardo, são de pequena envergadura. As altitudes presentes na sub-bacia variam desde cotas inferiores a 550 m (junto ao leito do Rio Pardo) até pouco mais de 1.200m, no seu extremo sudeste e limite com a sub-bacia 6, a leste de Vargem Grande do Sul.

Apesar da pequena extensão do rio Pardo na sub-bacia, dois eixos de barragem estão presentes em sua área: Euclydes da Cunha e Armando S. Oliveira.

Quatro municípios possuem a sua área urbana na sub-bacia: Vargem Grande do Sul, Casa Branca, Tambaú e Itobi.

A sub-bacia Alto Pardo localiza-se no extremo sudeste da UGRHI, nos limites com o Estado de Minas Gerais. Compõe-se de um significativo trecho do Rio Pardo encravado em área de relevo bastante acidentado, cujos afluentes principais são os rios Fartura e do Peixe, pela margem esquerda, e Rio Bom Jesus e Ribeirão

Conceição, pela margem direita.

São José do Rio Pardo é a principal cidade da sub-bacia, que possui ainda outras quatro cidades em seus domínios: São Sebastião da Grama, Divinolândia, Caconde e Tapiratiba.

Nas Figura 122 a

Figura 124 apresentam-se imagens destas bacias.

Figura 122 - Vista das corredeiras do rio Pardo em São José do Rio Pardo.

Figura 123 - Vista de meandros do rio Pardo, no município de São José do Rio Pardo.

O Rio Pardo tem papel importante no que diz respeito à geração de energia elétrica para região, com 3 usinas geradoras que são as denominadas, Caconde (80,4MW), Euclides da Cunha (108,8MW) e Armando de Salles Oliveira (32,2MW).

Com relação às águas do Rio Pardo, mostraram-se em boas condições sanitárias e ambientais. Para o abastecimento público, apresentou em todos os pontos amostrados ao longo do Rio, bons índices de qualidade.

Figura 124 - Vista das planície aluvial do rio Verde, no município de Itobi.

- Monitoramento de águas da Abengoa

A empresa monitora as águas superficiais nas áreas sob influência da indústria, sendo avaliado ponto a montante e a jusante da captação da indústria. Na tabela apresentada na sequência apresenta-se os resultados obtidos em duas amostragens de 2009.

Tabela 53 – Resultado monitoramento de águas superficiais

			Julho/2009		Dezembro/2009	
Parâmetros	Unidade	Conama 357	Montante	Jusante	Montante	Jusante
pH	-	6,0 a 9,0	6,5	6,4	6,1	6,1
OD	mg/L O_2	> 5	8,4	8,6	6,9	6,5
DQO	mg/L O_2	-	22	21	17	12
DBO	mg/L O_2	5	< 5	< 5	< 5	< 5
Temp.	°C	-	16,0	16,0	23	23
OG	mg/l	-	1,8	1,9	< 1,0	< 1,0

OG óleos e graxas

O monitoramento efetuado pela usina mostrou atendimento aos parâmetros legais de qualidade do corpo receptor tanto à montante quanto à jusante.

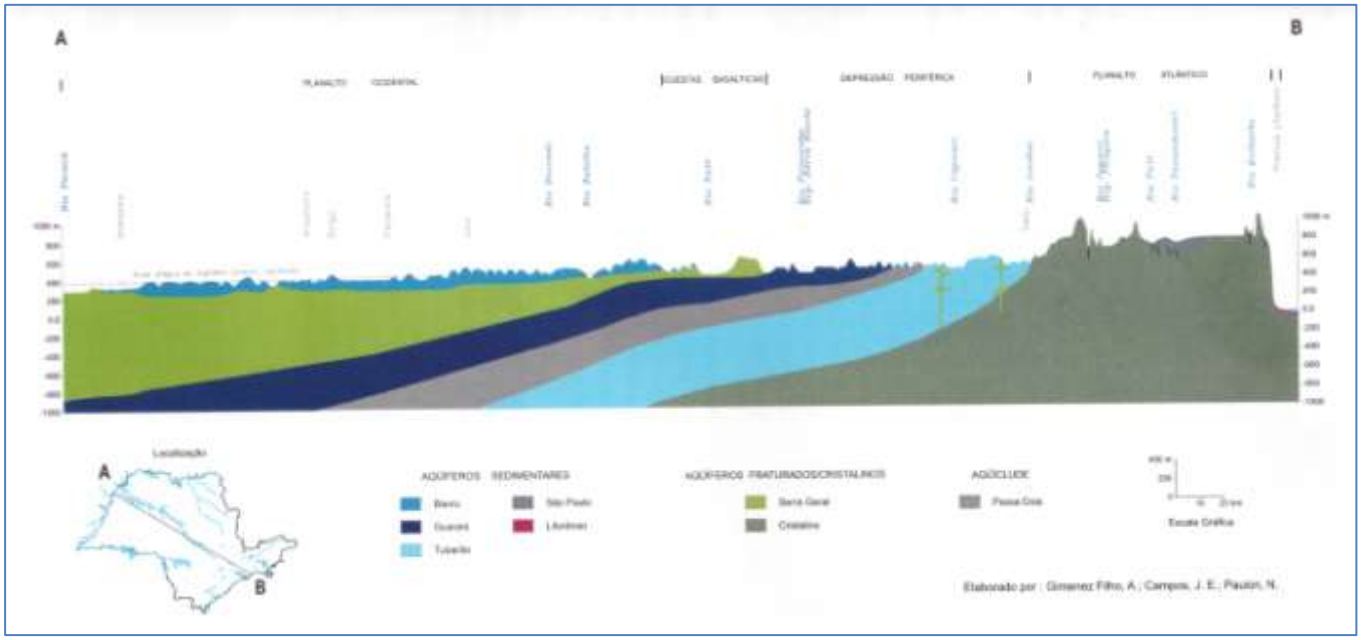
- Mapeamento dos pontos de captação para abastecimento público

No Mapa 09 apresentam-se os corpos d`água em cujas bacias se inserem as áreas agrícolas e industrial da Abengoa Bioenergia, estando plotadas as captações para abastecimento público.

8.2.4.2 Águas subterrâneas

A distribuição dos aqüíferos no Estado de São Paulo seguem os limites determinados e representados no próprio Mapa Geológico.

Com relação à hidrogeologia (estudo das águas subterrâneas), a área estudada abrange parte de três aqüíferos no Estado de São Paulo. São eles: o Aquífero Fraturado, formado por rochas ígneas e metamórficas do Embasamento Cristalino e da Formação Serra Geral, e o Aquífero Tubarão (ver perfil abaixo).



Fonte: Mapa de águas subterrâneas do Estado de São Paulo.

Figura 125 - Perfil esquemático dos aquíferos do Estado de São Paulo.

<u>Aquíferos da AID</u>

Na AID, em função das unidades estratigráficas expostas na superfície, e mesmo em seu entorno, do ponto de vista da HIDROGEOLOGIA, os aquíferos que merecem uma discussão mais apropriada são:

- Aquífero Serra Geral
- Aquífero Tubarão
- Aquífero Cristalino

A área abrange a borda leste da Bacia do Paraná em contato com o Embasamento Cristalino, os poços tubulares profundos podem captar água do Aquífero Tubarão, Aqüífero Cristalino e Aquífero Serra Geral, a profundidades não muito grandes.

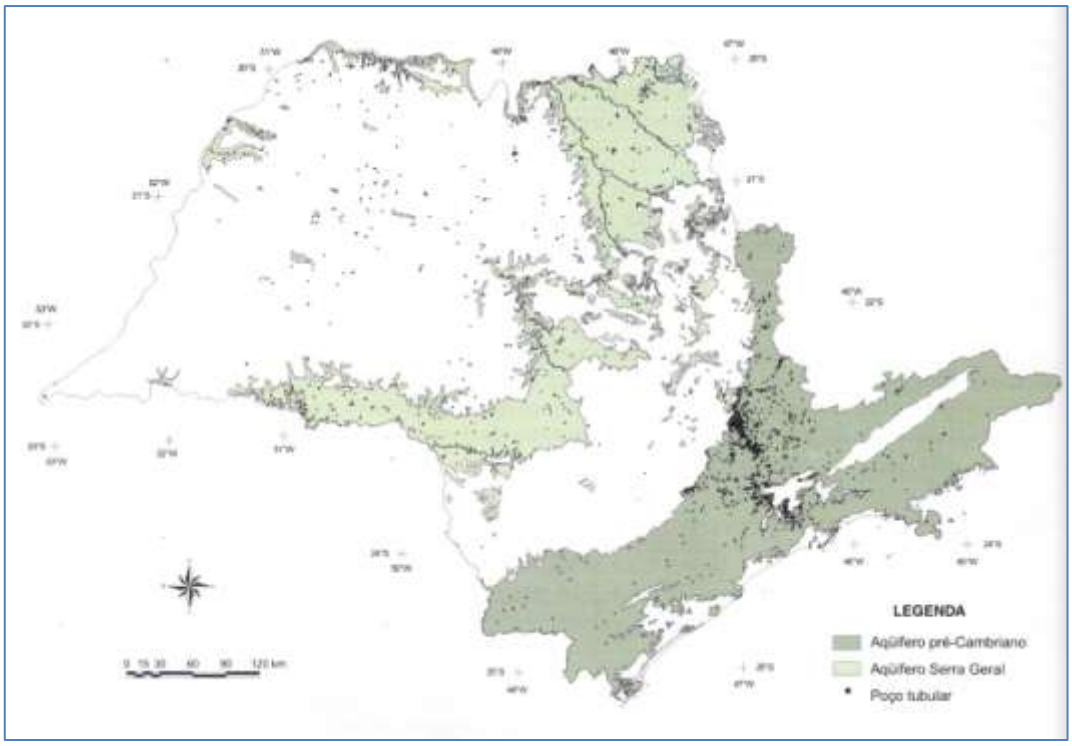
O Aquífero Serra Geral, representado litologicamente pelos derrames basálticos, apresenta, no geral, baixas vazões, podendo ser aumentadas a depender do estágio de fraturamento dessas rochas, o que em geral ocorre na sua base.

A seguir serão apresentadas as características mais gerais dos aquíferos que

ocorrem na AID, no sentido estratigráfico, de baixo para cima, quais sejam:

Aquífero Cristalino

O Aquífero Cristalino é um aquífero fraturado, com extensão regional. As litologias predominantes são as rochas ígneas e metamórficas do Complexo Varginha-Guaxupé, com idades mais antigas que 550 milhões de anos, e suas intrusivas associadas. Aflora na porção leste da AID. (ver Figura 126)



Fonte: Mapa de águas subterrâneas do Estado de São Paulo.

Figura 126– Mapa do Estado de São Paulo apresentando em destaque os aquíferos Cristalino a sudeste e Serra Geral no centro.

Os poços que o exploram estão concentrados na sua parte aflorante, com comportamento de aquífero livre, atingindo em geral 100 a 150m de profundidade, uma vez que a ocorrência de fraturas abertas ao fluxo da água tende a diminuir em níveis mais profundos (Irani & Esaki, 2009).

Este aquífero se extende por baixo das rochas sedimentares da Bacia do Paraná, onde a partir deste ponto tem caráter confinante, e se encontra a grandes profundidades, impossibilitando sua utilização.

Este aquífero pode ser divido em duas unidades dentro do Estado de São Paulo: o Aquífero Pré-Cambriano e o Aquífero Pré-Cambriano Cárstico. Na AID apenas se encontra o Pré-Cambriano.

Sua produtividade é baixa e bastante variável, estando condicionada à presença de fraturas abertas. A vazão média dos poços é de 5m^3/h, mas é comum se encontrar poços próximos com vazões muito diferentes, devido ao número, tipo, abertura e conexão das fraturas, podendo alcançar vazão de 23m^3/h.

A qualidade de suas águas é boa para o consumo humano e outros usos em geral, no entanto, deve-se dar muita atenção para sua proteção, principalmente em sua parte aflorante, que se torna mais vulnerável, por ter comportamento de aqüífero livre, e estar mais exposto à contaminação antrópica.

Com relação à classificação as águas do Aqüífero Cristalino podem ser classificadas, preponderantemente como: bicarbonatadas cálcicas, secundariamente bicarbonatadas sódicas. No litoral elas são principalmente cloretadas sódicas e, secundariamente, cloretadas cálcicas.

Aquífero Tubarão

O Aquífero Tubarão, tem baixa potencialidade e localização estratégica. É constituído por depósitos glaciais e retrabalhamentos fluviais e lacustres onde predominam os sedimentos siliciclásticos, formando horizontes que se interdigitam lateralmente e conferem uma descontinuidade litológica vertical e horizontal das camadas sedimentares. Engloba as formações Itararé, Aquidauana e Tatuí (ver Figura 127). Sua má condição como aqüífero se agrava na medida em que o Itararé é atravessado por intrusões de diabásio. As zonas de melhor porosidade/permeabilidade são arenitos que ocorrem em forma de lentes esparsas. As principais características desse aquífero de extensão regional são as seguintes: porosidade granular, livre a semi-confinado, localmente confinado, heterogêneo, descontínuo e anisotrópico. A maior espessura da zona aquífera é de cerca de 350 metros para um total de até 1.000 metros de sedimentos.

Completam ainda a caracterização do Aqüífero Itararé, as seguintes características:

Área de afloramento no Estado de São Paulo: 20.700 km^2;
Espessura média da formação: 1.000m;
Extensão em sub-superfície: 165.000km^2;
Espessura média confinada: 1.600m;
Vazão Média predominante por poço (m^3/h): 3 a 30;
Profundidade dos poços (m): 100 a 300;
Capacidade Específica (m^3/h/m): 0,005 a 8,5;

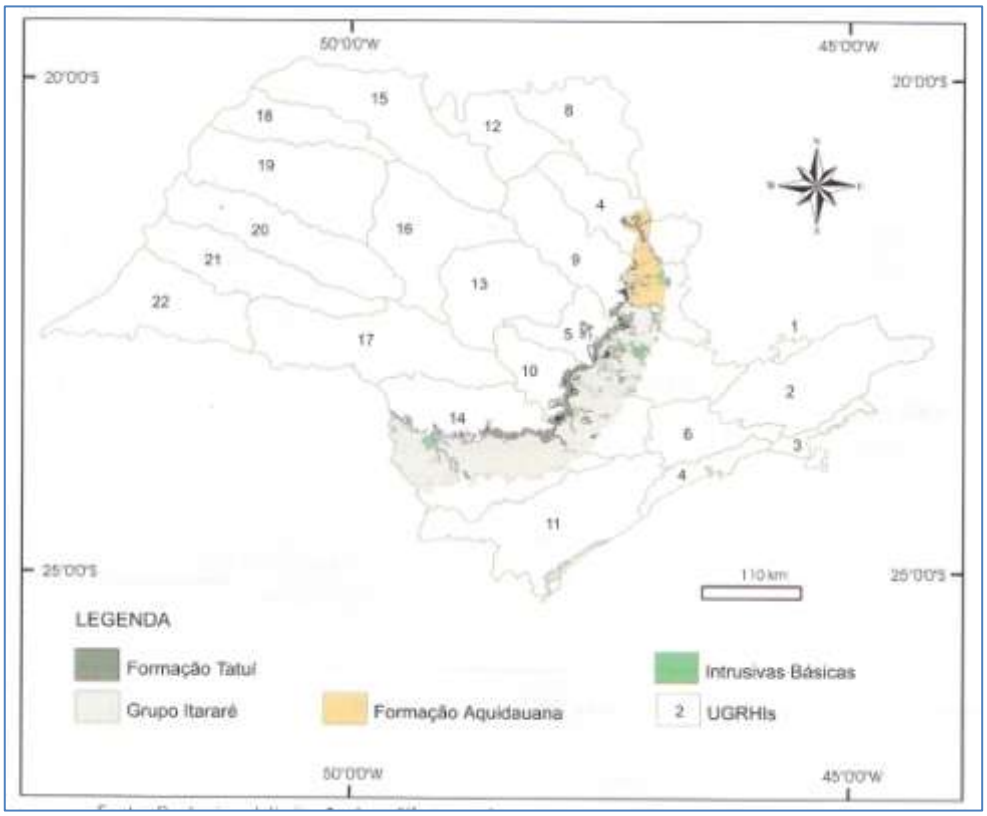
Transmissividade (m^2/d): 0,3 a 200;

Permeabilidade Aparente (m/d): 0,002 a 0,7;

Coeficiente de Armazenamento: 0,0001 a 0,05;

pH: 4,8 a 9;

Resíduo seco a 105°C (mg/L): 21 a 42;



Fonte: Mapa de águas subterrâneas do Estado de São Paulo.

Figura 127– Localização do Aquífero Tubarão no Estado de São Paulo.

Em relação à classificação, as águas do Aquífero Itararé são, preponderantemente bicarbonatadas sódicas e secundariamente bicarbonatadas cálcicas ou mistas.

Aqüífero Serra Geral

O Aquífero Serra Geral é representado por intrusões básicas associadas à Formação Serra Geral (ver Figura 128). São sills e diques básicos, cuja litologia predominante é o diabásio e o basalto.

O afloramento desta unidade dentro da AID é muito raro, no entanto é possível se observar os solos oriundos de seu intemperismo, que gera a terra roxa, um solo vermelho arroxeado, argiloso, encontrado nas proximidades da Usina São João.

Suas características são: porosidade fissural, heterogêneo, descontínuo, anisotrópico e livre a semi-confinado.

Figura 128– Foto de dique de diabásio da Formação Serra Geral, apresentado inúmeras fraturas.

Os basaltos da Formação Serra Geral constituem um aqüífero de extensão regional, porém com condições aqüíferas restritas, definidas em função de descontinuidades (juntas, fraturas e falhas) e/ou pela presença de pacotes de arenitos inter-derrames.

Segundo estudos do DAEE (1976), os basaltos apresentam espessuras variáveis de 100 a 1200 m, sendo mais espessos no sentido do Rio Paraná .

Como o fluxo das águas subterrâneas ocorre essencialmente nas fraturas da rocha, as quais são usualmente descontínuas, os parâmetros hidráulicos do aquífero (transmissividade, permeabilidade, porosidade) não possuem o mesmo significado que nos aquíferos granulares, não servindo, portanto, para previsões de disponibilidade hídrica.

Este aquífero tem extensão limitada, é fissurado, com caráter eventual, livre a semi-confinado, descontínuo, heterogêneo e anisotrópico.

Apresenta vazões médias entre 5 a 70m^3/h, podendo ultrapassar 100m^3/h, transmissividade de 1 a 700m^2/d e capacidade específica de 0,01 a 10m^3/h/m.

As águas são de boa qualidade para o consumo humano e outros usos, sendo classificadas como: bicarbonatadas cálcicas, secundariamente magnesianas.

Susceptibilidade à Contaminação (Vulnerabilidade)

Analisando-se a publicação do Instituto Geológico (Secretaria Estadual do Meio Ambiente), intitulada "Mapeamento da Vulnerabilidade das Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo", na escala 1:1.000.000, de 1997, reproduzido em mapa anexo, cabem os comentários que se seguem para a área do empreendimento.

Na porção oriental da AID e na faixa onde ocorrem o Aquífero Cristalino, que são rochas cristalinas, é registrado com de risco não definido, assim como é feito para todo o Embasamento Cristalino e o Aquífero Serra Geral.

As área de maior risco, ALTO-ALTO, estão encaixadas na faixa de ocorrência dos sedimentos quaternários das planícies aluviais.

Em menor grau de risco aparecem as coberturas de espigão, os sedimentos detríticos correlatos à Formação Rio Claro, com idades entre o Terciário e o Quaternário. A eles é atribuído risco ALTO-BAIXO.

Na porção ocidental da AID, notadamente na área de domínio do Aquífero Tubarão, apesar de sua boa permeabilidade, aparece a classificação de risco MÉDIO-ALTO, motivada talvez pela ausência de fontes poluidoras.

No tocante à vulnerabilidade dos aqüíferos, analisando-se esse fator através dos levantamentos geológicos realizados na área, tem-se para as áreas de influência do empreendimento duas situações diferentes:

Nas planícies aluviais dos principais rios, tem-se grande acumulação de sedimentos, bastante inconsolidados, o que acarreta materiais geológicos com alta porosidade e conseqüente permeabilidade, o que condiciona um fator de vulnerabilidade alta, agravada pelo fato de que nessas faixas o lençol freático está raso, muito próximo da superfície.

Os locais onde os aqüíferos tem comportamento de aqüífero livre são os de maior risco e com alta vulnerabilidade. Este tipo de situação é encontrado em toda área pesquisada, onde se instalaram as sedes de vários municípios, e consequentemente indústrias e a atividade agrícola.

Os aqüíferos profundos e confinados presentes na área do empreendimento, estão algo protegidos de possíveis contaminações pelos seguintes motivos: a) profundidade de ocorrência; b) presença do manto de alteração de solos podzólicos, com sua textura argilo-arenosa, que lhe imprime condições de baixa permeabilidade, dificultando a percolação de líquidos contaminantes.

Em relação a vulnerabilidade de águas subterrâneas estabelecidas pela Resolução SMA 14/2010, mostrado no Mapa 13, há uma pequena área consideradas com alta vulnerabilidade ao longo do Rio Jaguari e Córrego das Lajes, isto em função de criticidade da disponibilidade de água naquele trecho, sendo neste caso adotado como critério de proteção à área a dosagem de vinhaça reduzida.

8.2.4.2.1 Qualidade das Águas Subterrâneas

A avaliação da qualidade de águas subterrâneas na área de influência direta do empreendimento foi realizada através da análise dos indicadores de qualidade da água preconizado por Hirata *et al*., com base nos estudos desenvolvidos pelo Grupo de Trabalho da UNESCO/IAEA/IAH. Trata-se de sete indicadores que permitem avaliar a situação das águas subterrâneas no estado.

Na tabela abaixo apresenta-se os indicadores dos recursos hidricos subterrâneos para as bacias do Mogi Guaçu e Pardo, bacias que englobam a área de influência do empreendimento.

Desta forma o uso de águas subterrâneas se apresenta como moderado na UGRHI 9- Bacia do Mogi, local onde se encontra a unidade industrial e alto na bacia do Pardo, onde não há captação de água pela empresa. Ressalta-se que 25% da população da Bacia do Mogi é abastecida com água subterrânea, enquanto para a bacia do Pardo esta percentagem sobe para 69% da população. No tocante a qualidade verifica-se que existem poucos casos de contaminação em ambas as bacias.

Tabela 54 – Indicadores dos recursos subterrâneos nas bacias hidrgráficas - AII

	Indicador	**Mogi**	**Pardo**
Dependência	Abastecimento público/população total UGRHI (%)	25	69
	Demanda total subterrânea/demanda total rec. Hídricos (%)	10	20

	Indicador	Mogi	Pardo
Disponibilidade	Consumo – Litros/hab/dia	1124	921
	Demanda total subterrâneas/reservas explotáveis (%)	28	44
Qualidade	Área total alta vulnerabilidade à contaminação / àrea total URGHI (%) *	20%B;43%M; 7%A; 62%ND	10%B;30%M; 10%A; 50%ND
	Casos contaminação antrópica/área total UGRHI (casos/km^2)	0,1	0,1
	Municípios com água subterrânea comprometida/numero total de municípios (%)	0	0

*B(baixo), M(moderado), A(alto)

8.2.4.3 Fluxo e direção das águas subterrâneas

O sentido do escoamento da água do lençol freático na área de influência foi avaliado tomando-se por base o Mapa de Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo, publicado pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos. Este mapa é uma síntese de informações geológicas que permite a localização, distribuição e potencialidades dos aquíferos.

Utilizou-se as informações da base de dados do DAEE quanto a poços perfurados no estado de São Paulo, entre os quais 195 poços que possuem informações mais completas e teste de bombeamento, bem como as equipotenciais e direções de fluxo na porção aflorante dos aquíferos sedimentares.

Dentre os poços representativos destaca-se os perfurados na AID: São João da Boa Vista e São José do Rio Pardo como representantes do aquífero Pré-Cambriano, Espirito Santo do Pinhal, do aqüífero Ksg – Basalto e Casa Branca do aquífero Tubarão.

8.3 Diagnóstico do Meio Biótico

8.3.1 Flora

A Abengoa Bioenergia São João e suas áreas de cultivo de cana-de-açúcar localizam-se na região nordeste do estado de São Paulo, e, na sua maior parte,

dentro dos limites da sub-bacia do rio Jaguari-Mirim, que pertence à bacia hidrográfica do rio Mogi-Guaçu[23].

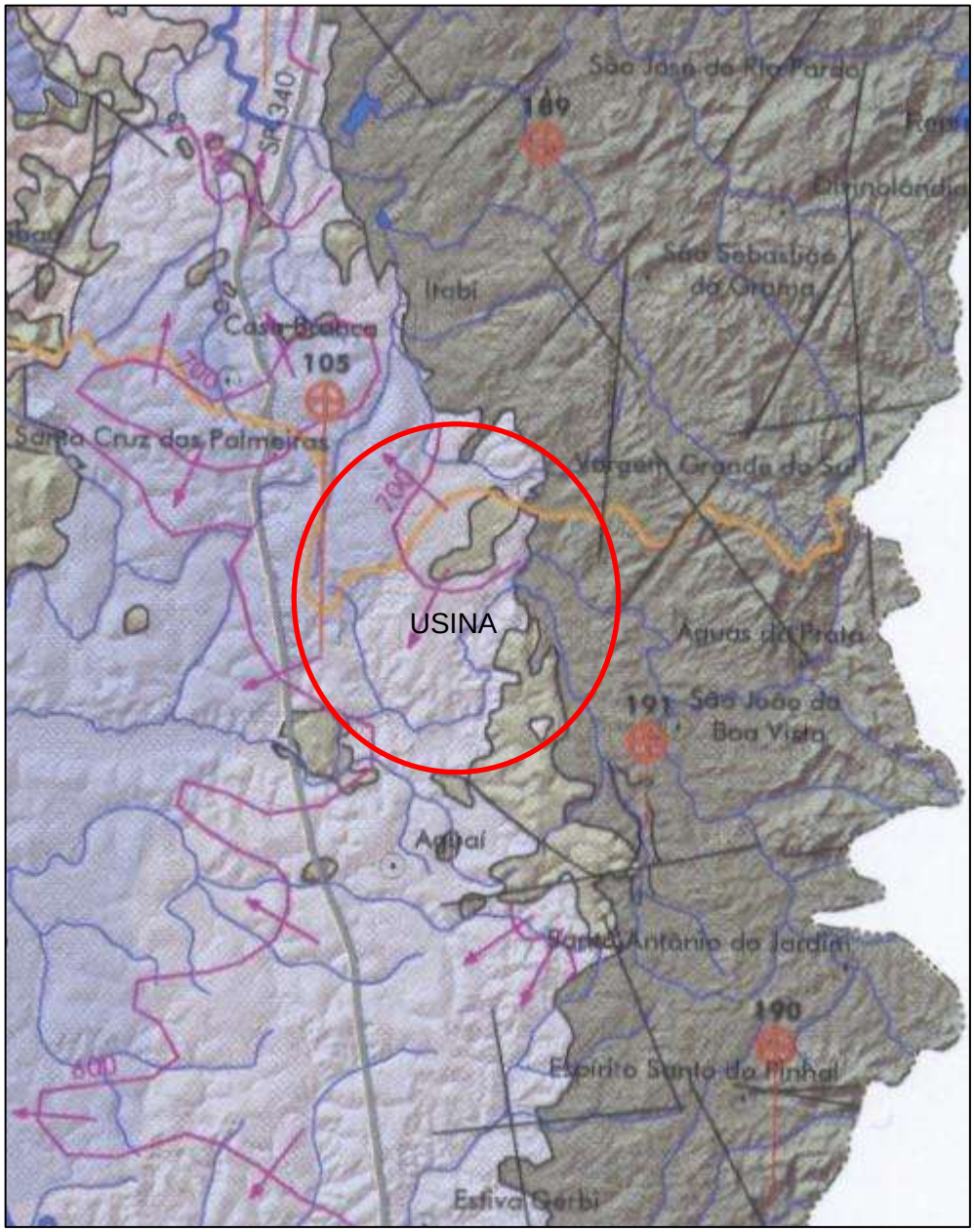


Figura 129 - Sentido de escoamento das águas subterrâneas

Originalmente, a bacia hidrográfica do rio Mogi-Guaçu era recoberta, em ordem decrescente de área ocupada, por vegetação nativa característica da Floresta

[23] Ressalta-se que algumas áreas de cana-de-açúcar da Abengoa Bioenergia São João localizam-se na bacia hidrográfica do rio Pardo.

Estacional Semidecidual pertencente ao bioma Mata Atlântica, por formações savânicas de diferentes fisionomias (Cerradão e Cerrado *stricto sensu*, principalmente) e por zonas de contato entre a Floresta Estacional e as formações savânicas. Entretanto, devido aos vários ciclos de uso da terra e à expansão urbana nos últimos séculos, a área coberta por vegetação nativa nessa região sofreu redução. Dados do inventário florestal do estado de São Paulo indicam que em 2000-2001, a bacia hidrográfica do rio Mogi-Guaçu apresentava somente 6,9% (95.780 ha) de sua área total coberta com florestas naturais. Já no levantamento de 2009-2010 verifica-se aumento considerável nesta cobertaura vegetal, que passou para 10,9% (159.859ha).

Quando este mesmo diagnóstico é feito para os municípios onde a Abengoa Bioenergia São João concentra suas áreas produtivas observa-se aumento da área ocupada por vegetação nativa, estando esta representada por 7,2% da área total pelo levantamento de 2000-2001 e 9,4% no levantamento de 2009-2010 (Tabela 55). Embora tenha ocorrido aumento substâncial, esse valor é ainda baixo, considerando-se a cobertura nativa original do estado de São Paulo e da região.

Tabela 55 – Área coberta com vegetação nativa nos principais municípios da AID.

Localidade	**Área (ha)**	**Vegetação Nativa em 2001**		**Vegetação nativa Kronka**		**Vegetação Nativa em 2010**	
		%	**ha**	**%**	**ha**	**%**	**ha**
Bacia Mogi Guaçu	1.458.653	6,9	95.780	-	-	10,9	159.859
Aguaí	46.200	6,2	2.864	6,2	-	9,3	4.400
Itobi	14.400	6,6	946	6,6	-	8,5	1.172
São João Boa Vista	50.000	8,9	4.434	8,9	-	13,6	7.041
Vargem Grande do Sul	26.700	6,0	1.615	6,0	-	9,1	2.435
Estado São Paulo	24.820.943	13,9	3.4513.68	-	-	17,5	4.343.684

Fonte: Kronka *et al.* (2005)/Instituto Florestal(2001/2010).

A investigação quantitativa feita no estado de São Paulo demonstra que a área ocupada por vegetação nativa na bacia hidrográfica do rio Mogi-Guaçu é predominantemente composta por fragmentos de vegetação secundária com área inferior a 20 ha (82,7% do total de fragmentos) (Kronka *et al*. 2005), os quais já passaram por vários eventos de perturbação, com destaque para a incidência de fogo com origem antropogênica, o corte seletivo de madeira e o raleio do sub bosque pelo pastoreio de gado bovino.

Com relação aos aspectos florísticos e à diversidade vegetal das formações vegetacionais da região, ressalta-se que, embora a redução significativa da cobertura e fragmentação florestal da área originalmente ocupada com vegetação possa ter acarretado a perda local e regional de espécies e, consequentemente, a diminuição da riqueza vegetal como um todo, dados de levantamentos florísticos atuais indicam que a flora local é ainda bastante rica e representativa das formações vegetacionais originais.

- Metodologia

A listagem florística da AID do empreendimento foi obtida por meio da coleta de dados primários em nove áreas distintas, as quais apresentam, em pelo menos parte de seu entorno, contato direto com plantios atuais de cana-de-açúcar da Abengoa Bionergia São João, com sede no município de São João da Boa Vista, São Paulo (Figura 130). Cada área estudada apresenta características específicas em relação ao estágio de sucessão e conservação e aos aspectos estruturais da vegetação (Tabela 56, Figura 131 à Figura 139).

Para a AII, além dos dados primários, foram incluídos na listagem florística como dados secundários, as espécies nativas identificadas em nível específico, em levantamento florístico realizado no município de Pirassununga, dentro dos limites da bacia hidrográfica do rio Mogi-Guaçu.

Os dados primários e secundários considerados neste estudo contemplam espécies de várias formações vegetacionais, sendo representativos da vegetação nativa das AID e AII (bacias hidrográficas do Rio Mogi-Guaçú e Pardo).

Dentre as várias áreas com vegetação nativa disponíveis na região para a caracterização florística da AID, nove áreas foram selecionadas: (1) por apresentarem contato direto com as áreas de cana-de-açúcar da Abengoa Bioenergia São João, (2) por se destacarem na paisagem regional, levando-se em consideração a área ocupada e/ou a facilidade de acesso, e (3) por juntas abrangerem todas as formações vegetacionais encontradas nas sub-bacias hidrográficas do empreendimento, a saber: Floresta Estacional Semidecidual, Cerradão, Cerrado *stricto sensu*, áreas com influência fluvial (matas ciliares e matas paludosas) e áreas de contato entre Floresta Estacional Semidecidual e Cerradão.

O levantamento florístico nas áreas selecionadas foi realizado por meio de caminhadas assistemáticas na borda e no interior de cada remanescente florestal,

durante os dias 4 e 8 de Janeiro de 2010. Durante o levantamento, procurou-se identificar o maior número possível de espécies vegetais ocorrentes nos remanescentes naturais estudados. O componente arbustivo-arbóreo foi privilegiado, devido ao destaque na fisionomia e estrutura da vegetação predominante na região. Para as demais formas de vida (plantas herbáceas, epífitas, lianas, etc.) procurou-se identificar apenas espécies visualmente abundantes ou que continham indivíduos em estado reprodutivo (com flores e/ou frutos). Espécies não nativas encontradas na borda ou no interior das áreas com vegetação nativa também foram listadas, de forma a propiciar a identificação de possíveis fontes de degradação e/ou contaminação biológica das áreas naturais.

Materiais botânicos (ramos com flores e/ou frutos) das espécies vegetais não identificadas em campo foram coletados e herborizados para posterior identificação por comparação com exsicatas dos herbários ESA (USP/ESALQ, Piracicaba-SP) e SPF (Instituto de Biociências, USP, São Paulo-SP) ou pela consulta a obras bibliográficas e revisões taxonômicas específicas. Além disso, para plantas das famílias Anacardiaceae, Annonaceae, Bignoniaceae, Fabaceae-Caesalpinioideae, Fabaceae-Mimosoideae, Lauraceae, Rubiaceae, a identificação taxonômica contou com auxílio de taxonomistas especialistas para cada família.

As espécies encontradas nos levantamentos primários e secundários foram enquadradas nas suas respectivas famílias botânicas, com base em Souza e Lorenzi (2005). Para verificar a ocorrência de espécies ameaçadas de extinção, comparou-se a lista de espécies obtida no levantamento da AID (nove áreas distintas onde os dados primários foram coletados), com as listas oficiais de espécies da flora ameaçadas de extinção do estado de São Paulo (Resolução SMA 048 de 29/09/2004) e do Brasil (Instrução Normativa N.6, de 23/09/2008), e com a lista das espécies vegetais ameaçadas, elaborada pela *International Union for Conservation of Nature and Natural Resources* (IUCN) (IUCN 2009).

– Caracterização fitofisionômica e do estágio de conservação da vegetação

A partir da caracterização fitofisionômica e do estágio de conservação atual da vegetação da AII (bacia hidrográfica do rio Mogi-Guaçu e Pardo), considerando os dados apresentados por Kronka *et al.* (2005) e pelo inventário florestal do estado de São Paulo(2010), repetiu-se a mesma análise para os municípios no qual se concentram as áreas de cana-de-açúcar da Abengoa Bioenergia São João.

Com base nas informações obtidas nos nove remanescentes estudados e em outras informações obtidas *in situ*, foi feita a classificação sucessional e fitofisionômica das áreas de vegetação nativa amostradas na AID do empreendimento. Para a classificação do estágio sucessional da vegetação local como um todo, foram utilizadas as Resoluções CONAMA 01/94, no caso de formações pertencentes à Mata Atlântica, e SMA nº. 55/95 para as áreas do bioma Cerrado. Além dessas resoluções, foram adicionalmente consideradas outras informações coletadas *in situ*, tais como presença de lianas em desequilíbrio, presença de gramíneas e outras espécies invasoras, etc., conforme apresentado na Tabela 56. Já a classificação fitofisionômica foi feita em função da observação *in situ* das características estruturais e fisionômicas das áreas estudadas (altura da floresta, cobertura e estrutura vertical) e, principalmente, com base na listagem de espécies amostradas em cada área de estudo. Por fim, foi feita também uma breve descrição de cada tipo vegetacional encontrado na paisagem local, com suas espécies vegetais características e representativas.

As coordenadas geográficas e outras informações sobre as áreas estudadas são apresentadas na Tabela 56.

- Resultados

Na AID, onde dados primários foram coletados em nove áreas distintas, foram encontradas 435 espécies vegetais, pertencentes a 90 famílias botânicas (Tabela 57). Desse total, 421 são espécies nativas da flora regional e 364 espécies foram identificadas ao nível específico. Ao todo (AID + AII) foram encontradas 510 espécies vegetais, pertencentes a 95 famílias botânicas. Desse total, 453 foram identificadas ao nível específico (Tabela 57).

Considerando-se apenas os dados primários (AID), a forma de vida arbórea foi a mais rica, com 279 espécies levantadas, seguida pelos arbustos com 82 espécies, pelas lianas com 33 espécies e pelas ervas com 22 espécies. As demais formas de vida (palmeiras, bambusóides, epífitas, fetos arborescentes, plantas parasitas e subarbustos) apresentaram juntas, 19 espécies. Ressalta-se que a riqueza de árvores foi bem superior as das demais formas de vida, não só em função da elevada riqueza de árvores nas florestas da região, mas também por essa forma de vida ter sido privilegiada durante a amostragem.

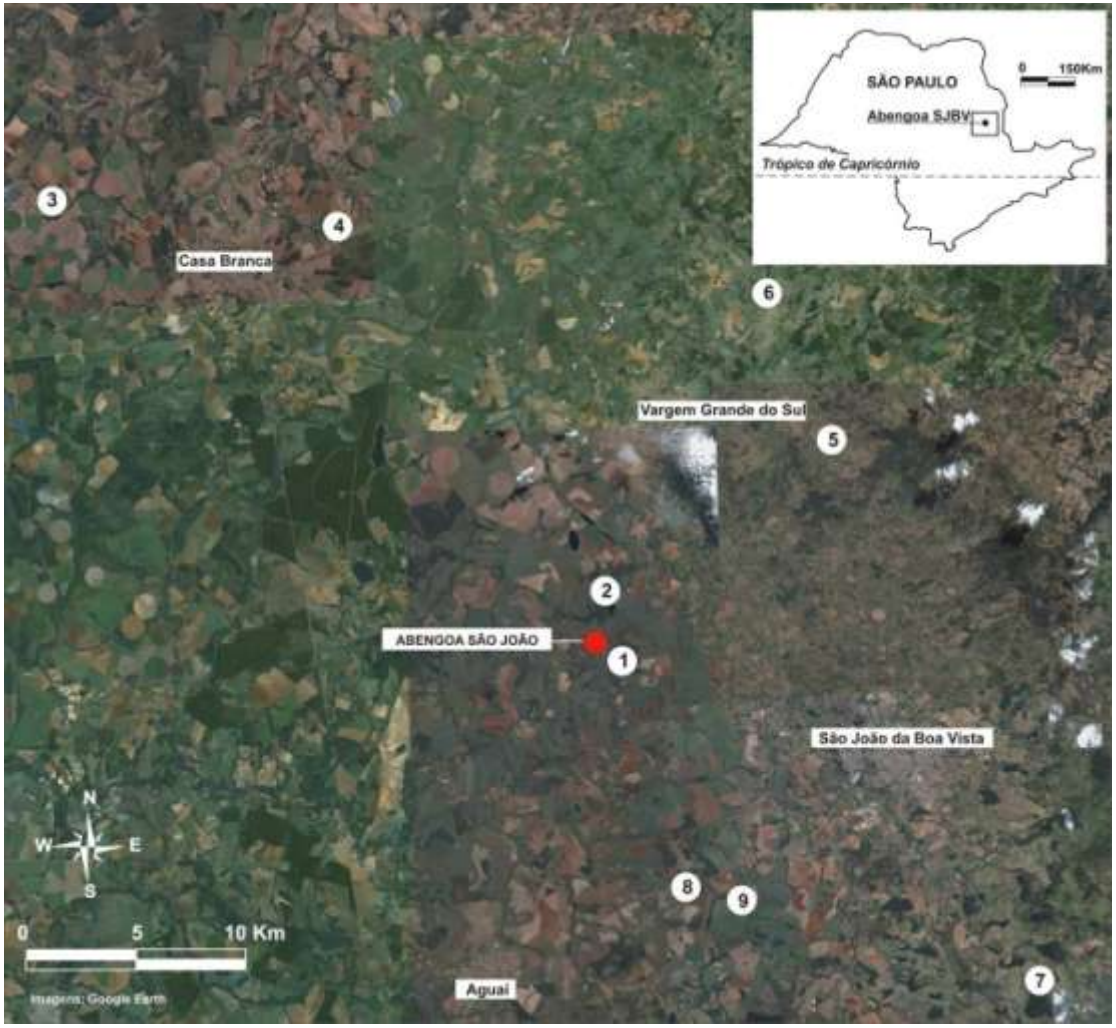


Figura 130 – Imagem aérea com a localização das áreas estudadas para o diagnóstico da flora na AID.

Tabela 56 – Quadro resumo - caracterização sucessional da vegetação na AID.

Área	Coordenadas (UTM) e altitude aproximada (m)	Tipo de vegetação	Estágio Sucessional[1]	Altura do dossel (m)	Espécies predominantes ou com destaque	Presença de				Outras informações relevantes
						Lianas em desequilíbrio	Gramíneas invasoras	Epífitas	Invasoras no interior[2]	
1	23K 0301865 7573101, Alt.: 685	FES com elementos do Cerradão	Estágio médio a avançado de regeneração	Descontínuo. 10-15 m.	*Croton floribundus*, *Senegalia polyphylla*	Alta	Alta (borda)	Baixa	Baixa	Área heterogênea em relação ao estágio de degradação. Indícios de ocorrência de fogo no passado. Queda de árvores devido a vendaval em 2007.
2	23K 0301065 7575755 Alt.: 688	Transição FES-Cerradão com áreas de Cerrado *stricto sensu*, floresta ribeirinha e floresta paludosa	Estágio médio a avançado de regeneração	Descontínuo. Cerca de 20 m, variável com a formação.	*Croton floribundus, Anadenanthera peregrina*	Média	Alta (borda e áreas de cerrado)	Baixa à média (áreas mais úmidas – floresta paludosa)	Baixa	Área heterogênea, com diferentes estágios de conservação e tipos vegetacionais, incluindo vegetação ciliar as margens do rio Jaguarí.
3	23K 0276355 7594048 Alt: 681	Cerradão com elementos FES, floresta paludosa e trechos de Cerrado *stricto sensu*	Estágio avançado de regeneração de Cerradão	Descontínuo. 15- 20 m.	*Anadenanthera peregrina*	Média à alta (parte mais degradada na porção mais elevada do remanescente)	Alta (borda e áreas de cerrado)	Baixa à média (áreas mais úmidas – floresta paludosa)	Baixa	Área heterogênea, com várias formações vegetacionais. Contém trecho de floresta paludosa com grande densidade de *Euterpe edulis*.
4	23K 0289221 7593060 Alt.: 700	Cerrado *stricto sensu*.	Estágio médio de regeneração do Cerrado *stricto sensu*.	Até 8 m	-	Baixa	Alta (por toda a área)	Baixa	Baixa	Área pequena, bastante aberta e com ocorrência de fogo recente. Trechos com solo saturado de água.
5	23K 0311657 7583118 Alt.: 868	FES	Estágio médio a avançado de regeneração	Descontínuo. Cerca de 25m.	*Croton floribundus Hymenaea courbaril*	Alta	Média (borda)	Baixa	Baixa	Área próxima do início da Serra da Mantiqueira.
6	23K 0314972 7589121 Alt.: 1034	FES	Estágio médio a avançado de regeneração	Descontínuo. Cerca de 20 m.	-	Média (borda)	Média	Baixa	Baixa	Altitude elevada. Próxima do início da Serra da Mantiqueira. Terreno íngreme, com solo pedregoso e com fragmentos de rocha granítica no interior.
7	23K 0321929 7558683 Alt.: 854	FES	Estágio médio a avançado de regeneração	Descontínuo. Cerca de 20 m.	*Croton floribundus Urera baccifera*	Média à alta (trechos mais degradados)	Baixa	Baixa	Baixa	Indícios da presença pretérita de gado no interior da área, onde o subosque é mais ralo. Solo argiloso.
8	23K 0305416 7562420	FES	Estágio inicial a médio de	Descontínuo. Cerca de 20 m.	-	Alta	Alta (borda)	Baixa	Baixa	Indícios da ocorrência de fogo recente no

Área	Coordenadas (UTM) e altitude aproximada (m)	Tipo de vegetação	Estágio Sucessional[1]	Altura do dossel (m)	Espécies predominantes ou com destaque	Presença de				Outras informações relevantes
						Lianas em desequilíbrio	Gramíneas invasoras	Epífitas	Invasoras no interior[2]	
	Alt.: 782		regeneração							interior do remanescente. Solo argiloso.
9	23K 0307601 7562440 Alt.: 771	Floresta Ribeirinha com diferentes níveis de influência fluvial e elementos do cerrado	Estágio médio a avançado de regeneração	Cerca de 15 m.	-	Baixa à média	Baixa à alta (área da borda com contato com o plantio de cana-de-açúcar)	Média	Baixa	Plantio de *Eucalyptus* em parte do entorno, com subosque ocupado por espécies nativas. Solo argiloso.

FES: Floresta Estacional Semidecidual.

[1] Estágio sucessional predominante, com base nas Resoluções CONAMA 01/94 para vegetação de Mata Atlântica e SMA nº. 55/95 para o Cerrado.

[2] Desconsiderando-se as gramíneas. Espécies são apresentadas na Tabela 57.

Figura 131 - Área 1: vista da borda, do interior do remanescente e imagem de satélite do fragmento florestal.

Figura 132 - Área 2: imagem de satélite, vista geral do fragmento florestal; borda do remanescente e visão da vegetação nativa às margens do rio Jaguari-Mirim.

Figura 133 - Área 3: imagem de satélite do fragmento florestal; borda com presença de gramíneas e lianas em desequilíbrio; trecho de floresta paludosa com abundância de palmito (*Euterpe edulis*) e detalhe demostrando a saturação hídrica do solo.

Figura 134 - Área 4: imagem de satélite da área de Cerrado *stricto sensu*; agrupamento de árvores regenerantes; estrato herbáceo dominado por capim-braquiária (*Urochloa decumbens*) e arbustos e árvores esparsos, à direita, trecho com solo saturado com água.

Figura 135 - Área 5: imagem de satélite do remanescente de FES; detalhes da borda do fragmento florestal, mostrando trechos com lianas em desequilíbrio e presença de gramíneas invasoras.

Figura 136 - Área 6: imagem de satélite da área; visão geral do remanescente; borda do fragmento florestal e à direita, o seu subosque em trecho de solo raso e pedregoso.

Figura 137 - Área 7: imagem de satélite; vista geral do remanescente florestal; detalhes da borda e do subosque do fragmento.

Figura 138 - Área 8: imagem de satélite; vista geral do remanescente florestal; borda do fragmento ocupada por braquiária (*Urochloa decumbens*).

Figura 139 - Área 9: imagem de satélite; vista geral do remanescente de floresta ciliar; imagens do interior e do subosque do remanescente.