



ÉCOLE DES MINES D'ALÈS

CNPQ/CESMAT/CESSEM

Promotion -2004-2005

**Projet d'exploitation des matériaux de
construction pour assurer les besoins de
l'expansion urbaine de la «Grande Belém»
Île de Mosqueiro, Pará, Brésil**

**Stagiaire: Manoel Imbiriba Junior
(Belém – Pará – Brésil)**

Alès / France

Juin-2005

**A ma famille
Pour un avenir meilleur**

Table de Matières

	Page
REMERCIEMENTS	
RESUME	1
CONTEXTE	2
CHAPITRE 1	2
1.1 – Généralités	3
1.1.2 – Localisation	3
1.1.2.1 – République Fédérale du Brésil	3
1.1.2.2 – L’Etat du Para	4
1.1.2.3 – La Ville de Belém (Région Métropolitaine de Belém)	7
1.1.2.4 – L’Île de Mosqueiro	10
1.1.3 – Géologie	12
1.1.4 – Usage et Occupation du Sol	17
CHAPITRE 2	18
2.1. – Législation Minière	18
2.1.1 – La Licence Environnementale	18
2.1.2 – L’Exploitation dans la Région Métropolitaine de Belém	21
2.1.3 – Evolution Urbaine	24
CHAPITRE 3	29
3.1 – Politique Urbaine et Ressources Minérales	29
3.1.2 – Politique Urbaine	29
3.2 – Les Ressources Minérales	31
3.2.1 – Substances Minérales Non Métalliques utilisées	31

dans l'industrie céramique	
3.2.2 - Substances minérales non métalliques utilisées dans la construction	33
3.2.2.1 – Sables et graviers utilisés dans la construction de RMB	33
CHAPITRE 4	47
4.1 – Constat des Besoins	47
4.1.1 – Accroissement de population et Besoins en matériaux	47
4.2 – Potentiel Exploitable dans L'île de Mosqueiro	50
4.3 – Définition d'une politique	52
4.3.1 – Projet de politique d'exploitation	52
4.3.2.1 – Propositions pour l'exploitation future	52
4.3.2.1 – Evolution de la législation	53
4.4 – Application de la politique	54
4.4.1 – Loi d'utilisation du sol	54
4.4.1.2 – Zonage des Activités de recherche et d'exploitation minérale	54
4.4.2 – Zonage proposé	57
4.4.2.1 – Urbanisation	57
4.4.2.2 – Espaces Protégés	57
4.4.3 – Plan d'exploitation des carrières	58
4.4.4 – Réutilisation des aires exploitées à Mosqueiro	59
5 – Annexes	62
Annexe 1. - Plan d'urbanisation et d'exploitation – Île de Mosqueiro	63
Annexe 2 – Gisement de sable – Île de Mosqueiro	64
Annexe 3 – Gisement d'argile – Île de Mosqueiro	65

Annexe 4 – Carte d’exploitation quinquennale de sable – Île de Mosqueiro	66
Annexe 5 – Carte d’exploitation quinquennale d’argile – Île de Mosqueiro	67
Annexe 6 – Carte d’exploitation quinquennale de sable et argile	68
5 – Conclusion	69
6 – Bibliographie	70

Liste des Illustrations

Figures

Figure 1.1 - L'Etat du Pará et son Basins Hydrographiques	6
Figure 1.2 – Plan de situation de Belém	8
Figure 1.3 – Carte de la Région Métropolitaine de Belém	9
Figure 1.4 – Photo aérienne d'Ile de Mosqueiro, au nord de Belém.	12
Figure 2.5– Procédures de la légalisation d'exploitation des matériaux de construction	23
Figure 3.6 – Sédiments Récents, formes par des argiles	34
Figure 3.7 - Utilisation d'argile pour l'artisanat céramique	35
Figure 3.8 - Horizon de Sol et l'Horizon Ferrugineux (faciès Concrétionner)	36
Figure 3.9 - Horizon de Sol et l'Horizon Ferrugineux	37
Figure 3.10 – Horizon de Sol (faciès Limono-sableux à Argilo-sablonneux)	38
Figure 3.11– Horizon de Sol. Praia do Paraíso - Ile de Mosqueiro	39
Figure 3.12 - Horizon Ferrugineux - Région du Aurá	40
Figure 3.13 – Horizon Ferrugineux utilisé comme couche de chaussées	41
Figure 3.14 – Dépôts de Déchets du Aurá	41
Figure 3.15 – Gisement de matériaux, interdit par la SECTAM. Région du Aurá	42
Figure 3.16 - Vue générale du gisement de remblai - l'Ile d'Outeiro.	42
Figure 3.17 – Matériaux utilisés en fondation	43
Figure 3.18 – Distribution granulométrique des sédiments.	44
Figure 3.19- Vue générale d'une "arène" en activité dans la l'île de Mosqueiro.	45
Figure 3.20 - Horizon du Sol, en gisement d'exploitation de sable arrêté.	45
Figure 3.21 – Gisement abandonné de remblai	46
Figura 3.22 – Vue générale du choix du lieu officiel pour mettre en dépôt les ordures urbaines	46
Figure 4.23 - Exemple d'utilisation où l'entreprise a laissé des ouvrages abandonnés.	60
Figure 4.24 - Projet d'utilisation d'aire exploitée	61

Tableau

Tableau 1.1 - Stratigraphie de la Région Métropolitaine de Belém.	16
Tableau 2.2 - Evolution et taux de croissance annuel de la population.	25
Tableau 2.3 - Distribution de la Population par Ville dans la Région Métropolitaine de Belém (RMB), Selon IBGE.	26
Tableau 2.4 - Unités Immobilier Cadastrées par le CTM	26
Tableau 2.5 - Estimation de la population de la Municipalité de Belém – 2000/2016	28
Tableau 3.6 -Association entre la géologie de la Région Métropolitaine de Belém et les Matériaux de Construction.	32
Tableau 4.7 – Augmentation de la Population par Année	47
Tableau 4.8 – Besoin en matériaux	48
Tableau 4.9 – Consommation des matériaux par année	49
Tableau 4.10 - Quantités des Ressources minérales	50
Tableau 4.11 – Exploitation quinquennale des matériaux et surface totale	51
Tableau 4.12 - Exploitation de sable pour zone et période	58

Liste des Abréviations

CONAMA – Conseil National d’Environnement.

DNPM – Département National de la Production Minier.

IBAMA – Institut Brésilien d’Environnement et des Ressources Naturelles Renouvelables.

IBGE – Institut Brésilienne de Géographie et Statistique.

PMB – Préfecture Municipale de Belém.

RMB – Région Métropolitaine de Belém.

SECTAM – Secrétariat de l’Etat de Science, Technologie et l’Environnement du Pará.

SEMMA – Secrétariat Municipale d’Environnement – Belém.

UFPA – Université Fédéral du Pará

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier à:

Le Conseil National de Développement Scientifique et Technologique du Brésil ainsi que la Préfecture Municipale de Belém et en particulier M. Edmilson Brito RODRIGUES, ancien maire de la ville de Belém, qui m'ont octroyé la Bourse me permettant de poursuivre mes études en France.

Le Centre des Etudes Supérieures de Matériel Primaires et l'Ecole des Mines d'Alès pour l'enseignement qu'ils m'ont prodigué et en particulier M. Gérard VERRAES responsable du CESSEM.

L'ensemble des professeurs.

Mes camarades de promotion du CESSEM.

M. Jean AVEROUS, mon tuteur.

Ainsi que toutes les personnes qui ont facilité mon séjour en France et contribué à ma formation.

Résumé

L'Île de Mosqueiro est une des communes de la Région Métropolitaine de Belém. Elle se situe au nord de l'agglomération. C'est la plus importante station balnéaire de la ville.

Par ailleurs c'est le réservoir de l'agglomération en ce qui concerne les matériaux de construction: sable, argile et matériaux ferrugineux qui sont utilisés pour la construction, l'entretien des routes et l'artisanat.

Contrairement aux idées reçues ces gisements ne sont pas inépuisables. Actuellement seule la partie supérieure du gisement est exploitée de manière partielle (7.5% des réserves exploitables).

De plus aucun plan directeur n'est appliqué de manière correcte, ce qui conduit à une situation anarchique (80% des carrières sont clandestines).

Le présent mémoire propose une méthode rationnelle d'exploitation des réserves dans le respect des procédures gouvernementales concernant l'environnement, l'urbanisation et l'optimisation de l'exploitation des matériaux.

Cette étude nous montre que les réserves potentielles rationnellement exploitées couvrent les besoins de l'agglomération pour 30 ans environ.

Pour arriver à ce résultat nous avons pris comme hypothèse un accroissement de la population de 0.5% par an et une augmentation des besoins en matériaux de 2.5% par an.

Contexte

L'Amazonie est de plus en plus urbaine. En fait, environ 68% des 21 millions d'habitants de l'Amazonie Légale habitaient dans des villes (IBGE – Institut Brésilien de Géographie et Statistique, 2000). Donc, c'est indispensable d'élargir nos concepts et actions pour l'amélioration de la qualité de vie dans les secteurs urbains. La Grande Belém est le plus grand centre urbain de l'Amazonie avec environ 1.8 million d'habitants: c'est le lieu stratégique pour l'implantation de projets encadrés de développement urbain qui ne nuisent pas à l'environnement.

La ville de Belém a vécu son apogée économique et culturelle pendant la période connue comme Cycle du Caoutchouc, entre la seconde moitié du XIX^{ème} siècle et la première décennie du XX^{ème} siècle, quand l'économie de la région a été durement atteinte par la production asiatique de caoutchouc. Cette époque là a apporté à ville d'innombrables investissements urbanistiques encore présents dans les avenues, places et immeubles historiques. C'est la Belém de la «belle époque», période où la ville possédait les meilleures infrastructures et la meilleure qualité de vie du continent.

À partir de l'augmentation de la production asiatique, l'économie est en crise et la qualité de vie dans la région diminue. Ce qui est accentué par les échecs de la politique de développement implantée dans la région. Dans les années suivantes, la détérioration des services publics et la baisse du revenu ont été aggravées par la migration en masse de populations venue de l'intérieur de l'État et, principalement, du nord-est Brésilien.

Apparaissent les «baixadas» (zone basse), occupations irrégulières des terrains inondés et, plus récemment, des invasions urbaines, obligeant d'énormes couches de la population à vivre dans de précaires conditions d'assainissement et d'habitation. Il en résulte que la ville a de sérieux problèmes sociaux et environnementaux, ce qui est une menace croissante pour son patrimoine historique, culturel et naturel.

La Grande Belém est relativement pauvre (son revenu annuel par habitant est de seulement R\$ 2.900.00, c'est à dire 828,5 euros) et possède un IDH (l'Indice de Développement Humain) relativement faible (0.806), ce qui équivaut à la 444^{ème} position parmi les 5.555 municipalités que compte le pays. Elle a des problèmes communs à toutes les métropoles brésiliennes, tels que: un assainissement précaire, un transport public inefficace, une violence croissante, une réduction des zones vertes et un irrespect du patrimoine historique.

Aujourd'hui, le gouvernement fédéral met la priorité sur la construction de logements décents et la mise en place d'infrastructures nécessaires pour améliorer la qualité de vie.

Ce mémoire est une proposition d'aménagement des sols d'Ile de Mosqueiro pour répondre aux besoins en matériaux servant à la construction dans la région Métropolitaine de Belém.

CHAPITRE 1

1.1 - Généralités

1.1.2 - Localisation

1.1.2.1 – République Fédérale du Brésil

Le Brésil est le plus grand pays d'Amérique du Sud et le 5^e au monde par la superficie; 8.511.996 km²; 170 millions d'habitants; Capitale: Brasilia. Nature de l'Etat: République Fédérale de type présidentiel. Il comprend 27 états et 1 District Fédéral. Langue officielle: Portugais. Monnaie: Réal. Population: environ 60% de Blancs, 28% de métis, 10% de Noirs, 2% d'Amérindiens. Religion: Catholique (93%).

Géographie:

Au nord, la vaste cuvette équatoriale de l'Amazonie, humide, est couverte de forêt dense. Ensuite, les plateaux du Mato Grosso sont couverts de savane. Le reste du pays est constitué de plateaux qui s'inclinent à l'Ouest; des hauteurs dominant une étroite plaine atlantique. Le climat tropical d'alizés de façade atlantique se tempère au S. alors que le N-E intérieur, le Sertão, a une végétation aride. La population, aux trois quarts citadine et dont la croissance annuelle atteint 2%, se concentre sur la façade atlantique et surtout dans le Sud-Est.

Economie

Le Brésil est la première puissance économique du tiers monde. L'agriculture oppose un secteur moderne et exportateur (café, cacao, canne sucre, soja, maïs, sorgho, agrumes, grands élevages bovins) à une agriculture vivrière pauvre; 65% des exploitants ont 3% des terres. Les ressources naturelles sont abondantes: bois, hydroélectricité (le barrage d'Itaipu sur le Parana), pétrole de Salvador et de Rio de Janeiro), mines du Minas Gerais et du bassin amazonien (Para).

Premier exportateur mondial de fer, premier producteur d'étain, le Brésil extrait bauxite, or, manganèse, tungstène, pierres précieuses. L'industrie est puissante et diversifiée. Les contrastes sont criants entre classes sociales, entre villes et campagnes, entre régions misérables (Nordeste) et riches (Sud Este). La colonisation du Mato Grosso et de l'Amazonie, depuis 1970, n'a pas apporté la prospérité et mutile l'environnement. L'excédent commercial est important mais la dette externe est la plus élevée du tiers monde. En mars 1990, un plan d'austérité draconien a été adopté.

Histoire

Les origines: Le Portugais Pedro Alvares Cabral aborda la côte du Brésil en 1500. La colonisation de la bordure atlantique débuta au XVII^e siècle, quand on importa des esclaves noirs pour cultiver la canne à sucre de Bahia à Recife, et que l'on exploita les mines d'or et de diamants du Minas Gerais (1696). Divisé en capitaineries dès 1548, le Brésil devint une vice-royauté (1720) qui, en 1808, accueillit la famille royale du Portugal, chassée par Napoléon. Il se constitua en empire constitutionnel indépendant en 1822, avec Pierre 1^{er}, fils du roi Jean VI reparti au Portugal. Pierre II (1831-1889) développa le Brésil: culture du café (1860), boom du caoutchouc, ouverture du pays aux immigrants européens.

La République: Un coup d'Etat militaire instaura la République en 1889. De 1930 à 1945 et de 1951 à 1954, le président Getulio Vargas amorça l'essor industriel du pays. Juscelino Kubitschek (1956-1960) créa Brasilia. La prise du pouvoir par les militaires en 1964 ouvrit une période de progrès économique (grâce à l'aide américaine), mais accentua les inégalités sociales. Le général Figueiredo (1979-1985) rendit le pouvoir aux civils. José Sarney (1985-1989) affronta l'inflation. Elu en 1989, Fernando Collor de Mello fut destitué pour corruption en 1994, Fernando Henrique Cardoso (centre droit) fut élu président. En 1995, le Mercosul a été inauguré. Les élections présidentielles d'octobre 2002 ont vu le triomphe du candidat de gauche Luis Inacio da Silva, dit Lula, chef du Parti des travailleurs.

1.1.2.2 - L'Etat du Pará

L'État du Pará, avec 1.248.042 km² de surface, représente 16,66% du territoire brésilien et 26% de l'Amazonie. Coupé par la ligne de l'Équateur à son extrémité nord, il est divisé en 143 villes, où vivent environ six millions de personnes.

Le Pará compte déjà une infrastructure capable de soutenir l'implantation de projets productifs pour faire avancer le développement de l'État. L'économie, basée sur l'agriculture traditionnelle, a souffert le premier grand changement dans la décennie de 70, avec la politique d'incitations fiscales définie par le Gouvernement Fédéral pour stimuler le développement de l'Amazonie, dont le résultat a été l'implantation de plusieurs projets industriels, agricoles et d'élevage.

Production : Un autre grand changement dans le profil de l'économie paraense a commencé à se dessiner dans les milieux de la décennie de 90, plus précisément en 1995, quand le Gouvernement du Pará, en plus d'adopter des mécanismes d'incitation à l'implantation de nouveaux projets productifs, a commencé à travailler le changement de la base productive de l'État, à partir de ses secteurs professionnels, afin de garantir un développement économique et social permanent. La nouvelle base productive du Pará s'appuie sur trois grands secteurs : l'industrie agro-alimentaire, la valorisation de la production minérale et tourisme.

La valorisation de la production minérale prévoit la meilleure exploitation économique des innombrables et précieux gîtes minéraux de l'État, qui est considéré comme la plus grande province minérale du Brésil. La valorisation réduit l'exportation

du minerai, à l'état pratiquement brut, incorporant de nouvelles étapes au processus productif, en solidifiant, élargissant et en diversifiant le parc industriel paraense, en augmentant la génération d'emploi et le revenu et en ajoutant de la valeur aux produits d'exportation du Pará. Dans ce domaine les possibilités pour les investisseurs qui comptent sur la diversité de la production minérale de l'État - du fer aux roches précieuses, en passant par le manganèse, la cuivre, la bauxite – sont variées. Il y a déjà des industries qui produisent, par exemple, de l'alumine et de l'aluminium

L'objectif dans le secteur agro-alimentaire est de fortifier le développement agricole, à travers un consortium entre agriculture et industrie. À côté des cultures déjà existantes, qui s'accroissent d'année en année, apparaissent des industries d'huile de palme, jus et pulpes de fruits et de fibre de noix de coco. L'introduction de la culture du soja a présenté des résultats excellents, indices de productivité au-dessus de la moyenne vérifiés dans le pays, ce qui indique de bonnes perspectives pour l'activité. Les cultures de cacao et de café présentent aussi de bonnes perspectives. Outre les aspects économiques, le développement de l'agro-alimentaire utilise basiquement des secteurs déjà dégradés, les transformant en unités productives et en évitant la destruction de nouveaux secteurs.

Tourisme - l'État du Pará offre d'innombrables et fort attrayantes activités (49% naturel de toute l'Amazonie, selon OEA - Organisation des États Américains) de l'attrait pour le tourisme, activité qui grandit, principalement, après les investissements dans les infrastructures réalisés par le Gouvernement de l'État. La politique de développement du tourisme, qui garantit le retour des investissements, du développement en partenariat économique et la minimisation du niveau d'agression environnementale, a divisé l'État en six pôles

- Belém et Côte Atlantique : tourné vers le tourisme, vers le commerce, le loisir et la culture, avec des centres de séminaires, des musées, des théâtres, des forêts et de belles plages. Certaines des plages du fleuve ont même des vagues, ce que est rare dans le monde.

- Tapajós : où se trouvent les fleuves Amazone et Tapajós, outre l'exubérant paysage de plages fluviales, de cascades, de forêts et de formations rocheuses, offre la possibilité d'accompagner d'importantes manifestations culturelles du peuple paraense.

- Araguaia-Tocantins : tourné vers le tourisme écologique et l'aventure, concentre les tournois de pêche sportive en Été, de même sur le lac de la centrale hydro-électrique de Tucuruí et offre de belles plages fluviales, qui apparaissent seulement pendant les mois d'été.

- Marajó : tourné vers le tourisme écologique. Dans l'île, localisée dans l'embouchure de l'Amazone, les attractions sont innombrables, de l'art culinaire à la «pororoca», des plages aux paysages des mangroves, les manifestations culturelles à la richesse de la flore et de la faune

Xingu : représenté dans le Plan de Développement Touristique, de la Société Paraense de Turismo (Paratur), par Altamira. Connue comme la plus grande ville du

monde, en termes d'extension, l'Altamira est l'une de ces villes inoubliables : belles plages, une riche histoire culturelle, préservée par les descendants d'Indiens et de Portugais et qui fait partie d'une des régions les plus belles et plus préservées du Nord du Brésil. Avec deux mille kilomètres d'extension, le fleuve Xingu est l'un des principaux couloirs de pêche sportive dans le Pará (sport qui grandit chaque année dans tout le pays) et abrite une source paradisiaque de beaux poissons. Les cascades, les chutes et les plages d'eau douce sont abondantes et attirent toutes les fins de semaine, un grand nombre d'habitants. Figure 1.1



Figure1.1 L'Etat du Pará et son Basins Hydrographiques

1.1.2.3 - La ville de Belém (Région Métropolitaine de Belém)

La municipalité de Belém localisée dans l'État du Para, Région Nord, à 01°27'20"S et 48°30'15"WGr, est limitée au Nord par la Baie du Marajo, à l'est par les municipalités d'Ananindeua, de Santo Antonio do Taua, de Santa Barbara et de Marituba, au Sud par la municipalité d' Acara et à l'Ouest par les baies du Guajara et Marajo.

Elle intègre, conjointement avec les municipalités d'Ananindeua, de Benevides, de Marituba et Saina Barbara, la Région Métropolitaine de Belém - RMB, qui occupe aujourd'hui 59.59% de sa superficie (Figures 1.2 et 1.3).

Elle possède une superficie terrestre de 505.83 km², 33.36% de ce total (173,78 Km²) se rapportant à la partie continentale et 65.64% (332.057 Km²) correspondant à la partie insulaire, qui se compose de 39 îles. L'on remarque que la participation de l'aire urbaine dans l'ensemble du territoire municipal, atteint 48.38% (244.74Km²) du territoire terrestre total belenense.

Belém appartient à la catégorie climatique équatoriale humide, dont les caractéristiques sont de hautes températures, des vents de peu de vitesse intercalés d'accalmies fréquentes, une humidité relative de l'air élevée et des précipitations annuelles abondantes. La température moyenne annuelle est de 26°, avec un maximum de 34° et minimum de 18°; l'humidité moyenne de l'air est de 85% et la précipitation moyenne de 2800mm/année, Les pluies sont plus fréquentes de novembre à avril..

Le relief municipal est plat à légèrement ondulé. La topographie, peu variée est faible dans diverses aires de la ville. L'altitude maxima, de 25 mètres, se trouve dans l'île de Mosqueiro et une partie significative de la portion continentale se trouve dans des aires de niveau inférieur ou égal à 4, inondées de manière permanente, ou dans des zones sujettes à des inondations périodiques. Ces zones sont traditionnellement appelées « baixadas ».

Coupé par des rivières, canaux, trous, ruisseaux, et lacs, le territoire de Belém présente un réseau de drainage du type dendritiques, jetant, au Nord, dans les baies du Marajo et du Soleil, à l'Ouest dans la baie du Guajara et, au Sud, dans la rivière Guama.

Parmi les principaux accidents hydrographiques existant dans la partie continentale se détachent par leur importance, comme éléments qui configurent de l'espace urbain les bassins Una, de Tucunduba, Estrada Nova, de Murutucu, de Paracuri, Mata Fome, Maracacuera, Tenoné, Tapanã, Redoute, Tamandaré, Aura, Val-de-Cães et Pratiqara.



Figure 1.2 – Plan de situation de Belém

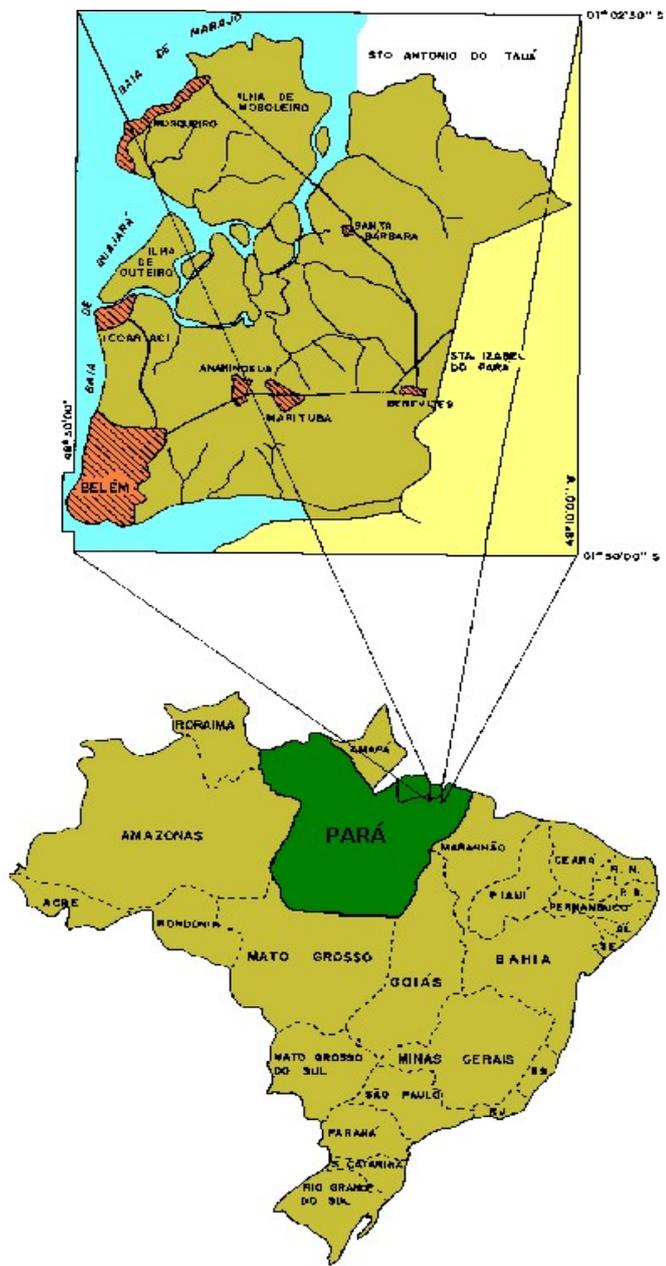


Figure 1.3 – Carte de la Région Métropolitaine de Belém

Une histoire qui a commencé en 1616

La ville de Belém a été établie le 12 janvier 1616 par « Capitão-mor » Francisco Caldeira Castelo Branco, chargé par la couronne portugaise de conquérir, occuper, explorer et protéger l'embouchure du fleuve Amazone contre les corsaires hollandais et les Anglais. En 1751 elle est devenue la capitale de l'État du Maranhão et du Grão-Pará, qui incluait toute l'extrémité nord du Brésil. Elle était appelée « Santa Maria do Grão Pará ».

Dans une péninsule habitée par les Indiens Tupinambás, stratégiquement placée sur la rive droite de l'embouchure du fleuve Guamá, où ce fleuve se jette dans la baie du Guajará, a été érigé le Fort do Castelo, repère initial de la ville. Le Fort, et ensuite le collège et l'église des Jésuites ont formé le noyau original de la ville qui, ultérieurement, sera appelée de Santa Maria de Belém de Grão-Pará. Aujourd'hui, tout ce secteur fait partie du guide touristique obligatoire de Belém et intègre le Complexe du Ver-o-Peso. Un des repères de la ville est le Marché du Ver-o-Peso, où des centaines de bateaux accostent.

Selon des données de Recensement-2000, la population de la ville de Belém s'élève approximativement à 1.279.861 habitants, y compris la population insulaire, de 54.052 habitants.

Connue comme la Ville des « las Mangueiras », par le grand nombre d'arbres existants qui forment des tunnels verts dans leurs avenues principales, Belém a les températures le plus chaudes de juillet à novembre, avec un minimum de 20° et un maximum de 38 degrés. La période la plus pluvieuse va de décembre à mai. Appelée aussi « Ville Brune », Belém possède deux tiers de son territoire formé par 55 îles, c'est la plus grande ville sur la ligne de l'Équateur et la principale porte de la région, considérée, aussi, comme la « Métropole de l'Amazonie ».

1.1.2.4 - L'île de Mosqueiro

Où tout a commencé.

Quand ils sont arrivés dans l'île, les portugais ont trouvé les Indiens Tupinambás, qui avaient fui le nord-est du Para après les innombrables invasions étrangères. Ils étaient très évolués pour l'époque, les Tupinambás savaient parler la langue générale, le Nheengatu, dû au contact maintenu avec d'autres étrangers.

La découverte de Mosqueiro comme station balnéaire s'est faite à la fin du XIXème siècle quand beaucoup d'étrangers qui s'étaient installés pendant la période dorée du caoutchouc avaient l'habitude de passer les fins de semaine dans l'île.

Les Anglais, du Pará Eléctric Railways Company, ont été à l'origine de l'installation d'énergie électrique et des moyens de transport interne. Déjà les Allemands, Français et Américains étaient pour la plupart, employés de sociétés étrangères comme à Port of Pará et Amazon River

Rapidement les « seringueiros » et « les balateiros » de la région du Marajó et de société belenense elle-même ont suivi les traces des Européens et des Américains, et ont commencé à construire au bord du fleuve des logements et des pontons pour faciliter l'embarquement et le débarquement de la population.

Mosqueiro doit son nom au mot "moqueio", une méthode de conservation d'origine indigène, qui pendant beaucoup d'années a garanti le transport du gibier et du poisson jusqu'à Belém.

Les indigènes avaient l'habitude de conserver les animaux tués en les fumant, sur un « moquém », une espèce de grille ou un « jirau » de poteaux espacés, confectionnés pour cette opération. Sous la chaleur du feu qui montait et atteignait le produit, ce processus arrivait à griller le poisson. En réalité, le poisson « moqueado » fumé était conservé par le carbone rejeté pendant la combustion du bois.

En recevant d'intelligentes leçons des Indiens, les premiers colons ont élu l'île comme entrepôt de leurs activités de pêche. Les bateaux livraient le produit dans les villages qui se développaient autour du Fort de l'Étable

La distance entre Mosqueiro et le centre de commercialisation du produit frais était très grande, principalement pour des bateaux qui dépendaient du vent et de la marée. Alors Mosqueiro est devenue le point intermédiaire idéal pour la « moqueação » des poissons. Le produit arrivait à Belém, arrêté par bateaux, où il était très apprécié. Dans la préparation de la « moqueio », l'Indien faisait des coupes bien fines dans le poisson, pour mieux absorber le carbone. Ressemblant à des bandes, ces coupes étaient appelées par les Portugais "musqueia". Ainsi, les mots "moqueio" et la "musqueia", ont donné l'origine de l'actuel nom de l'île.

Localisation

Le continent est limité au nord par le Rio Pará (baie de Marajó), à l'ouest avec l'île de Marajo, à nord par la Baia do Sol et au sud par la Baie de Santo Antonio, avec 177.Km². Figure 1.4.

Relief

Le périmètre géographique de l'île ressemble à un rein et paraît avoir été détaché d'un corps. Ses terrains bucoliques, sa nature prodigue et la fertilité de son sol font de Mosqueiro un estuaire grandiose.

Végétation

Sur son territoire nous trouvons une végétation de forêt dense, secondaire et de plaine cultivée. Le point le plus haut est de 25 m.

Climat

La température maxima est de 28°C, la moyenne est de 26°C et le minimum est de 24°C. La période de plus grande incidence de pluie arrive de décembre à avril. La période de plus grand ensoleillement est de juin à novembre.

Population

Des treize îles qui composent le district, Mosqueiro est la plus grande, avec une population de 40.000 habitants environ.

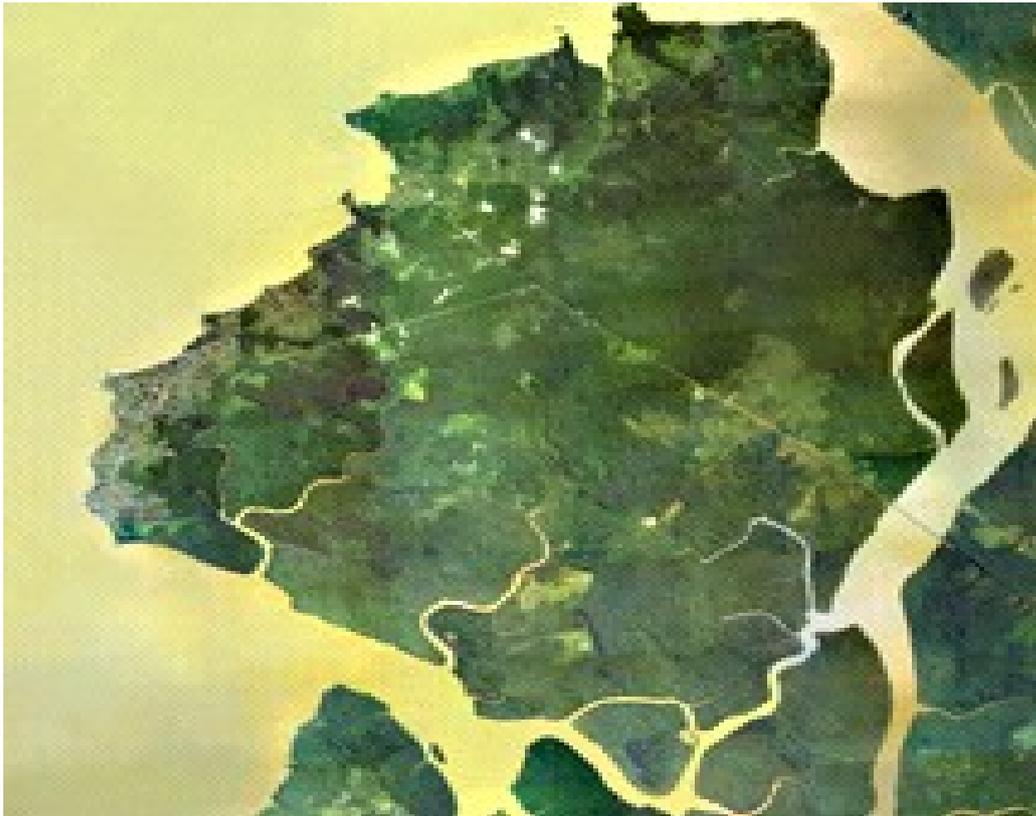


Figure 1.4 – Photo aérienne d’Ile de Mosqueiro, au nord de Belém.

1.1.3 - Géologie

La Ville de Belém a son contexte géologique représenté principalement par des unités de cénozoïques, étudiées dans des affleurements naturels et à travers des profils lytho-stratigraphiques de puits tubulaires foragés dans la région.

Font partie de ce contexte, la Formation Pirabas, d'âge Oligo-Miocène, située à Belém à partir d'une profondeur moyenne de 100 mètres ; Groupe Barreiras, d'âge Miocène-Pliocène, qui apparaît principalement sous forme de falaises dans les îles de Caratatea et de Mosqueiro; les Sédiments Pós-Barreiras et les Sédiments du Holocène (Tableau 1.1)

Formation Pirabas

La Formation Pirabas est constituée majoritairement par des roches carbonatiques, d'âge Oligo-Miocène. S'agit d'une unité lytho-stratigraphique avec un riche contenu fossilifère, qui a été étudiée par divers chercheurs, comme Maury (1925), Petri (1957), Ackermann (1969); Almaraz et Formoso (1971), Ferreira (1982), Fernandes (1984), entre plusieurs autres. Cette unité affleure, principalement, dans le littoral de l'état du Pará, en particulier dans l'île de Fortaleza, dans la ville de Pirabas, à Salinópolis, à Capanema, entre autres localités. A Belém on la trouve approximativement à 100 mètres de profondeur, observée par forage de puits profonds.

Cette Formation a été divisée initialement par Petri (1957) apud Farias et al. 1992, qui a établi trois facies : Castelo, Canecos et Baunilha Grande. Néanmoins, actuellement, la division la plus acceptée et citée dans la littérature est celle proposée par Ferreira (1982), qui a divisé la Formation Pirabas en trois facies : Castelo, Capanema et Baunilha Grande.

Le facies Castelo est caractérisé par la présence de calcaires durs diversifiés, très courants sous forme de coquilles, de bio-ermites, de micrites et de dolmicrites. Déposé clairement dans un environnement de mer ouverte, avec des eaux agitées et chaudes (Ferreira 1982). Selon ce même auteur, ce biozone ne se trouve que dans des affleurements naturels de l'actuel littoral de Salinópolis, de la baie de Pirabas et au-dessus des sédiments crétaciques du bassin de Barreirinhas, dans le Maranhão.

Le facies Capanema est composé par des calcaires argileux (marnes), des micrites et des bioclastites, des feuilletés rythmiques et des arénites calcifères (beach rocks). Sa paléocéologie est caractérisée par des environnements lacustres et de bord de bassin ou d'estuaire, eaux calmes et salinité un peu au-dessous de la normale Est superposé sans continuité, aux facies Castelo (Ferreira 1982). On le trouve principalement à Capanema, ville du Pará (à laquelle il doit sa dénomination), dans des gisements de la société Ciment du Brésil S/A (CIBRASA).

Le facies Baunilha Grande comprend des argiles noires avec des végétaux avec pyrite et des nodules de calcaires foncés contenant à l'intérieur des crustacés produits dans un environnement réducteur typique des marais. Ce faciès est intermédiaire, c'est-à-dire, qu'il est positionné stratigraphiquement de forme discontinue entre le faciès Castelo et le faciès Capanema (Ferreira 1982). Selon ce dernier auteur, l'âge de la Formation Pirabas est attribué à la transition Oligo-Miocène, par l'évidence d'excellents indices fossiles.

Groupe Barreiras

Le terme "Barreiras" a été utilisé pour désigner les roches sédimentaire qui varient depuis des argilites à des conglomérats peu ou mal sélectionnés, qui se trouvent sur la côte brésilienne, depuis l'état de Rio de Janeiro jusqu'à l'état du Pará.

Comme première tentative de définir ces sédiments de manière lithologique dans la région Bragantina, nord-est du Pará, Góes et Truckenbrodt (1980) ont distingué trois facies lithologiques : argilo-sableux, sableux et conglomératique, qui sont :

- le facies argilo-sableux: avec une lithologie hétérogène, représentée par des couches argileuses, argilo-sableuses, sablo-argileuses et, de manière restreinte des couches de sable pur. Il présente des colorations variées, le moucheté étant courant.

Il présente un pourcentage élevé de fins, une mauvaise sélection, une angulosité des grains de quartz de la fraction sable et, relativement, une plus grande compactation.

- le faciès sableux : caractérisé par une grande homogénéité lithologique et des pourcentages d'argile inférieurs à ceux des faciès précédents. Il est constitué d'arénites jaunâtres, de granulation moyenne, mal sélectionnés, avec des granules et des cailloux subanguleux disséminés. L'on trouve des lentilles de microconglomérats dans leurs parties les plus basses et moyennes. Elles sont peu épaisses et constituées par des cailloux quartzeux, modérément sélectionnés, allongés et aplatis.

- le faciès conglomératiques : se trouve dans le nord-est du Pará, en discordance avec la roche mère, et est constitué par des conglomérats polyformes, avec matrice de sable épais, des cailloux mal sélectionnés et peu charriés, sans structures sédimentaire visibles.

Góes et Truckenbrodt (1980) suggèrent encore des évidences de relations de contact concordantes entre les unités Pirabas et Barreiras, considérant une affinité lithologique des argiles cendré verdâtres de la base des faciès argilo-sableux, avec les sédiments fins au-dessus de la Formation Pirabas. Ces mêmes auteurs admettent un âge, au moins en partie, miocène pour les sédiments Barreiras.

Des études réalisées par Arai et al. (1988) confirment la proposition défendue par Góes et Truckenbrodt (1980) en ce qui concerne le caractère concordant entre la Formation Pirabas et Grupo Barreiras. En développant des études des pollens dans des échantillons du faciès argile laminée grisâtres, placés tant dans la portion basique du Groupe Barreiras, qu'intercalée aux calcaires de la Formation Pirabas, ils ont certifié la présence du spore «*Crassoretitritetes vanraadshooveni*», considéré comme le meilleur fossile guide de l'association avec les pollens, présent jusqu'à aujourd'hui, dans des couches exclusivement miocènes.

Dans les considérations paleoenvironnementales sur les sédiments Barreiras, Arai et al. (1988) ont considéré la possibilité d'influence marine dans la portion la plus éloignée et l'influence d'eaux continentales, en raison de la présence de restes d'algues d'eau douce, confirmant le modèle proposé par Rossetti (1988), qui a considéré un modèle de dépôt dans des éventails alluviaux - plaine de sable - plaine de boue, ayant une probable influence des marées dans la portion la plus distante du système.

Dans des études réalisées sur les sédiments Barreiras et Pós-Barreiras au nord-est du Pará, Rossetti et al. (1989) ont décrit treize lytho-facies, les regroupant en quatre associations, en fonction des relations de contact vertical et latéral. Après des études plus détaillées dans le Pará et le Maranhão, Rossetti et al. (1990) défendent la performance significative de processus marins dans la portion la plus éloignée du système dépositionnel Barreiras, considérant des dépôts cycliques dans la plaine de la marée.

Les Sédiments Pós-Barreiras

Ils consistent en sédiments sablo-argileux, non consolidés, facilement désagrégés, composés surtout de grains de quartz, avec des lits peu épais de cailloux et de blocs roulés ou peu charriés d'arénites ferrugineuses (Farias et al. 1992)

Rossetti et al. (1989) ont décrit les sédiments Pós-Barreiras comme un faciès sablo-argileux, compact, séparé par des sédiments Barreiras par une surface érosive, accompagné ou non de niveaux détritiques. Les auteurs ont constaté que les caractéristiques de déposition des sédiments Pós-Barreiras suggèrent une action de mouvements gravitationnels, en plus de la contribution de processus de disparition des dunes éoliennes.

Dans la Région Métropolitaine de Belém et dans l'île de Caratateua ces sédiments ont été cartographiés par Farias et al. (1992), qui ont caractérisé deux faciès sédimentaires. A de faciès de grès constitué de blocs ferrugineux, de dimensions variées, entourés par une matrice sablo-argileuse. Le faciès arénites diverses qui comprennent des arénites jauné crème, sans cohésion, et apparemment dépourvues de structures sédimentaire ; arénites de couleur jaune à orange, de granulométrie majoritairement fine, bien sélectionnées et sans structuration et sables, majoritairement blancs, avec des portions de couleur jaune-orange, de granulométrie fine, modérée à bien sélectionnée. Dans ces faciès, ils ont encore décrit des structures de bioperturbation et des traits, qu'ils ont caractérisé comme structures de disparition de dunes.

Les sédiments Holocènes

Les sédiments holocènes sont représentés par les sédiments alluvionnaires, placés dans les vallées des fleuves et ruisseaux qui drainent l'aire. Ils sont constitués de sables, siltes et d'argiles. Les sables sont fins à moyens, de coloration marron, avec siltes et argiles intercalées. Les argiles sont généralement gris-noir à gris-clair, présentant des restes de végétaux (brindilles et feuilles), couramment bio-perturbées, ce qui les rend sans structures. De tels sédiments sont observés dans la période de marée basse, sur les bords des canaux des estuaires, des bras de rivières, des "trous", ruisseaux et des "plages" qui drainent la zone (Farias et al. 1992).

ERE	PERÍO-DE	ÉPOQUE	UNITE	PROFON-DEUR	DESCRIPTION RESUME
C E N O Z Ó I Q U E	Q U A T E R N A I R E	Holocène	Sédiments Récents	Pt= 0m E= 0 a 70m	Dépôts d'argiles, argiles limoneuses e argiles sableuses organiques ou pas, liées aux principaux cours d'eau. Ces matériaux présentent une épaisseur généralement entre de 2 a 70m. Ca dépend de cours d'eau lié au dépôt. Les matériaux fins ont une teneur de humidité et d'indices de vide élevés.
		Pleistocène	Sédiments Pós-Barreiras / Barreiras	Pt= 0 a 70 m E = 80 a 135m	- Horizon de "Sol" - Horizon Ferrugineux - Horizon Argileux
	T E R C I A I R E	Miocène	Barreiras		- Intercalations sédiments siliciclastiques représentés par des argilites, arénites ferrugineuses avec stratifications.
		Miocène / Oligocène	Form. Pirabas	Pt=80 a 135m E > 370m	Calcaires stratifiés ou pas, marnes et feuilletés.

Tableau 1.1 - Stratigraphie de la Région Métropolitaine de Belém. Pt= puissance de la couche de sédiments, E=épaisseur de la couche sédimentar.

1.1.4 - Usage et Occupation du sol.

Il existe cinq types principaux dans les aires agricoles :

- 1) Exploitation végétale : aires recouvertes par une végétation primitive, caractérisée comme facteur de production de bois pour l'industrie, extraction de racines médicinales et fruits;
- 2) Exploitation végétale : aires de "capoeira" (végétation secondaire) pour exploitation du bois;
- 3) Aire de "capoeira" où se pratique l'agriculture de subsistance;
- 4) Aire avec des fermes permanentes ;
- 5) Aires occupées par des pâturages ou par un sol non cultivé

Structure Agraire : aires agricoles

- possession de terre inégale, où 96% des établissements sont de 50 ha et occupent une aire équivalente à 15,2% de l'aire totale.
- seulement 4% des établissements ont une aire supérieure à 50 ha et retient autour de 85% de l'aire totale. Comme exemple il y a Benevides, avec des établissements avec plus de 5.000 ha et Belém, probablement la région insulaire, dans la bande de 2.000 à 6.000 ha.

Forêt Ombrofila Dense de Terres Basses :

- la portion insulaire, appartenant presque que totalement à la municipalité de Belém, reste préservée 103,45 km² de forêts naturelles, ce qui correspond à 11.84% de l'aire totale originalement recouverte par des forêts de terre ferme. De celui-là 14 km² sont dans Ananindeua et 89,45 km² dans la municipalité de Belém, et la presque totalité dans l'Île de Mosqueiro.
- les aires de «capoeira» ajoutent 189,23 km², et correspondants à 22.22% de leur aire totale recouverte par la Forêt Ombrofila Ouvert des Terres Basses, avec 78.93% dans la portion continentale et le reste dans la portion insulaire.

En substitution à la forêt primitive la végétation secondaire, se définit par l'introduction des pâturages et des fermes permanentes, parmi lesquels se détachent les plantations de «dendê» de DENPASA, à Santa Barbara do Para, de noix de coco, appartenant à TABA dans l'Île de Mosqueiro, et de seringueira (hévea), de plusieurs propriétaires en production il y a plusieurs années aussi dans Mosqueiro.

CHAPITRE 2

2.1 -Législation Minière

2. 1 1 - La Licence Environnementale

La Licence Environnementale prévue dans la Loi de L'Etat du Para N° 5.887 du 09 mai 1995, et dans la Loi Fédérale N° 6.931/91 est un important instrument de participation sociale pour la protection et l'amélioration de l'environnement.

Les activités ou les entreprises qui sont considérées comme pouvant, effectivement ou potentiellement, polluer ou dégrader l'environnement ne peuvent fonctionner sans la licence; dans le cas contraire leur activité ne sera pas autorisée par les autorités gouvernementales.

On définit les activités ou entreprises susceptibles de pollution ou de dégradation, selon la législation environnementale, celles qui peuvent:

- Nuire à la santé, la sécurité ou le bien-être de la population;
- créer des difficultés ou faire du tort aux activités sociales et économiques;
- affecter défavorablement l'ensemble des êtres, animaux ou végétaux d'une région;
- affecter les conditions esthétiques ou sanitaires de l'environnement;
- rejeter des matières dans l'environnement ce qui n'est pas conforme aux normes établies.

Le Secrétariat d'Etat de la Science, de la Technologie et de l'Environnement – SECTAM, responsable pour la coordination et l'exécution des actions du gouvernement de l'Etat destinées à la protection de l'environnement, est l'organisme compétent au Para pour délivrer la Licence Environnementale.

Types d'activités qui doivent avoir une licence:

Toute activité ou entreprise qui utilise ou exploite les ressources naturelles et est considérée comme pouvant, effectivement ou potentiellement, polluer ou dégrader l'environnement doit demander une licence préalable de l'organisme environnemental de l'Etat.

Elles comprennent les activités industrielles, minières, agricoles, forestières et l'ingénierie civile.

Les Exploitation Minières:

- Gisements de substances métallifères
- Gisements de substances minérales employées dans la Construction Civile.
- Gisements de minerais utilisés comme engrais.
- Gisements de combustibles fossiles solides.
- Gisements de roches bitumineuses et pyrobitumineuses.
- Gisements de pierres précieuses et ornementales.
- Gisements de minerais industriels non compris dans les classes précédentes.
- Gisements d'eaux minérales.

Les étapes de la Licence Environnementale:

Première Etape: le cadastre

Le cadastre est le registre où sont consignées toutes les informations techniques de l'entreprise et la nature de ses activités, auprès de l'organisme environnemental de l'état conformément à ce qui est prévu dans la Loi N° 5.887/95, Article 112.

Est soumise à ce registre toute personne, physique ou juridique, prestataire de service ou responsable d'activités pouvant, potentiellement ou effectivement, polluer l'environnement, telles que l'extraction, la production, le transport et la commercialisation de produits considérés dangereux pour l'environnement, ainsi que de produits et sous produits de la faune et de la flore.

Deuxième Etape: Analyse de projets.

La SECTAM examine les documents présentés, consulte la législation et les données disponibles sur la localisation et la taille de l'entreprise et visite le lieu proposé pour son installation.

Pendant la visite, la SECTAM peut décider de:

1 – la nécessité de présenter une Etude Préalable d'Impact Environnemental et un Rapport d'Impact Environnemental – EPIE/RIME; Projet d'Ingénierie Environnementale – PIE; Plan de Contrôle Environnemental – PCE; Plan de Réhabilitation des Aires Dégradées – PRAD; Plan de Réhabilitation de la Flore des Bords de Rivières – PRFBR.

2 – avoir d'autres exigences telles que présentation de projets, rapports et avis spécifiques. Exemples: projets d'Ingénierie Environnementale pour des boulangeries, marbreries, laveries, menuiserie, rechapage de pneus usinage de métaux, etc...
Commentaire : existe un accord entre le SECTAM et la Préfecture Municipale de Belém qui transfère pour le Secretariat Municipal de Santé et d'Environnement (SESMA) la responsabilité par le licenciement de ces activités dans le capital, contenant au SECTAM les licenciements dans excessivement villes de l'État, où n'y aura encore pas accord affermi.

3 - impraticabilité ou suspension temporaire de l'entreprise, quand son implantation blesse la législation environnementale. Par exemple : quand la localisation proposition pour l'entreprise soit dans des secteurs d'unités de conservation, réserves indigènes, secteurs de protection de sources etc; si le projet initiale ne pas satisfaire les exigences environnementales du SECTAM, l'entrepreneur aura que fournira les modifications nécessaires pour, alors, entrer avec nouvelle demande de licenciement.

Troisième Étape : licenciement Sain les trois les types et les phases du licenciement environnemental : 1 - Licence Préalable (LP), qui autorise les études pour l'implantation de l'entreprise ; 2 - Licence d'Installation (LI), qui autorise le début de la construction ; 3 - Licence d'Opération (LO), qui autorise le début de l'opération.

Les taux correspondants au licenciement seront chargés conformément au transport de l'entreprise et le type de licence.

Délais

Le temps prévu pour libération du licenciement dépend de divers facteurs, qui incluent la qualité du projet (parfait rapport technique de l'activité) et le volume de processus à être analysés par le SECTAM. Dans des conditions normales, le licenciement peut être libéré dans un délai moyen de 60 jours.

Participation de la Société

Dans toutes les phases du processus de Licenciement Environnemental sont présents mécanismes de participation de la société

1 - Quand l'entrepreneur sollicite Licence Préalable (LP), celui-ci doit publier une proclamation dans le journal local de plus grande circulation et dans le Quotidien Agent de l'État, informant sur la demande de licence et en éclaircissant s'est été ou non déterminé la présentation d'une Étude Préalable d'Impact Environnemental (EPIA).

2 - Quand à SECTAM sollicitera l'EPIE, l'entrepreneur devra élaborer un Rapport d'Impact Environnemental (RIME), que c'est un résumé des données environnementales présentés, dans langue accessible, pour lequel puisse être compris par le public en général. Pendant la période d'analyse de EPIE, le RIME reste dans le SECTAM, à la disposition des intéressés, rendant possible, avec ceci, que la population se manifeste concernant l'entreprise ;

3 - Quand l'entreprise dans analyse l'agence environnementale de mériter discussion plus suffisante, SECTAM réalise audiences publiques, conformément aux lesquelles établit la Loi Environnementale de l'État, dans le but d'exposer aux tous les intéressés le contenu du travail et de son rapporté RIME, visant à clarification de doutes et en récoltant, du public présent, critiques et des suggestions ;

4 - Le soumissionnaire de l'entreprise communique à la société la concession ou non des licences ou son renouvellement, à travers la publication de proclamation dans le journal local de plus grande circulation et, aussi, dans le Quotidien Agent de l'État.

Peines

L'entreprise qui fonctionnera sans le dû licenciement est soumise aux peines prévues à la Loi de l'état à n° 5.887 de 09.05.95, qui dispose sur la Politique d'Environnement dans l'État du Pará.

Les peines prévues à la Loi pour ces cas sont les suivantes :

- Avertissement (art.119, I)
- Amende, simple ou quotidienne (art. 119, II)
- Appréhension d'animaux, de produits, d'instruments, d'outils, d'équipements et de véhicules de quelque nature utilisés dans la l'infraction (art.119, III)
- Incapacité du produit (art.119, IV)
- Interdiction du produit (art. 119, V)
- Suspension de vente et/ou de fabrication du produit (art. 119, VI)
- Embargo, abolition ou démolition de l'oeuvre (art.119, VII)
- Interdiction partiel ou total, temporaire ou définitif, de l'établissement ou de l'activité (art. 119, VIII)
- Incapacité de la licence de licence d'établissement, oeuvre ou activité, ou de la licence d'autorisation pour fonctionnement (art.119, IX)

- Indication à l'agence compétente pour décider sur la perte ou la restriction, ou non, d'incitations accordées par le Pouvoir Public (art.119, X)

- Indication à l'agence compétente pour décider sur la perte ou la suspension, ou non, de la participation dans des lignes de financement dans des établissements officiels de crédit (art.119, XI) - Réduction d'activités génératrices de pollution conformément aux niveaux prévus dans licence (art.119, XII)

- Prestation de services à la communauté (art.119, XIII)

2.1.2 - L'Exploitation dans la Région Métropolitaine de Belém et Adjacences

Le Code Minier, avec l'altération introduite par la Loi n° 6,567/78 régit l'exploitation des substances minérales d'emploi immédiat dans la construction civile, figurant dans la classe II, art. 5ème du Décret-loi n° 227, du 28 février de 1967, pour les argiles employées dans la fabrication de céramique rouge, de calcaire dolomitique employé comme engrais dans l'agriculture, et de basalte, employé comme matériaux de viabilité ou pierre de construction.

Ce régime ne sera accordé qu'à en seul titulaire – le propriétaire de sol ou l'exploitante, la priorité étant donnée aux ressortissants ou sociétés brésiliennes

La subvention d'exploitation est accordée par la ville dans laquelle se situe le gisement. Cette subvention, sous forme de licence, ne sera accordée qu'après l'envoi par le DNPM (Département National de Production Minérale) à l'exploitant du Registre de Licence et l'autorisation de l'état en ce qui concerne l'Environnement.

Les agences ou les entités municipales ont aussi le pouvoir de surveiller et contrôler ces activités dans leurs secteurs de juridiction et d'élaborer des normes disciplinaires, en regard des normes fédérales et de l'état (Loi 6.938).

La Constitution de l'État du Pará, dans son Article 245, consigne la présence du contrôle de l'État en ce qui concerne l'activité minérale. À travers le CINCOM - Conseil Consultatif de la Politique Industrielle, Commerciale et d'Exploitation, créé par la Loi n° 5.342, de 04/11/86, l'État guide et coordonne la formulation des politiques de développement pour l'exploitation dans son territoire.

En résumé, la législation qui traite de l'exploitation des substances minérales utilisées comme matériaux de construction est suffisamment précise, et son applicabilité et accomplissement sont des moyens capables de résoudre les graves problèmes causés par l'exploitation minérale dans des aires urbaines

Les pouvoirs publics doivent s'organiser afin de discipliner par l'intermédiaire de leurs services compétents, cette activité qui compte tenu de son importance mérite un traitement approprié. Figure 2.5

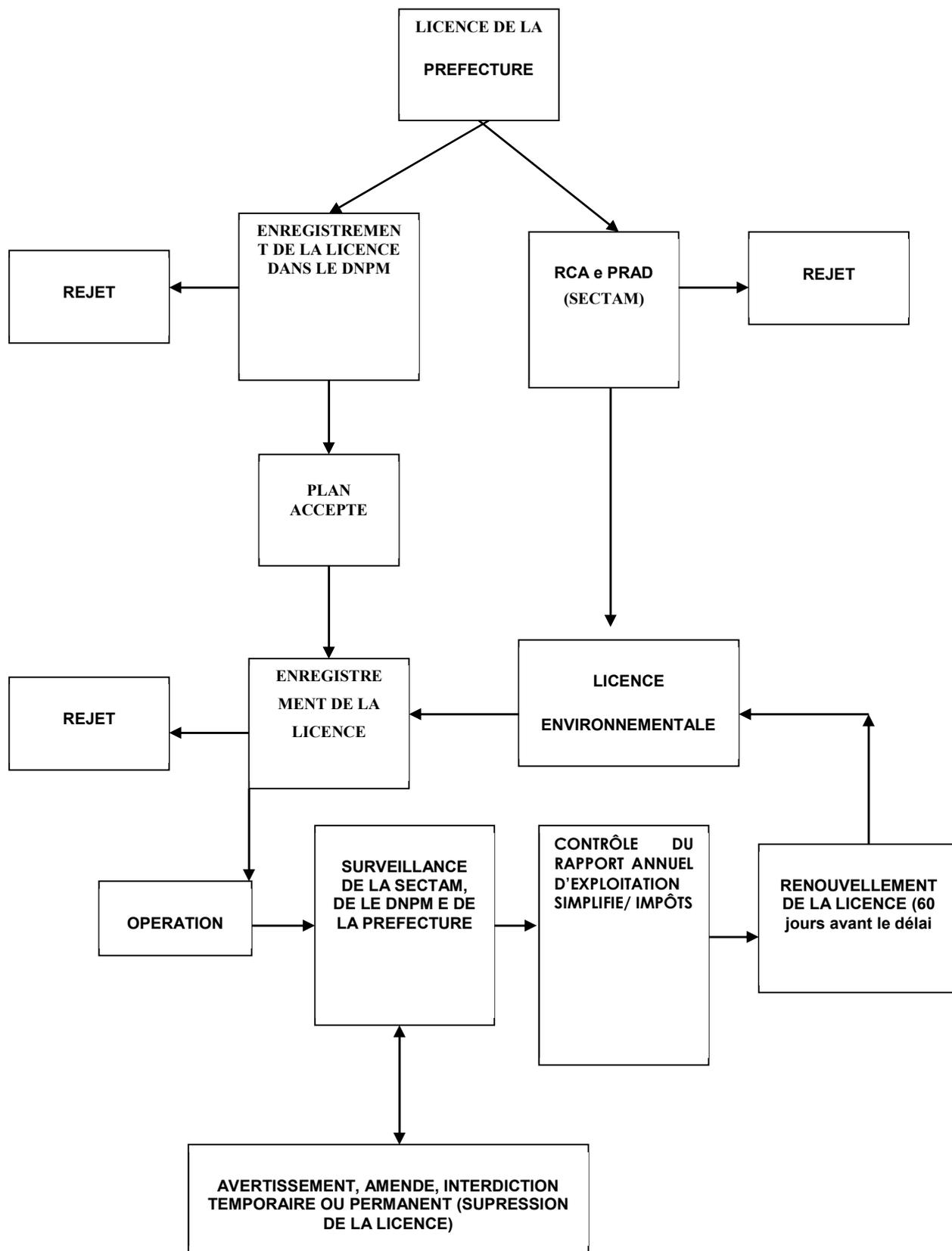


Figura 2.5 – Procédures nécessaires à la légalisation d’exploitation des matériaux de construction

2.1.3 - Evolution Urbaine

La diversité des scénarios sociaux, écologiques et culturels et les différentes normes d'interaction entre les êtres humains et la nature révèlent que l'Amazonie présente un cadre humain, social et écologique bien plus complexe de ce qu'il est possible d'appréhender dans la plupart des références à la région.

Belém est sans aucun doute la synthèse de cette diversité dynamique de la région Amazonienne. Ville née dans 1616, dans le rencontre du Rio Pará et du Rio Guamá, elle s'étale par les Baies do Guajará et do Marajó, s'énamourant, ainsi, des eaux du rivièrre-mer Amazone. Presque une péninsule, approximativement à 160 km au sud de la ligne de l'Équateur, ruisseaux et rivières serpentent sur cette terre, autrefois habitée par les Tupinambás qui ont vu, le 12 janvier, arriver les colonisateurs européens, de l'expédition de Francisco Caldeira Castelo Branco.

Sa croissance suit des rythmes variés. Dans le début du XIXème siècle, Belém a connu sa première intervention urbanistique de grand importance: l'Igarapé (ruisseau) du Piri, qui était jusque là, la limite ou l'obstacle à l'expansion de la ville, a été totalement remblayé

Les diverses interventions esthétiques et d'amélioration pendant des années, qui s'est appelée « la modernisation urbaine », étaient réservées à un public privilégié au centre de la ville. Dans cette aire tous les investissements publics et privés étaient employés, provoquant une sur-évaluation des terrains, produisant ainsi une expulsion progressive des secteurs populaires vers les quartiers plus éloignés du centre. Ce disloquement a été guidé par le vecteur créé à partir de la ligne de chemin de Fer Belém-Bragança, vers le sens actuel de la ville d'Ananindeua (Rodrigues, 1996).

L'expulsion de la population pauvre, a donné comme résultat l'élitisation de l'espace urbain ce qui s'est vérifié, surtout, avec la formation des aires périphériques, où la classe travailleuse, arrivée des « seringais », a commencé à occuper sans organisation les parcelles urbaines dépourvues des améliorations sanitaires implantées sous l'administration de Antonio Lemos (le maire de l'époque).

Après, cette époque la structuration des politiques publiques a été caractérisée dans la décennie de 60, par l'implantation d'un « modèle de développement pour l'Amazonie », par le gouvernement fédéral pendant le régime militaire, qui a entrepris, entre autres choses, des "actions stratégiques" pour son occupation et son adéquation avec à un nouveau modèle d'accumulation de capital.

Ces actions ont signifié, donc, l'ouverture de nouvelles routes, en particulier la route Belém-Brasília, ainsi que l'implantation d'infrastructure de télécommunication et d'énergie dans la perspective de générer les conditions pour l'implantation de sociétés et des projets d'exploitation, indépendant de la dynamique existante déjà dans la région, et des effets que ces changements causeraient.

Certains résultats de ce modèle ont été le disloquement de l'importance des noyaux urbains proches des fleuves vers des aires de terre ferme et au bord des routes; l'arrivée d'une plus grande mobilité de populations de migrants venant d'autres

régions du Brésil à la recherche de nouveaux fronts de travail; la décadence des villes a côté des rivières jusqu'alors importantes dans la structuration économique régionale de base agricole et familiale ; et le développement des périphéries de « villes pôle » comme Belém, où on a observé l'augmentation des aires périphériques, vu que dans la décennie de 50, une partie des aires basses ont été occupées par une population, qui s'est dirigée vers les terres hautes disponibles dans le "Premier Légua Patrimonial". Tableau 2.2.

Années	Population	Années	Taux de Croissance
1890	50.064	1872/1890	-1,2
1900	96.560	1890/1900	6,8
1920	236.402	1900/1920	4,6
1940	206.331	1920/1940	-0,7
1950	254.949	1940/1950	2,1
1960	399.222	1950/1960	4,6
1970	633.374	1960/1970	4,7
1980	933.287	1970/1980	4,0
1991	1.244.689	1980/1991	2,7
2000	1.279.861	1991/2000	0,3

Source: Institute Brésilien de Géographie et Statistique – IBGE, Censos Demográficos, 1950/2000
 Tabulation et Calculé: Secretariat Municipale de Coordination Général du Planning et de la Gestion - SEGEP

Tableau 2.2 - Evolution et taux de croissance annuel de la population de la municipalité de Belém – 1950/2000

À la fin du XXème siècle, Belém est soumis à un processus de periferisation croissant. Les agglomérations de services se forment au dehors du "Premier Légua", ce qui a été appelé "Aire d'Expansion" et renforce la conurbation entre Belém et Ananindeua, et l'étend aux autres villes de l'actuelle Région Métropolitaine de Belém, surtout Marituba et Benevides

Défis du Présent

Dans les aires métropolitaines de Belém, de Manaus et d'autres villes de moyenne taille contiennent la plupart de la population régionale. Au Pará, 66,51% de la population habite dans les aires urbaines. Ce sont 4.116.378 des personnes, d'un total 6.189.550 d'habitants, avec une densité démographique de 4.96 habitants/km², selon IBGE

Belém est une des métropoles brésiliennes, et c'est la plus grande ville de la Région Nord. Leur région métropolitaine se compose de 5 villes (Belém, Ananindeua, Marituba, Benevides et Santa Bárbara) et totalise 1.794.981 des habitants, étant donnée que la majorité de la population habite dans les zones urbaines. Seule la ville de Belém possède 1.279.861 des habitants. Tableau 2.3.

MUNICIPALITES DE LA RMB	POPULATION TOTAL	POPULATION URBAINE	%	POPULATION RURALE	%
Belém	1.279.861	1.271.615	99,35	8.246	0,65
Ananindeua	392.947	391.994	99,76	953	0,24
Marituba	75.448	65.754	87,15	9.694	12,85
Benevides	35.350	20.726	58,63	14.624	41,37
Santa Bárbara	11.375	4.010	35,25	7.365	64,75
TOTAL	1.794.981	1.754.099	-	40.882	-

Tableau 2.3 - Distribution de la Population par Ville dans la Région Métropolitaine de Belém Belém (RMB), Selon IBGE.

La ville de Belém est divisée en 8 Districts Administratifs et 72 quartiers, avec un territoire de 50.582,30 ha. La portion continentale correspondante représente 17.378,63 ha ou 34,36% du secteur total, et la portion insulaire composée de 39 îles, correspond à 33.203,67 à ha ou à 65.64%.

La population dans l'aire urbaine représente un taux d'urbanisation bien supérieur à celui observé pour l'ensemble de l'Amazonie et pour l'état du Pará. Actuellement, Belém présente une densité démographique 1.201,39 hab./km².

La croissance et l'expansion urbaine de la ville peut aussi se remarquer à travers de l'augmentation d'unités immobilières cadastrées dans son aire urbaine en accord avec l'enquête du Cadastre Technique Multi finalitaire - CTM. En 1970 étaient cadastrées 120.000 unités Actuellement il en existe 362.064. Celui ci reflète aussi le taux d'urbanisation de la ville, qui atteint environ 99.53%, selon des données du Recensement 2000. Tableau 2.4.

Année de Prélèvement	Unités Immobilières Cadastrées
1970	120.000
2000	360.358
2003	362.064

Tableau 2.4 - Unités Immobilier Cadastrées par le CTM

Une grande partie de la population se concentre dans des zones où l'altitude est inférieure à 4 m. Ces espaces traditionnellement sont connus par "baixadas". Ces parties basses souffrent de l'influence de 14 bassins hydrographiques existants dans la ville, ce qui les expose à des inondations périodiques.

Cette occupation territoriale et sociale va entraîner les problèmes suivant à résoudre :

1. La ségrégation socio spatiale, vers les aires périphériques accentue la tendance à la concentration de la pauvreté dans ces secteurs. Comme résultat, ils présentent : des difficultés à l'élargissement des réseaux d'infrastructure ; et des difficultés d'accès aux équipements et services urbains qui sont concentrés dans les aires les plus nobles et contrôlées. Cette répartition spatiale va entraîner un coût élevé pour répondre aux besoins de ces aires périphériques.

2. On peut noter un déséquilibre entre le centre et la périphérie de la ville, résultant d'un processus anarchique de croissance, qui se reflète à Belém dans la centralisation d'infrastructure dans l'aire centrale, qui reste comme un noyau principal des commerces et des services, parallèlement à la formation de noyaux secondaires dispersés le long des principaux couloirs de circulation. Comme conséquences, il est possible d'identifier : des habitations auto construites dans des lotissements éloignés par la population pauvre ce qui entraîne une; croissance horizontale accélérée de la zone urbanisée. L'expulsion de la population pauvre, par la valorisation des lots avec l'arrivée de l'infrastructure publique, à comme conséquence l'expansion de la périphérie, l'accroissement de l'aire centrale et l'épuisement de l'infrastructure de services et d'équipements sociaux.

3. La croissance du « déficit urbain », est un des résultats de l'augmentation de la population qui en fonction de la capacité d'investissements en infrastructures a comme conséquence une croissance déséquilibrée dans l'espace, qui a résulté d'une mauvaise distribution de l'accès au sol urbain. Ceci entraîne aussi l'augmentation de la verticalisation et de la croissance de l'aire centrale. Ainsi, les conséquences sont: la précarité de la participation des services urbains à la périphérie ; l'augmentation du réseau des services et des transports pour la périphérie ; la valorisation du noyau central par la présence de services et d'équipements urbains, compromettant les réseaux existants.

4. La "dégradation" du centre ville, la croissance et la valorisation successive de nouvelles régions du centre développé et même la formation de nouveaux centres de commerce et des services où l'accessibilité par des automobiles est fondamentale ont changé la dynamique du centre traditionnel. Comme conséquences nous remarquons: la surcharge de l'infrastructure de services ; la chute de la qualité environnementale ; la difficulté d'accès pour le transport individuel et collectif ; le changement de la qualité des activités commerciales et du service.

5. Les obstacles physiques à la croissance de la ville, vis a vis de l'expansion continue de la zone urbanisée, oblige d'occuper les aires autour des obstacles ou des barrières à la croissance (plaines inondables, propriétés particulières ou aires institutionnelles et routes) qui causent une discontinuité dans le tissu urbain, limitant l'expansion dans certaines directions et provoquant la tendance à l'adoption d'occupations précaires "adaptées" sur des aires difficiles.

Ainsi, les questions comme celles la indiquent la nécessité de structurer et de guider la croissance et le développement de la ville, en prenant en considération que la population de Belém en 2016 sera de 1.328.884 d'habitants. Les défis urbains et

sociaux sont en vérité métropolitains et que les particularités de la ville, comme l'étendue de la côte et l'ensemble d'îles, sont de grandes variables qui doivent être traitées de forme favorable et non pas comme des problèmes. Tableau 2.5.

Année	Population
2000	1.279.861
2004	1.315.697
2008	1.324.907
2012	1.327.557
2016	1.328.884

Source: Institut Brésilienne de Géographie et Statistique – IBGE, Recensements Démographiques, 1950/2000

Tabulation et Calcule: Secrétariat Municipale de Coordination Général do Planning et de la Gestion - SEGEP

Tableau 2.5 - Estimation de la population de la Municipalité de Belém – 2000/2016

NB: il s'agit de la population de la ville de Belém et non pas de la « grande Belém qui est prise en considération dans nos calculs d'approvisionnement en matériaux.

L'île de Mosqueiro vient de souffrir beaucoup à cause de cette problématique. L'augmentation de l'occupation et l'invasion de plusieurs aires, notamment aux bords de la route par les mouvements sociaux des «sans terre» et «sans toit».

A cause de cela la dégradation environnementale s'élève avec l'occupation illégale de l'espace. L'exploitation des ressources naturelles, comme le bois est le moyen le plus typique pour réussir à gagner de l'argent pour les occupants des terrains.

CHAPITRE 3

3.1 – Politique Urbaine et Ressources Minérales

3.1 2 - Politique Urbaine

La répartition constitutionnelle de la République Fédérative du Brésil se base sur trois ordres juridiques : fédéral, état et municipal.

L'Article. 182 de la Constitution Fédérale, concernant la Politique Urbaine, établit que pour un minimum de 20.000 habitants, les villes sont obligées d'élaborer des plans directeurs comme les instruments fondamentaux pour une politique de développement des noyaux urbains

En ce qui concerne l'ordre juridique municipal, la Loi Organique est la compétence indépendante des villes de légiférer sur les sujets de son intérêt particulier local, complétant la législation, fédérale et celle de l'état, soutenue par l'Art. 29 de la Constitution Fédérale, qui explicite que la Ville se régira par la loi organique, votée et approuvée par la Chambre Municipale, qui la promulguera, toujours à l'intérieur de la Constitution de l'État.

La Constitution a tracé un profil fédératif clair sur la Ville, l'Article 29 traite de la capacité des états de s'auto gérer en fonction des dispositions des Constitutions Fédérale et de l'état ; l'Art. 30, montre la capacité d'auto organisation de la Ville, avec des outils appropriés de contrôle externe exercé par le Pouvoir Législatif Municipal, et de contrôle interne, le Pouvoir Exécutif Municipal (art. 31). Ce que réellement manque la Ville est du Pouvoir Judiciaire propre avec complète capacité de décider sur des exigences nées au sein de la communauté et des voisinages, généralement de petite valeur économique, ils pourraient être résolus dans le contexte local, au lieu de faire appel aux coupes de l'état.

À son tour, l'Art. 23 de la Constitution Fédérale, établit d'autres compétences communes à l'Union, États, District Fédéral et Villes :

- protéger l'environnement et combattre la pollution dans sous toutes ses formes ;
- préserver les forêts, la faune et la flore ;
- promouvoir des programmes de construction de logements et l'amélioration de conditions de habitations et assainissement basique ;
- combattre les causes de la pauvreté et les facteurs de marginalisation, promouvant l'intégration sociale des secteurs défavorisés.

La compétence constitutionnelle des villes se régit par leurs Lois Organiques respectives qui distribuent leurs attributions basées en principes généraux balisés par les Constitutions Fédérale et de l'état. En ce qui concerne la compétence commune, la

Loi Organique de la Ville de Belém explicite dans son art. 38, concernant l'État et l'Union :

III - protéger les documents, les oeuvres et autres biens de valeur historique, artistique et culturel, les monuments, les paysages naturels remarquables et les sites archéologiques

VI - protéger l'environnement et combattre la pollution dans quelconque de leurs formes.

VII - préserver les forêts, la faune et la flore ;

XI - enregistrer, accompagner et surveiller les concessions de droits de recherche et l'exploration de ressources hydriques et minérales dans leurs territoires ;

Spécifiquement, l'Art.44 précise les attributions de la Chambre Municipale avec la sanction du Préfet, pour légiférer sur :

III - plan directeur de la ville, surtout prévoir et contrôler de la parcellement, de l'utilisation et de l'occupation du sol.

Plus en avant, dans son Art. 117, éclaircit que :

Art.117 - le Plan Directeur approuvé par la Chambre Municipale est l'instrument basique de la politique de développement et l'expansion urbaine.

Penché sur cette orientation basique, s'incluent des programmes d'utilisation du sol urbain, de planification urbaine, quand le Pouvoir Public utilisera, principalement, les suivants instruments : plan de développement urbain, zoning, parcellement du sol, parmi autres.

La création du Conseil Municipal de Développement Urbain et d'Environnement (art. 119) détermine son action obligatoire dans le but de guider la politique municipale de développement urbain et l'environnement, en rendant compatible la croissance socio-économique avec les questions concernant la conservation environnementale, lui contenant, surtout :

I - indiquer des secteurs de conservation et son régime urbanistique, approuvé par des études techniques ;

Aussi importants, dans l'art. 120 et 121, se réunissent les conditions d'élaboration du Plan Directeur à travers l'organisme technique permanent qui aura les directives suivantes essentielles :

I - discriminer et délimiter des secteurs urbains et agricoles ;

II - désigner les unités de conservation environnementale et autres protégées par loi, précisant une conservation permanente, notamment celles placées sur le bord des cours d'eau, des fleuves, des baies ou des lacs, ou des sources permanentes ou

temporaires et encore les aires de drainage des captations utilisées ou réservées à des fins d'approvisionnement d'eau potable et en établissant leurs conditions d'utilisation.

III - établir des exigences préalables, évaluation de l'impact environnemental, respectant les dispositions dans l'art. 225, IV, de la Constitution Fédérale ;

IV - définir les critères pour une autorisation de parcellement, de démembrement et de remembrement du sol pour des fins urbaines ;

Cela implique que les lois organiques, mobilisent la haute organisation municipale et culminent dans l'élaboration du Plan Directeur Municipal, réalisé par le Conseil Directeur Urbain, dans le cas de Belém, qui vise, dans une dernière analyse, le développement en harmonie avec la conservation de la qualité environnementale, c'est-à-dire, le développement soutenable.

3.2 - Les Ressources Minérales

La Région Métropolitaine de Belém (RMB) constitue une des zones les peuplées de la Région Nord du Brésil (approximativement 1.8 millions d'habitants), présentant des taux élevés de croissance urbaine et industrielle.

La géologie de la RMB est riche en matériaux de construction. Dans l'aire ont été identifiées deux unités basiques d'intérêt : Sédiments Récents et Sédiments Pós-Barreiras/Barreiras.

Les substances minérales de la Région Métropolitaine de Belém ont été divisées en deux groupes principaux: substances minérales non métalliques utilisées dans l'industrie céramique, et d'emploi direct dans la construction. Le Tableau 3.6 montre les types de matériaux de construction

3.2.1 - Substances minérales non métalliques utilisées dans l'industrie céramique

Les argiles employées dans l'industrie céramique, sont divisées en deux groupes:

- rouge : confection de briques, de tuiles et de pièces d'artisanat ;
- blanche : azulejos, carrelage céramiques, briques, tuiles et pièces d'artisanat.

Elles sont exploitées dans l'Horizon Argileux des Sédiments Barreiras - et des dépôts alluvionnaires actuels et sub-actuels (Sédiments Récents), lesquels sont fréquents dans les plaines et mangroves. Son utilisation industrielle (principalement la céramique blanche) est restreinte, suite à la présence par les degrés par l'oxyde de fer (Horizon Argileux des Sédiments Barreiras) et par la concentration élevée de matières organiques (dépôts alluvionnaires, Sédiments Récents). Figures 3.6 et 3.7.

UNITE GEOLOGIQUE		MATERIAUX DE CONSTRUCTION	UTILISATION COURANTE
Sédiments Récentes		Argile Rouge	Briques, Tuiles, Poteries, sols en céramique
		Argile Blanche	Azulejos, Briques, Tuiles, poteries, sols en céramique
Horizon de Sol	Faciès Limono sableux à argilo sablonneuse	Argile	Mélange pour mortier
	Faciès Sablonneux Blanc	Sable	Agrégats, mortier, asphalte bitumineux, etc..
Couche de graviers		Agrégat grossier	Mélange pour mortier, gabions, enrochements
Horizon Ferrugineux	Faciès Concrétionaire	Concrétions latéritiques	Couches et sous couches de chaussées et remblai en général
	Faciès Sableux Argileux	Sable argileux	Remblai en général
	Faciès Sablonneux Fe	Agrégats grossiers	Mélange pour mortier, gabions, enrochements
	Faciès Sablonneux Fe	Sable	Remblai Hydraulique
Horizon Argileux	Faciès: Argile Mouchetée, Argile Laminée et Argile compacte	Argile	Azulejos, Briques, Tuiles, Poteries, sols en céramique

Tableau 3.6 - Association entre la géologie de la Région Métropolitaine de Belém et les Matériaux de Construction.

3.2.2 - Substances minérales non métalliques utilisées dans la construction

Les matériaux utilisés dans la construction sont représentés par :

a) Argiles pour mortier : ils sont associés à l'Horizon de Sol (faciès Limoux-sableaux à Argilo sableuse), Figures 3.8 et 3.9

b) Concrétions ferrugineuses : aussi connues comme « piçarra », se rapportent à l'Horizon Ferrugineux, à faciès Concrétionaire, à Figures 3.10 ; 3.11 ; 3.12. Elles ont une large utilisation dans RMB, comme bases et sub-bases de routes, Figure 3.13, et remblais, Figures 3.14 ; 3.15 ; 3.16.

c) Grès ferrugineux : aussi connu comme roche noire ou « Grès - du - Pará », sont associés à l'Horizon Ferrugineux, Faciès Grès Ferrugineux, qui c'est formé à partir de la cimentation par hématite de séquences arénacées, sablo argileuse et jusqu'à des conglomérats ; ces matériaux peuvent aussi être enlevés de la couche de gravier qui sépare les Sédiments Barreiras et Pós-Barreiras, ils dépendent de la dimension des concrétions et de leur l'utilisation. Ils sont largement utilisés dans RMB pour les: fondations de maisons, Figure 3.17, gabions, murs, etc..

d) Horizons superficiels du sol : aussi connus comme « capa de covão » ou terre noire, correspond à l'horizon A des sols; ils ont comme utilisations principales le remblayage de jardins et construction de potagers, et dans des projets d'exploitation des matériaux de construction. Ce matériau devrait être dans de nombreux cas stocké surplace en vue de réaménagement de l'aire dégradée par l'exploitation.

3.2.2 - Sables et graviers utilisés dans la construction de RMB

En fonction de l'importance de ces matériaux ont dans la Région Métropolitaine de Belém, nous devons en détailler leur utilisation.

Les sables sont utilisés dans RMB principalement en concret hydraulique dans la construction de maisons, d'immeubles, etc. Ils viennent des dépôts alluvionnaires Récents, actuels et sub-actuels. Plusieurs dépôts ont leur origine à partir du remodelage du Sol. Ce qui attire l'attention c'est la possible présence d'agate et de quartz métamorphique dans ces matériaux. La présence de silice mal formée impose la nécessité d'évaluer la réactivité des agrégats aux alcalis du ciment, ce qui encore n'a pas été évalué dans les matériaux utilisés comme agrégat dans RMB.

Il existe aussi la possibilité d'exploiter des matériaux alluvionnaires par dragage dans les rivières arrosant la RMB. Figure 3.18.

Tout le gravier consommé dans la RMB est produit dans la région de São Miguel du Guamá et d'Ourém, éloignés environ 100 à 150 km de Belém, il est transporté par des routes dans des camions. Ce matériel est formé de quartz métamorphique, ce qui fait nécessairement évaluer sa réactivité avec les alcalis du ciment.

Une partie du sable exploité à São Miguel do Guamá et d'Ourém vient du sous-produit du gravier, une autre partie vient des fonds des fleuves et des « igarapés ». Dans la Région Métropolitaine de Belém, la plus grande source de sable vient néanmoins du Faciès Sableux Blanc de l'Horizon de Sol, présent à Belém et dans les îles de Mosqueiro et d'Outeiro, connu comme « covões » ou arenas » Figures 3.19 et 3.20.

Il existe aujourd'hui de la part du Gouvernement de l'État et des agences fédérales une grande préoccupation de l'agression environnementale causée par les producteurs de gravier et de sable, principalement dans les fleuves. Certains des impacts gères par l'exécution inadéquate de cette activité sont : dégradation du niveau d'eau, déplacement de la couverture végétale et du sol fertile, changement dans la topographie en produisant des dépressions qui accumulent de l'eau et qui sont utilisées pour déposer des déchets, ce qui contamine le nappe phréatique, produit une mauvaise odeur et rend l'environnement propice à la prolifération d'animaux vecteurs de maladies, Figures 3.21 et 3.22.



Figura 3.6 – Dans ces Sédiments Récents, formes par des argiles très moles, apparaît une biodiversité d'animaux minuscules, favorisée par l'humidité des canaux.



Figure 3.7 - Utilisation d'argile pour l'artisanat céramique "tapajonique et marajoara" typique du District de Icoaraci (Belém – Para)



Figure 3.8 – De haut en bas: Horizon de Sol (faciès Limono-sableux à Argilo-sablonneux) en contact direct avec l'Horizon Ferrugineux (faciès Concrétionnaire). Carrière d'argile, "piçarra" et "barro", désactivé, après exploitation..

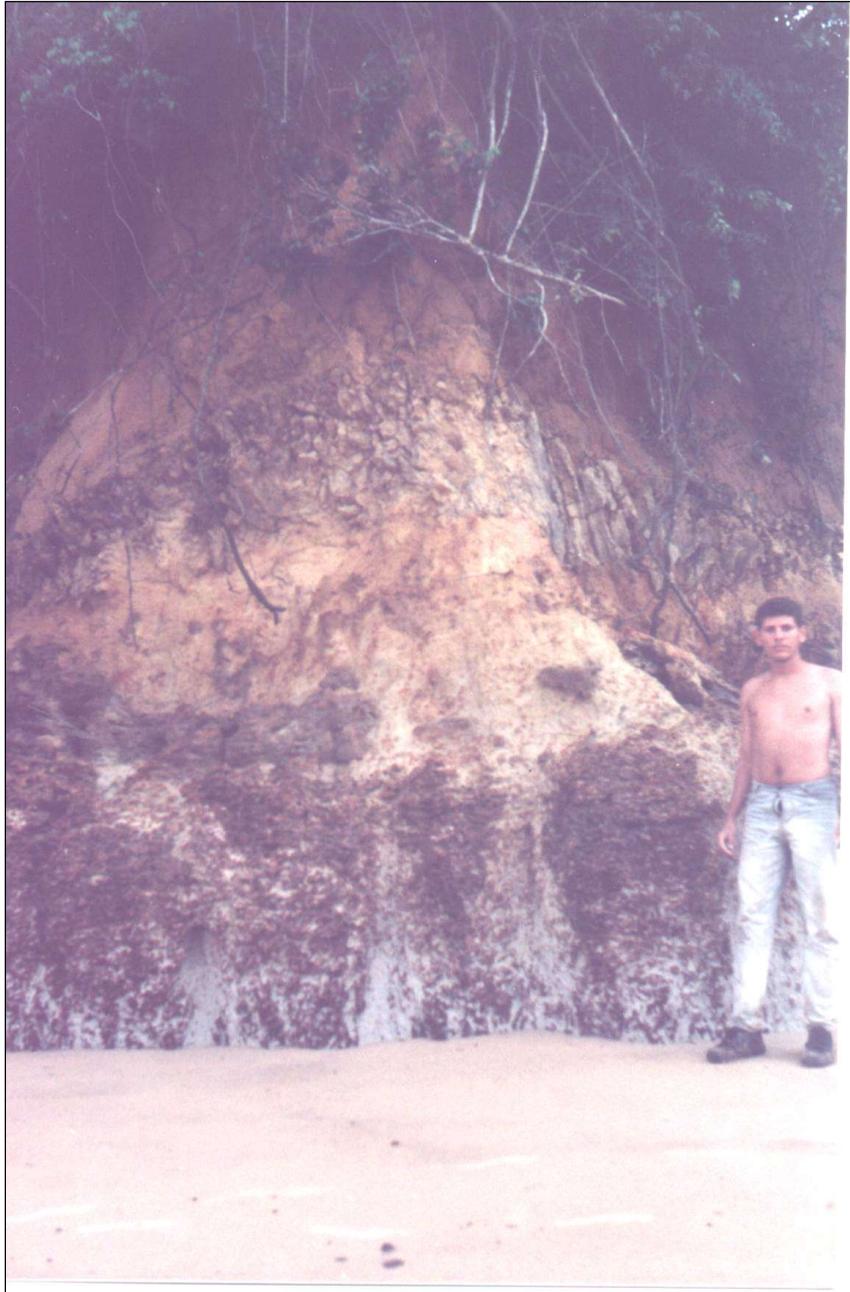


Figure 3.9 –
De haut en bas:
Horizon de Sol
(faciès Limono-
sableux à Argilo-
sablonneux
séparé de
l'Horizon
Ferrugineux
(faciès
Concrétionnaire
en haut et
Faciès Arénite
Ferrugineux sur la
base) par la
couche de
Gravier. En bas
se trouve l'Horizon
Argileux (faciès
Argile Mouchetée).
Praia Grande,
Baía do Sol, Ilhéu de
Mosqueiro.



Figure 3.10 – De haut en bas: Horizon de Sol (facies Limono-sableux à Argilo-sablonneux) separé de l'Horizon Ferrugineux (facies Sablonneux Ferruginisé) par couche de Gravier. Il y a sur la couche de gravier une rupture de l'Horizon de Sol.

Praia do Bispo, Ile de Mosqueiro.



Figure 3.11 – De haut en bas: Horizon de Sol (faciès Limono-sableux à Argilo-sablonneux) séparé de l'Horizon Ferrugineux (faciès Concrétionnaire) par la couche de graviers. Au-dessous du faciès Concrétionnaire en contact direct on trouve l'Horizon Argileux (Faciès Argile Mouchetée). Praia do Paraíso - Ile de Mosqueiro

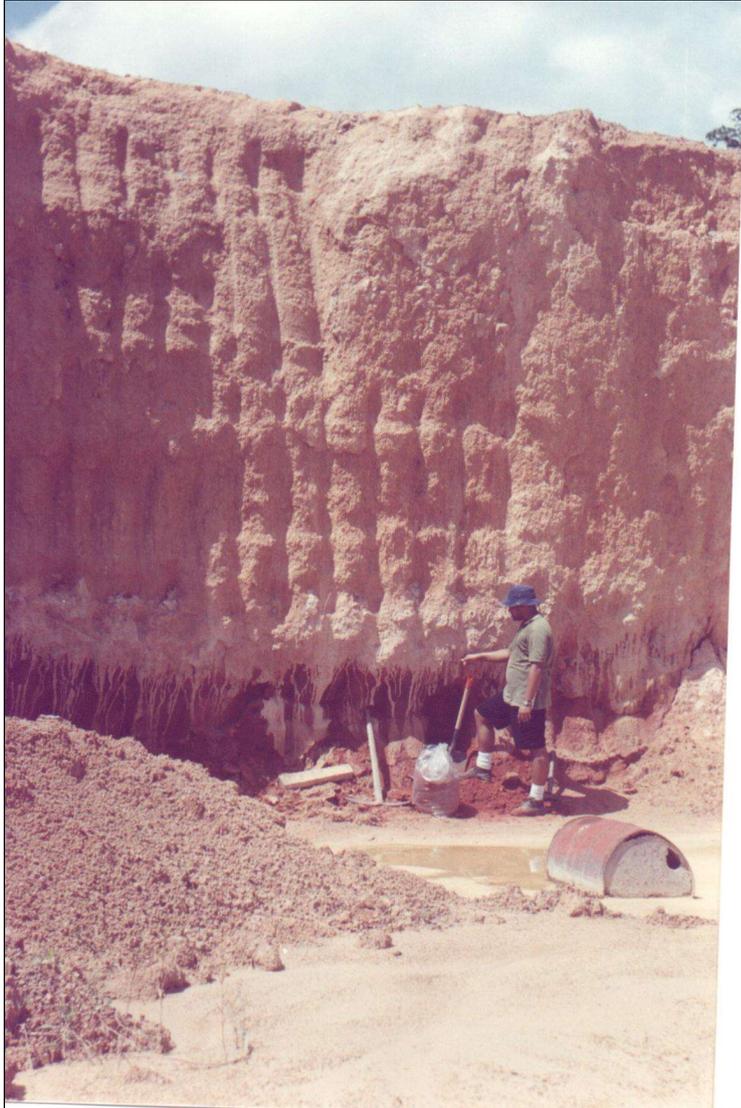


Figure 3.12 - Horizon Ferrugineux, du haut en bas: faciès Concrétionnaire en contact avec le faciès Arénite Ferruginisé. Gisement de "barro" et "piçarra", arrêté. Région du Aurá.



Figure 3.13 – Horizon Ferrugineux, faciès Concrétionnaire, utilisé comme couche de chaussées en ensembles résidentiels (Route . Augusto Montenegro, Belém-Icoaraci).



Figure 3.14 – Dépôts de Déchets du Aurá – lieu d'exploitation de matériaux utilisé comme couverture de déchets, cas Horizon Ferrugineux, faciès Concrétionnaire.



Figure 3.15 – Gisement de matériaux (faciès Concrétionnaire), interdit par le SECTAM. Région du Aurá.

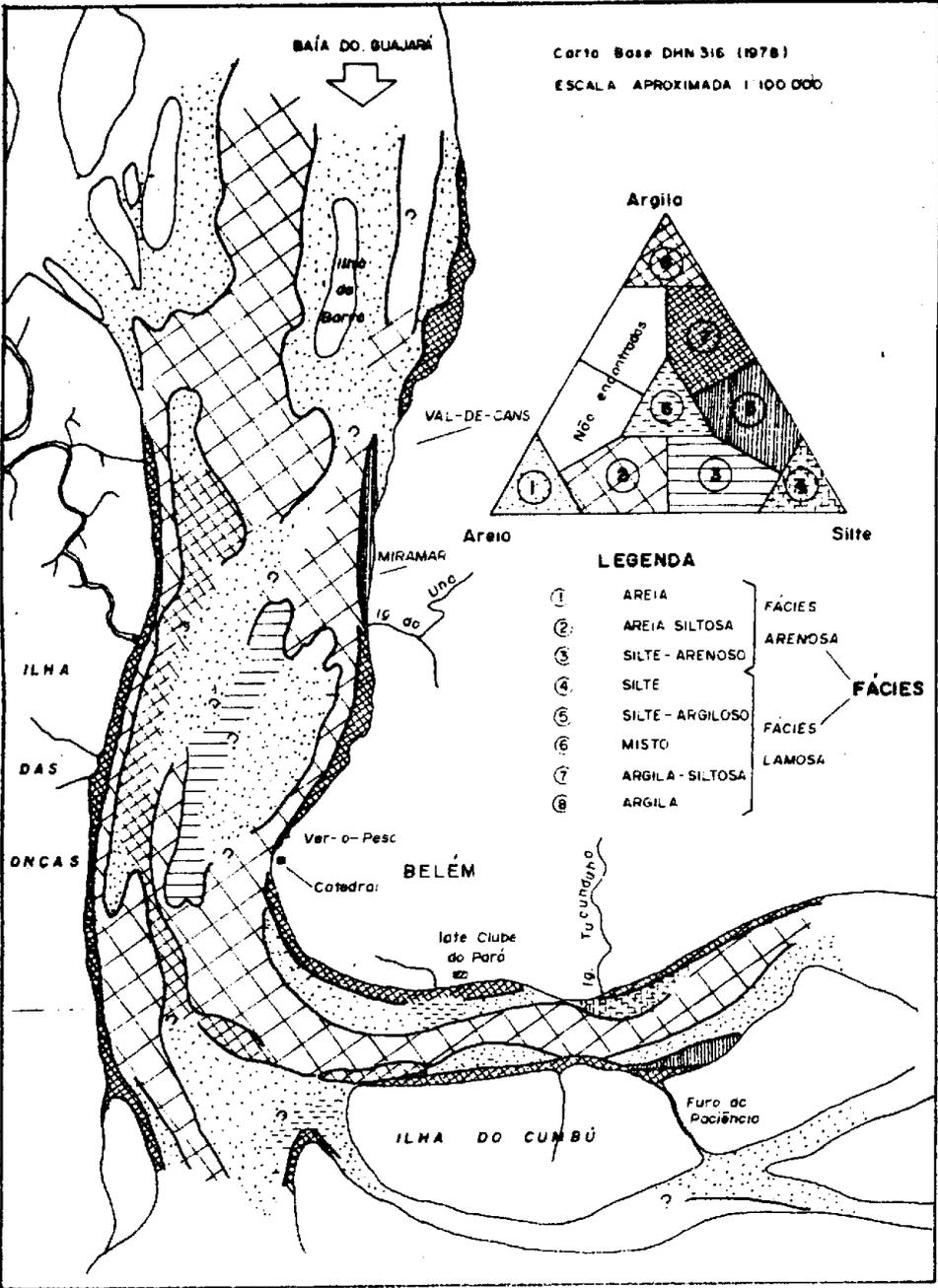


Figure 3.16 - Vue générale du gisement de remblai (faciès Concrétionnaire) e “barro” (Faciès Limono-sableux à argilo sablonneux), en activité dans l’Ile d’Outeiro.



Figure 3.17 – Matériaux utilisés en fondation, Horizon Ferrugineux, faciès Arénite Ferruginisé.

Figure 3.18 – Distribution granulométrique des sédiments près de la ville de Belém



(Pinheiro 1987).



Figure 3.19- Vue générale d'une "arène" en activité dans la l'île de Mosqueiro, avec exploitation de sable (faciès sableux) et "capa de covão" (horizon superficiel du sol).



Figure 3.20 - Horizon du Sol, faciès Sableux, en gisement d'exploitation de sable arrêté, ce qui se passe quand la nappe phréatique est exposé, il y a des difficultés pour la circulation.



Figure 3.21 – Gisement abandonné de remblai (Horizon Ferrugineux, faciès Sableux-argileux) et “barro” (Horizon du Sol), avec rabaissement du niveau d'eau, enlèvement de la couverture végétale et du sol fertile, changement de la topographie avec génération d'une dépression qui accumule l'eau pluviale et qui est utilisé comme déchetterie, contaminant la nappe phréatique , avec de mauvaises odeurs et transformant l'environnement avec la prolifération de maladies, dans la région du Aurá.



Figura 3.22 – Vue générale du choix du lieu officiel pour mettre en dépôt les ordures urbaines des municipalités de Belém et d'Ananindeua; en premier plan le lac artificiel généré a partir de la dépression d'exploitation des matériaux de construction, région du Aurá.

CHAPITRE 4

4.1 - Constat des Besoins

4.1.1 -Accroissement de population et Besoins en matériaux

Actuellement la Région Métropolitaine de Belém compte 1.795.000 habitants. On prévoit dans les 10 prochaines années un accroissement de celle-ci de 0.5% par an ce qui, à l'horizon 2016, donnerait une population totale de 1.887.000 habitants environ. Cet accroissement est légèrement supérieur à celui de l'indice IBGE/SEGEP qui, lui, prévoit 0.3%.

La consommation en matériaux pour Belém a été estimée à 8T/habitant/an, légèrement inférieure à la moyenne des pays développés. Cette valeur est de 13 T/habitant/an aux USA, de 11 T/habitant/an en Europe et 6 T/habitant/an en moyenne mondiale.

A l'horizon 2016 on estime que les besoins en matériaux passeront à 10 T/an et atteindront 12 T/an en 2026, pour accompagner la croissance probable du niveau de vie; ceci est justifié aussi par une augmentation sensible des constructions car à l'heure actuelle le déficit est de 150.000 logements environ.

On prévoit un accroissement de la population de 0.5% au ce qui donne pour la RMB la population suivante:

Année	Population
2006	1795000
2011	1840324
2016	1887000
2021	1934435
2026	1986000

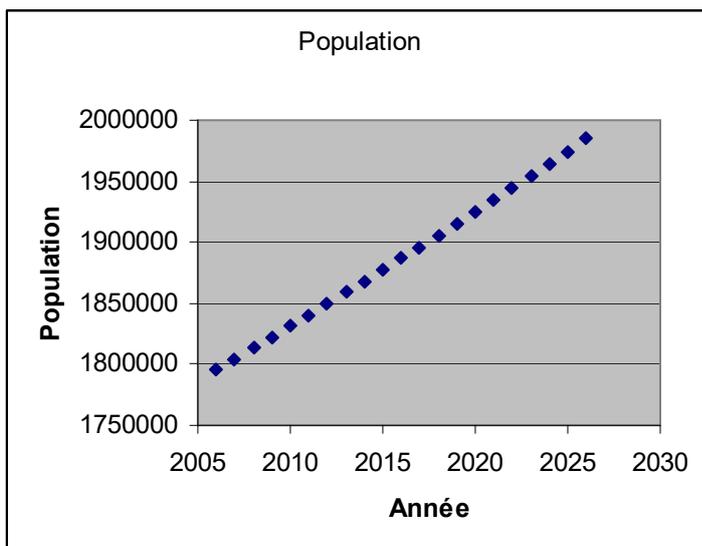


Tableau 4.7 – Augmentation de la population par année

Augmentation des besoins en matériaux par habitant

Année	Besoin T/hab/an
2006	8
2011	9
2016	10
2021	11
2026	12

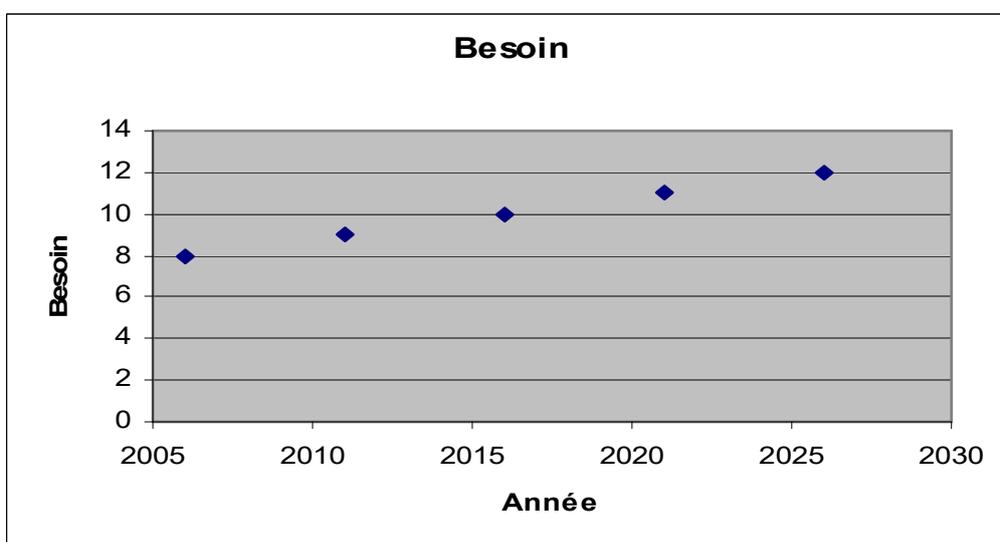


Tableau 4.8 – Besoin en matériaux

Consommation totale pour la Région Métropolitaine de Belém

Année	Consommation MT chaque année
2006	15
2011	17
2016	19
2021	22
2026	24

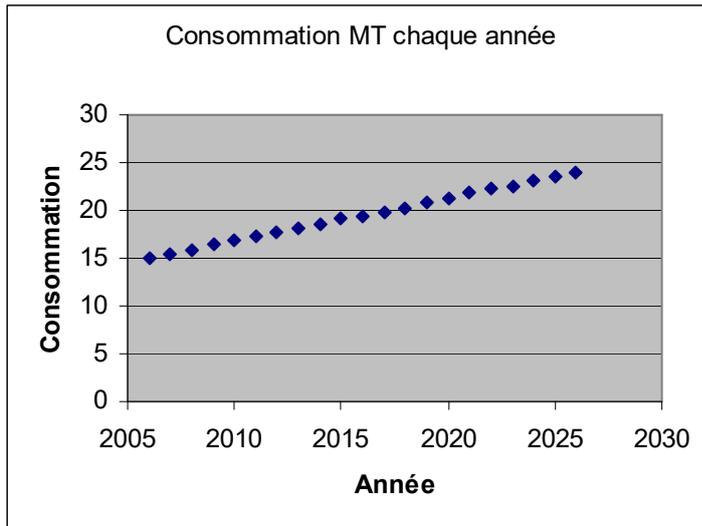


Tableau 4.9 – Consommation des matériaux par année

Soit un accroissement annuel moyen de 2,5% par an.

On voit dans ces chiffres et avec une projection réaliste sur le futur proche qu'il y a un besoin important et croissant de matériaux pour le développement de la Région Métropolitaine de Belém et qu'il est donc impératif d'organiser l'exploitation de ces ressources

4.2 - Potentiel Exploitable dans l'Île de Mosqueiro

Trois horizons différents sont définis sur la carte des réserves:

- 1) Sédiments récents: argiles
- 2) Horizons de sol / «Pos-Bareiras»: sable, «barro» (argile sableuse), «piçarra» (concrétions), pierre noire, sable ferrugineux et argile
- 3) Sédiments Barreiras: «piçarra» (concrétions), pierre noire, sable ferrugineux et argile

Nous avons limité la profondeur exploitable à la partie du gisement au-dessus de la nappe phréatique; protégé les cours d'eau et conservé la forêt primaire sur:

- 8,5 Km² dans les sédiments récents

- 7 km² dans les horizons de sol.

Ressources	Surface (Km ²)	Profondeur (m)	Valeur (M de m3)
Sédiments Récents	25.3	1	25.3
Horizons du Sol	74.5	8	596
Sédiments Barreiras	2.5	1	2.5
Total			623.8

Tableau 4.10 - Quantités des Ressources minérales

Le total des réserves potentielles représente 623.8 M de m3.

Nous avons réduit ces volumes en les diminuant de:

- 5% de la surface totale qui représente les zones exploitées actuellement.

- 15% des surfaces liées à l'accroissement de l'urbanisation (Annexe 1) soit en total 20%.

En tenant compte de ces contraintes les réserves exploitables représentent :

$$623.8 \text{ MM}^3 \times 1.5^* \times 80\% = 750 \text{ MT}$$

*1.5 = Densité moyenne des matériaux en place.

Ce calcul a été effectué selon la Carte Préférentielle d'Exploitation des Matériaux Naturels de Construction – (COSTA, 2001).

Le Tableau 4.11 suivant représente les tonnages exploités par périodes de 5 ans qui vont servir à l'élaboration de la carte des périmètres qui seront exploités pour chacune de ces périodes.

Période	Tonnage Prévu MT	Volume Prévu Mm3	Surface Exploitée en Km ²		Surface Totale
			Sédiments Récents	Horizons du Sol	
2006-2010	80	53,3	2,7	7,9	10,6
2011-2015	90	60	3	9	12
2016-2020	100	66,6	3,4	9,9	13,3
2021-2025	113	75,3	3,8	11,2	15
2026-2030	125	83,3	4,2	12,4	16,6
2031-2035	164	109,33	5,5	16,3	21,8
2036-2037	78	52	2,7	7,8	10,5
	750	500	25,3	74,5	99,8

Tableau 4.11 – Exploitation quinquennale des matériaux et surface totale

4.3 - Définition d'une politique

4.3.1 - Projet de Politique d'Exploitation

La politique d'exploitation des carrières menée depuis 10 ans a conduit à un grappillage des matériaux lié à l'absence de programmation, à la taille des exploitations et au non-respect de la réglementation (les exploitations clandestines représentent plus au moins 80% du total).

Contrairement à ce que l'on pourrait penser les gisements de Mosqueiro ne sont pas éternels. Si l'on considère un gisement exploitable de 750 MT, en prenant en compte la population et ses besoins en 2006, soit 15 MT, on a une durée des réserves de 50 ans.

Mais, nous avons considéré un accroissement de la population de 0.5% par an et un accroissement de la consommation en matériaux par habitants de 2,5% par an; donc on arrive à une durée des réserves de 31 ans. Cette durée est considérée comme minimale si l'on tient compte des gisements exploités sur les autres communes de la région métropolitaine.

Devant ce problème, il convient d'adopter une autre politique qui permette une exploitation rationnelle des gisements dans le respect des règles environnementales.

4.3.1.1 - Propositions pour l'exploitation future

On se propose:

a) d'exploiter le gisement sur toute la hauteur hors d'eau soit 8 mètres. C'est sur cette base là qu'ont été calculées les réserves;

b) de constituer des zones d'exploitations, bien définies géographiquement de manière à:

- Concentrer les exploitations sur une surface réduite qui permette:

- Un meilleur suivi du contrôle des exploitations par l'administration;

- Une réduction des nuisances pour les habitants;

- Une amélioration des conditions de desserte des exploitations;

- Une remise en état des terrains exploités plus rapide en vue de leur restitution pour constituer des réserves urbanistiques ou agricoles.

4.3.1.2 - Evolution de la Législation

Le zonage envisagé impose:

Pour l'Administration:

- de prendre des mesures permettant la mise à disposition des terrains aux exploitants dans les délais convenus;
- une surveillance accrue des exploitations
- une suppression totale des exploitations clandestines.

Pour l'exploitant:

- De faire la preuve de ses capacités financières et techniques pour mener à bien l'exploitation;
- De fournir:
 - Un plan d'exploitation avec les moyens mis en oeuvre:
 - Un plan de réhabilitation des terrains après exploitation, celle-ci devant démarrer au plus tard à la fin de la 2^e année de mise à disposition du site.
 - Le renouvellement de la licence d'exploitation sera subordonné à la qualité de l'exploitation;

A cet effet, on peut envisager un cautionnement par l'exploitant des sommes destinées à la réhabilitation.

4.4 - Application de la Politique

4.4.1 - Loi d'Utilisation du Sol

La législation de l'utilisation du sol de la Ville de Belém, concrétisée par la Loi Municipale n° 7.121 du 28/12/1979, prévoit l'application d'une série de normes et les directives politiques d'utilisation du sol de Belém. Le territoire municipal, à des fins de contrôle de l'usage du sol, est divisé en deux catégories:

Sol Urbain et Sol Rural

Les sols urbains incluent les secteurs urbains, d'expansion urbaine et d'intérêt urbain.

Les sols ruraux incluent les aires de production et de préservation permanente. L'aire de production est classée en trois catégories qui sont: Aire de Production Végétale, Aire de Production Animale et Aire de Production Minérale. Il n'y a pas, néanmoins, de document qui spatialise clairement ces secteurs de production.

Dans les documents actuels sont représentées les zones suivantes:

- I - Zones de Production Minérale
- II. Zones Réservées aux Travaux Forestiers
- III. Zones Urbaines et d'Expansion Urbaine
- IV. Zones de Conservation

4.4.1.2 - Zonage des Activités de Recherche et d'Exploitation Minérale

L'exploitation de matériaux, dans le Plan d'Exploitation Minérale de la Région Métropolitaine de Belém est réglée par la loi de l'utilisation du sol No 7.121 citée ci-dessus et dont la traduction littérale figure ci après:

Zones de Production Minérale

Les Zones de Production Minérale sont définies comme les régions dans lesquelles les activités d'exploitation pourront être exercées. Elles se trouvent dans la légende de la carte de zonage par des regroupements de systèmes environnementaux qui présentent des caractéristiques de l'environnement.

Le Plan Directeur d'Exploitation de la Région Métropolitaine de Belém suggère que l'on établisse une limite à l'utilisation des divers systèmes environnementaux par l'exploitation de manière qu'il soit possible de préserver des échantillons représentatifs

de leurs éléments de l'environnement, étant donné que la couverture végétale primitive sur tous les systèmes environnementaux n'existe plus.

Cette limite peut être établie en prenant comme référence l'aire occupée par la zone, qui correspond à l'addition des aires et de leurs systèmes environnementaux. Une valeur relative que l'on pourrait recommander avec une marge raisonnable de sécurité pour suppléer aux exigences actuelles et futures des substances minérales présentes dans l'aire, serait de 30% de l'aire totale de chaque zone par municipalité, ceci garantira la disponibilité de réserves minérales qui dépassent, en proportion suffisamment significative la production historiquement obtenue dans la région

Cette valeur relative, d'autre part, correspondra à la préservation d'au minimum 70% de chaque zone, ce qui, en dernière analyse, signifiera la préservation, dans cette même proportion, des vestiges de la nature antérieure à l'occupation humaine (représentés dans les roches, sol et relief), communs aux systèmes environnementaux des zones.

Le DNPM (Département National de la Production Minérale) devra dans ce cas établir un contrôle rigoureux quant à la concession de licences, enregistrant la relation de l'aire totale de la zone x l'aire licenciée afin d'empêcher la destruction complète de certains systèmes, principalement s'ils occupent des aires beaucoup trop restreintes. Une profondeur moyenne de 2 mètres dans chaque carrière est admise.

Il est important aussi d'établir une limite ce qui concerne, l'aire maximale dans laquelle les travaux d'exploitation pourront s'étendre de forme continue dans chaque concession, étant donnée que plus l'aire exploitée sera étendue plus nombreux seront les impacts environnementaux.

La limitation des surfaces d'exploitation à 25 ha se justifie car l'on peut constater que c'est dans des sites d'extraction minérale de grande extension, comme le N° 94, placé dans l'aire du cimetière «Recanto da Saudade» (Recoin de la Nostalgie), d'une superficie de 60.2250 ha, que l'on rencontre le plus grand nombre d'impacts environnementaux, et tous de forte magnitude.

Sans aucun doute quelques-uns des problèmes environnementaux rencontrés dans cet endroit ont une relation directe avec les dimensions du front d'exploitation. Il est donc fondamental de définir une limite d'expansion des aires quant à leur superficie dans la mesure les difficultés naturelles, ainsi que les coûts des travaux de réaménagement des carrières, constitueront des obstacles à l'expansion de travaux en profondeur. Nous espérons ainsi qu'ils seront interrompus 'interrompent à des niveaux supportables, permettant ainsi la récupération adéquate ou la réutilisation de l'aire dégradée.

Celle-ci, d'interprétation difficile, appelle les commentaires suivants:

Ce plan d'exploitation fait partie d'un plan environnemental. On en déduit que, en prenant compte la population et ses besoins en matériaux, les réserves exploitables, étant en très grande quantité, ne posent pas de problème.

Compte tenu d'expériences malheureuses sur une carrière de 60 hectares, il avait été décidé:

- Que les exploitations auraient une surface maximale de 25 hectares ;
- Que la profondeur maximale d'exploitation autorisée serait de 2 mètres ;
- Que la surface totale de la carrière en fin d'exploitation ne représenterait que 30% maximum de la zone dans laquelle se situe l'exploitation.

Si l'on se réfère à ces règles on constate :

Pour les argiles (hauteur moyenne d'exploitation de 1m) un ratio d'exploitation de 30%.

Pour les horizons de sol (hauteur maximale d'exploitation 2m – puissance du gisement 8m) soit une ratio d'exploitation de :

$$2 / 8 \times 30\% = 7.5\%$$

Les surfaces d'argile représentent 25.3 Km²

Les surfaces d'horizons de sol représentent 74.5 Km².

Le ratio moyen d'exploitation est de:

$$23.5 \times 30\% + 74.5 \times 7.5\% / 621.3 = 10.36\%$$

Après 10 ans de formulation du plan, on constate:

- Un nombre important de carrières compte tenu de la restriction de la profondeur d'exploitation. Ce qui conduit à une déforestation importante.

- Un développement anarchique des carrières, dont la plupart sont clandestines, qui conduit à un mitage de la surface ;

- Une réhabilitation inexistante.

Devant cet état de fait il convient d'envisager une nouvelle approche pour l'exploitation des carrières qui soit en adéquation avec les contraintes environnementales édictées pour le futur.

Cette approche, en plus, devra prendre en compte l'évolution démographique de la population et ses besoins croissants en matériaux de construction.

4.4.2 - Zonage Proposé

En fonction des contraintes préalablement présentées et de la nécessité de mettre en place une exploitation rationnelle des ressources minérales, coordonnée et centrée sur un seul site, nous proposons un plan d'organisation de l'île de Mosqueiro qui doit respecter un ensemble de contraintes. (Annexe 1)

Ces contraintes et ce plan sont décrits ci-dessous.

Les zones possibles d'exploitation de matériaux seront les zones disponibles après la prise en compte des contraintes suivantes:

4.4.2.1 - Urbanisation

Il est prévu dans les plans directeurs un accroissement de l'urbanisation de l'île de Mosqueiro en fonction des axes suivants:

- Limitation à l'Est par les Rio Pratiwara et Rio Murubira
- Au nord, l'urbanisation de la frange côtière, limitée au sud par la route de Baía do Sol;
- Une zone construite le long de la route d'Etat PA 391 de Mosqueiro jusqu'au pont de Furo das Marinhas, sur 500 m de part et d'autre de la route en tenant compte des accès à réserver pour la sortie des engins d'exploitation des carrières.

4.4.2.2 - Espaces Protégés

a) À cause d'eau

- Protection des rives des petites rivières sur 100 m;
- Protection de la frange côtière de Furo das Marinhas et Furo do Maguari sur 500 mètres;
- - Protection générale des îles Cunaru, Papagaio et Conceição. (Station Ecologique)

b) A cause de forêt :

- -Parc Municipal de l'île de Mosqueiro (se trouve dans la zone urbanisée)
- Préservation d'un cordon de forêt primaire de 500m de largeur sur la frange côtière.

4.4.3 - Plan d'exploitation des carrières

Les plans figurant ci-après définissent les zones (Annexes 2 et 3) et les périodes d'exploitation (Annexes 4, 5 et 6) pour les horizons de sol et les argiles.

Le projet d'exploitation a pris en compte :

- Une activité centrée sur la Route PA-391, en rabattant les phases d'exploitation vers celle-ci ;

-Une exploitation en premier lieu au plus près de la zone urbaine, de manière à éviter une occupation sauvage des terrains et une restitution rapide, afin que ceux-ci, réhabilités, puissent servir de réserves foncières ou agricoles.

Dans notre plan d'exploitation nous avons envisagé l'exploitation de l'île de São Pedro. Celle-ci n'a pas été prise en compte dans le calcul des réserves, on pourra exploiter ce gisement en continu pour les besoins de l'artisanat se trouvant sur cette île.

Les Sédiments Barreiras (l'Horizon Concrétionnaire) ne sont pas considérés pour les calculs globales.

L'exploitation d'argile va suivre les zones de sable a chaque période proposé.

On considère les 4 principales zones de sable à exploiter.

Le Tableau 4.12 'définit l'exploitation des zones dans le temps par périodes quinquennales :

Période	exploitation des zones de sable			
	Zone			
	1	2	3	4
2206-2010	7,9			
2011-2015	9			
2016-2020	5			4,9
2021-2025				11,2
2026-2030		3,6	8,8	
2031-2035		11		5,3
2036-2037				7,8
Total	21,9	14,6	8,8	29,2

Tableau 4.12 - Exploitation de sable pour zone et période

4.4.4 - Réutilisation des aires exploitées à Mosqueiro.

Les exploitations vont laisser 100 Km² d'aire exploitée et en majeure partie réhabilitées.

En fonction de la situation locale, trois types d'utilisation peuvent être envisagées:

- On retourne à l'état naturel en mettant en place une végétation du type forêt naturelle, ce qui permettra la reconstitution de la flore et de la faune locale. Cette récupération est possible, et intellectuellement satisfaisante, mais elle restera toujours sous la pression de la croissance urbaine anarchique et dont on ne peut pas mesurer la durée (phénomène des « sans terre et des « sans toit »)

- Utilisation de la zone comme point de développement urbain. On se souvient qu'il manque aujourd'hui 150.000 logements à Belém et qu'il faudra prendre en compte les accroissements de population prévue dans notre étude, soit 0.5% par année. Ceci permet de profiter des infrastructures qui existent déjà sur le site. Il faut toujours envisager la gestion de ressources et de population dans un cadre dynamique.

- L'utilisation de la zone comme ensemble résidentiel de loisirs avec logements, hôtels, infrastructures sportives, lacs artificiels, même marina dans la zone côtière. Comme les plages de Mosqueiro sont actuellement saturées, et il faudra prévoir un lieu de loisir pour la population urbaine de Belém. Figures 4.23 et 4.24.

Dans tous les trois cas il faut prévoir un plan directeur d'utilisation des sols exploités.

Ces trois propositions sont possibles et peuvent être réalisées par la municipalité de Belém, personnellement je préfère la deuxième solution qui résout en partie les problèmes causés par les implantations sauvages de lotissements dans la Région Métropolitaine de Belém.

Il faut régler la question du transport jusqu' à l'île avec un prix accessible pour les habitants.

Il convient là aussi de prévoir et d'organiser des sites viabilisés plutôt que d'avoir à subir un développement anarchique qu'il faut ensuite viabiliser. Là encore ma proposition est très novatrice parce que elle propose le contraire de ce qui se fait actuellement.

J'espère pouvoir faire appliquer ces idées en procurant une meilleure opportunité de vie à des personnes qui en ont vraiment besoin.

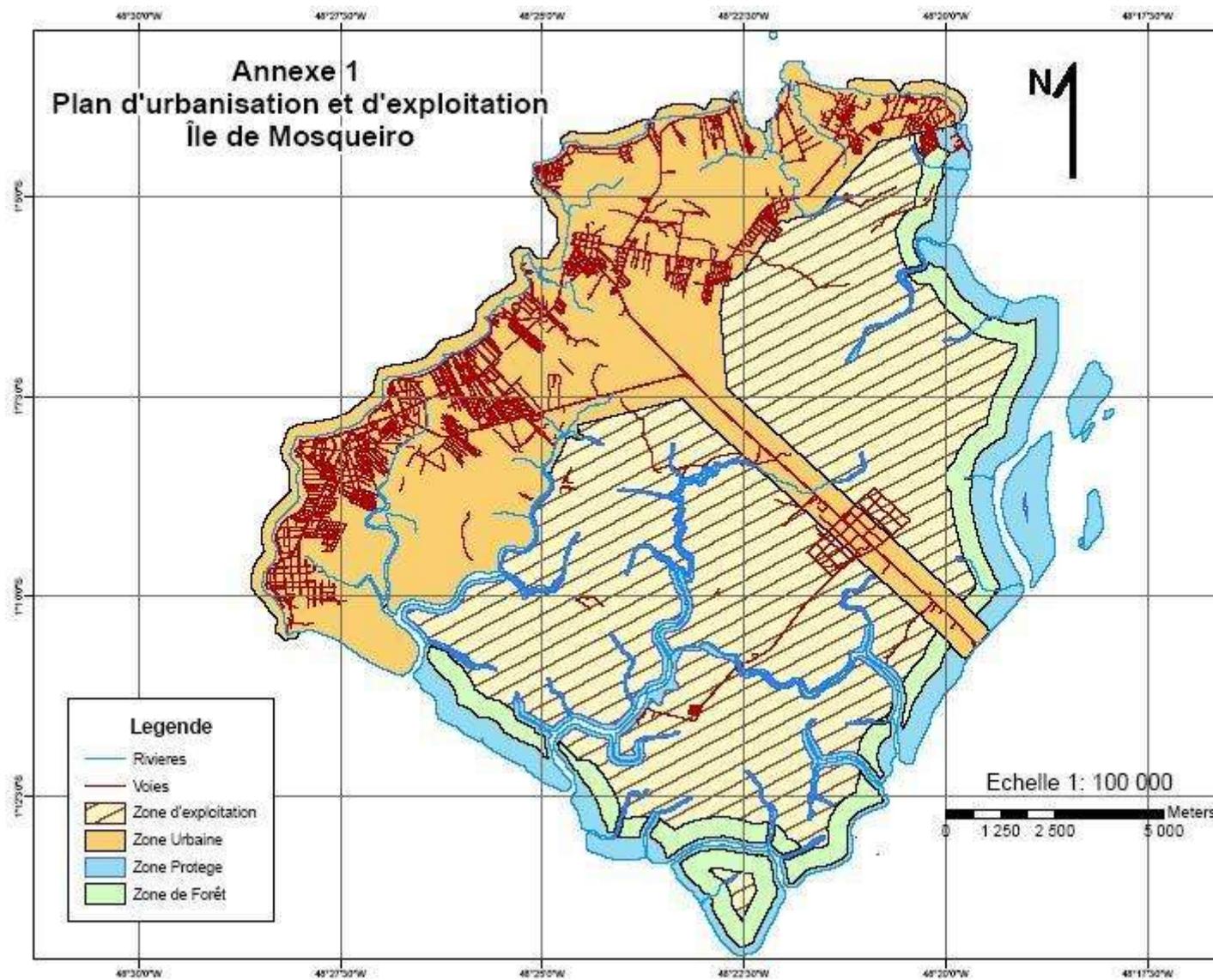


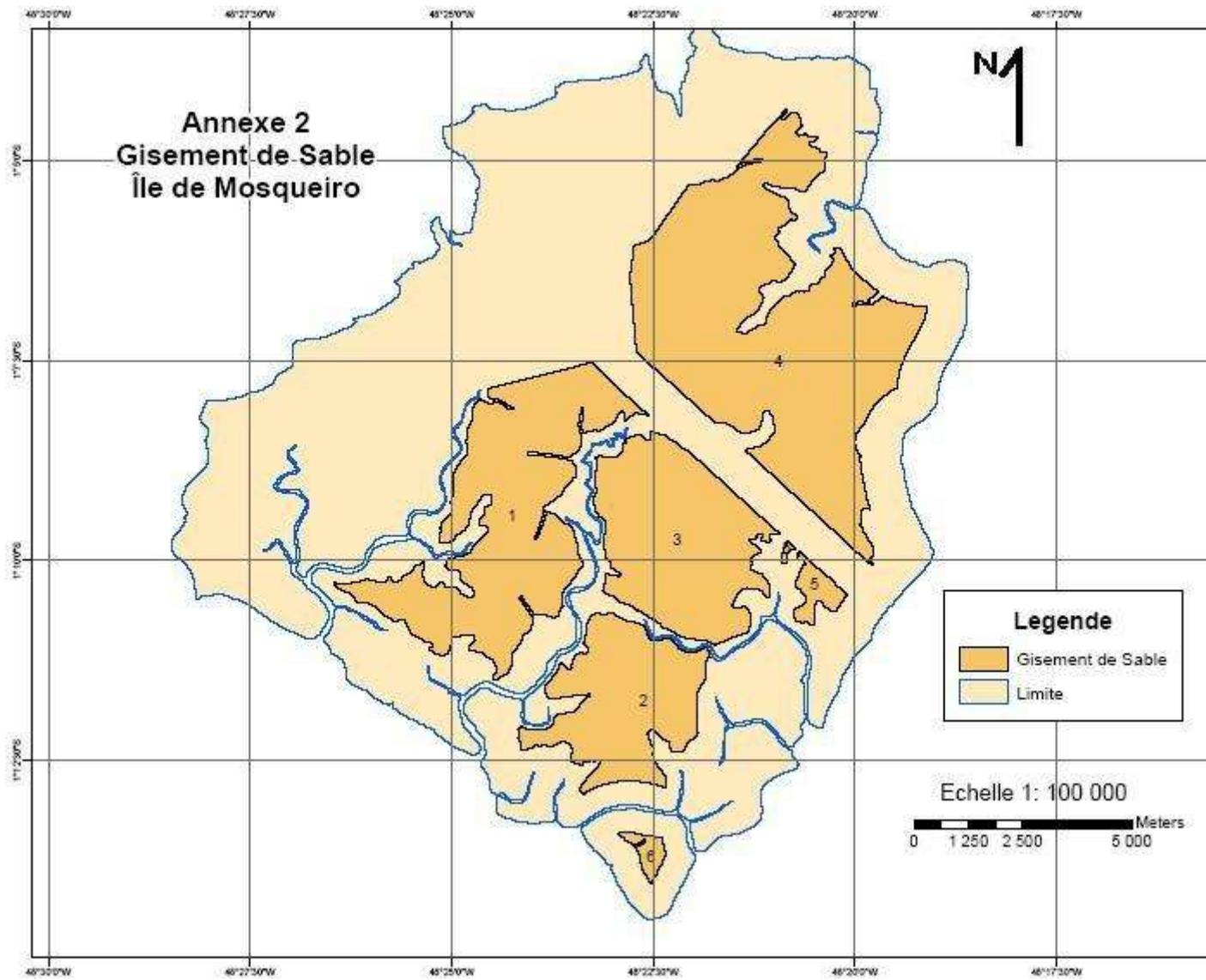
Figure 4.23.. Exemple d'utilisation où l'entreprise a laissé des ouvrages abandonnés.
En fond de figure ancienne exploitation piscicole

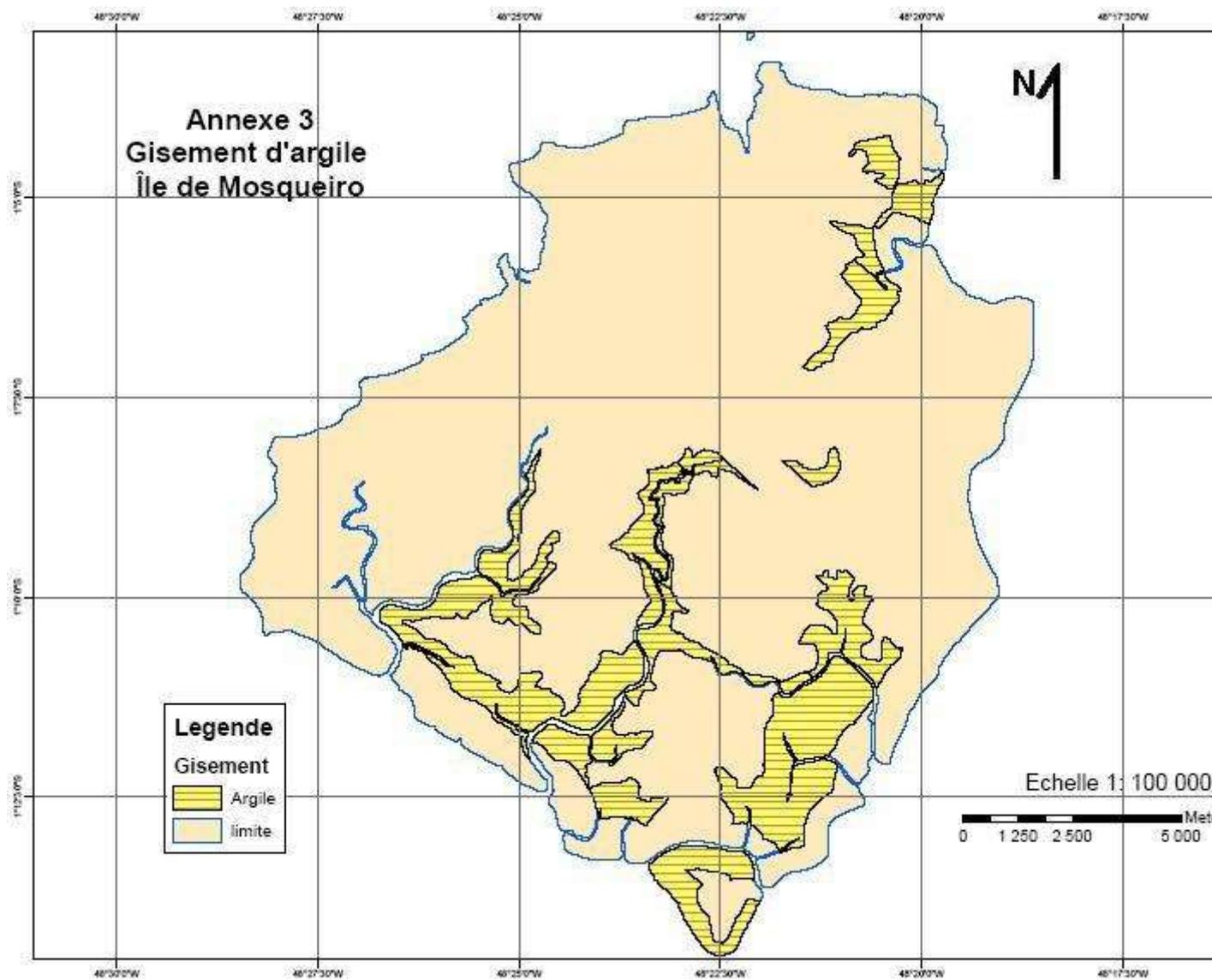


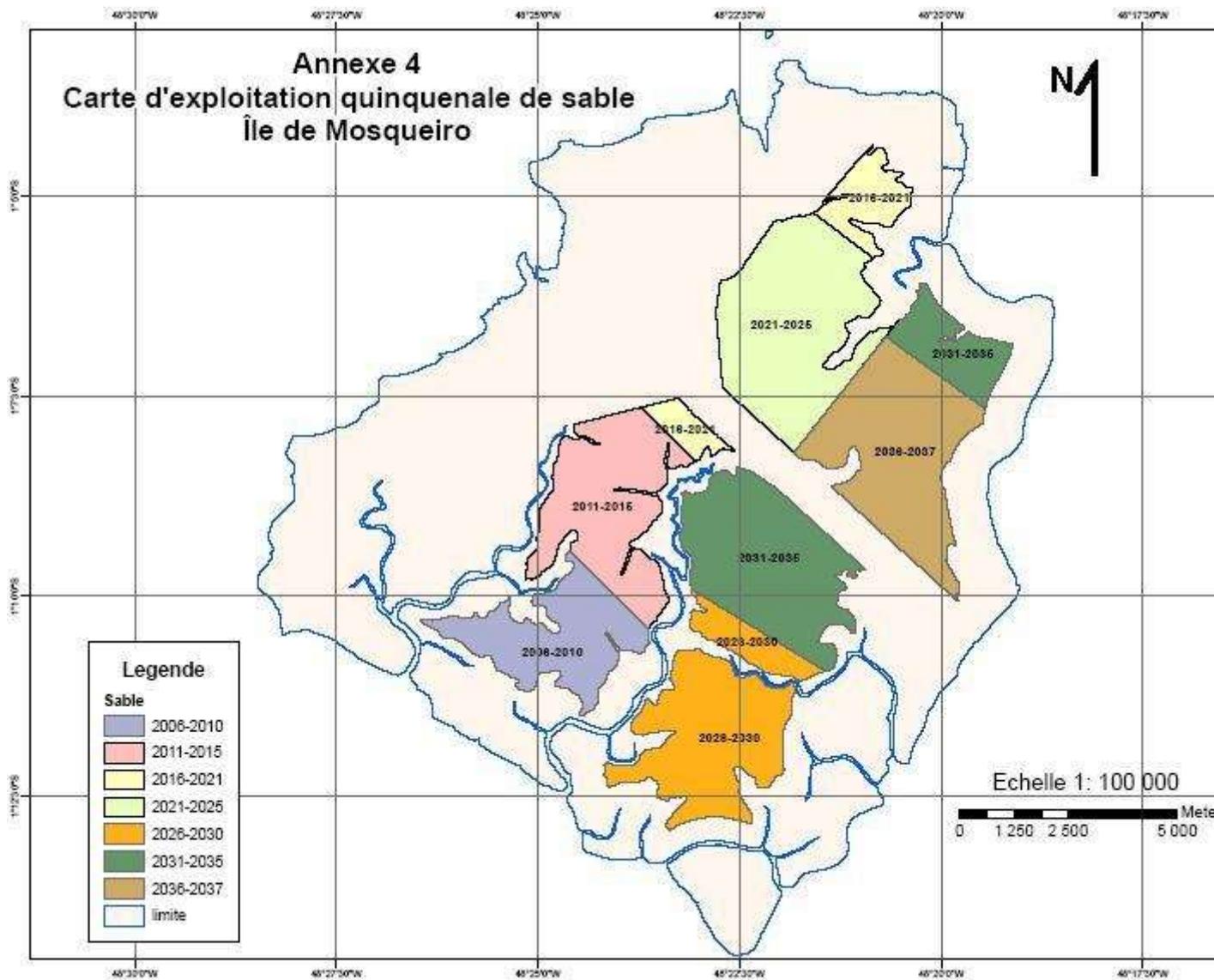
Figure 4.24 Projet d'utilisation d'aire exploitée. Construction d'une piscine à Mosqueiro

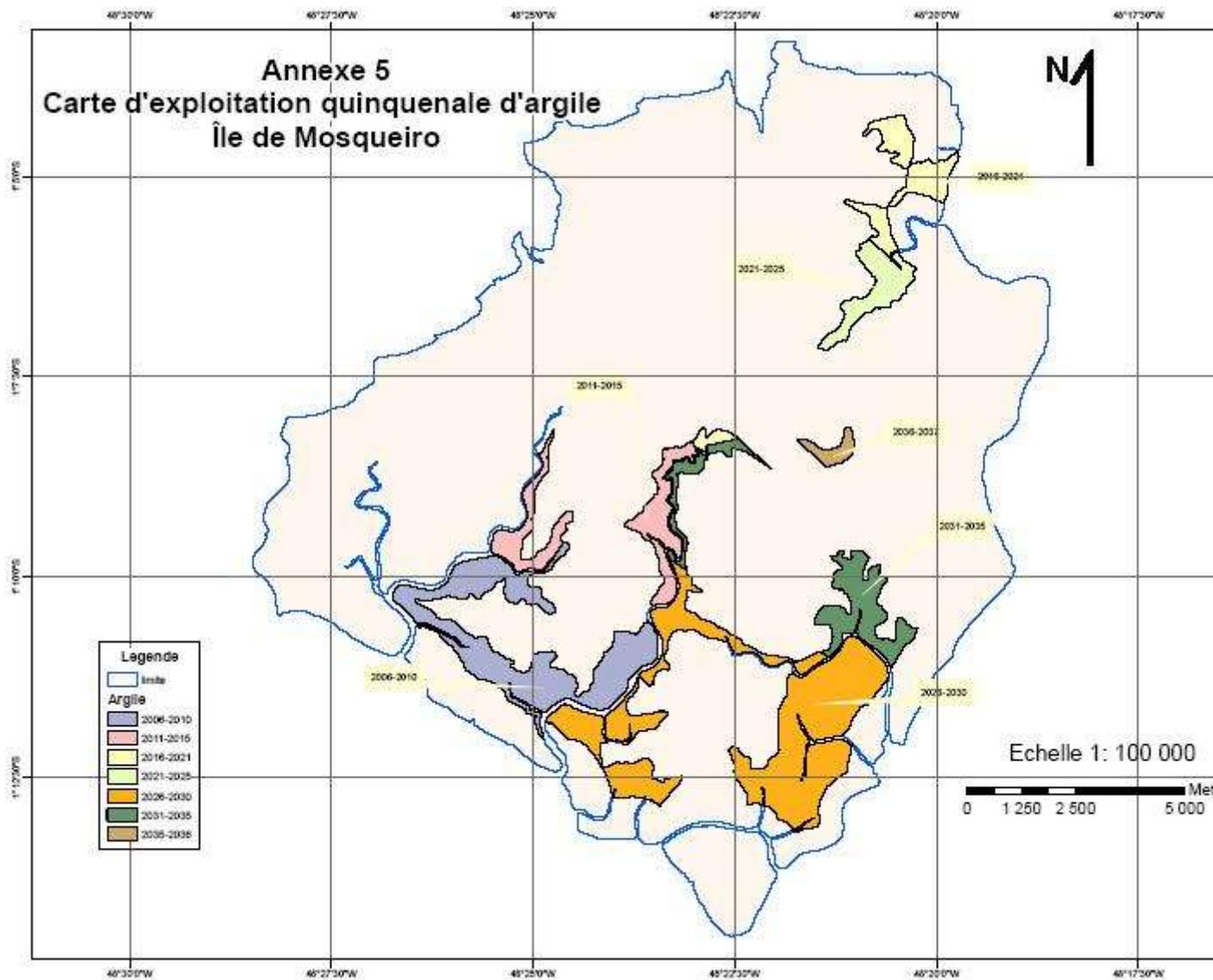
Annexes

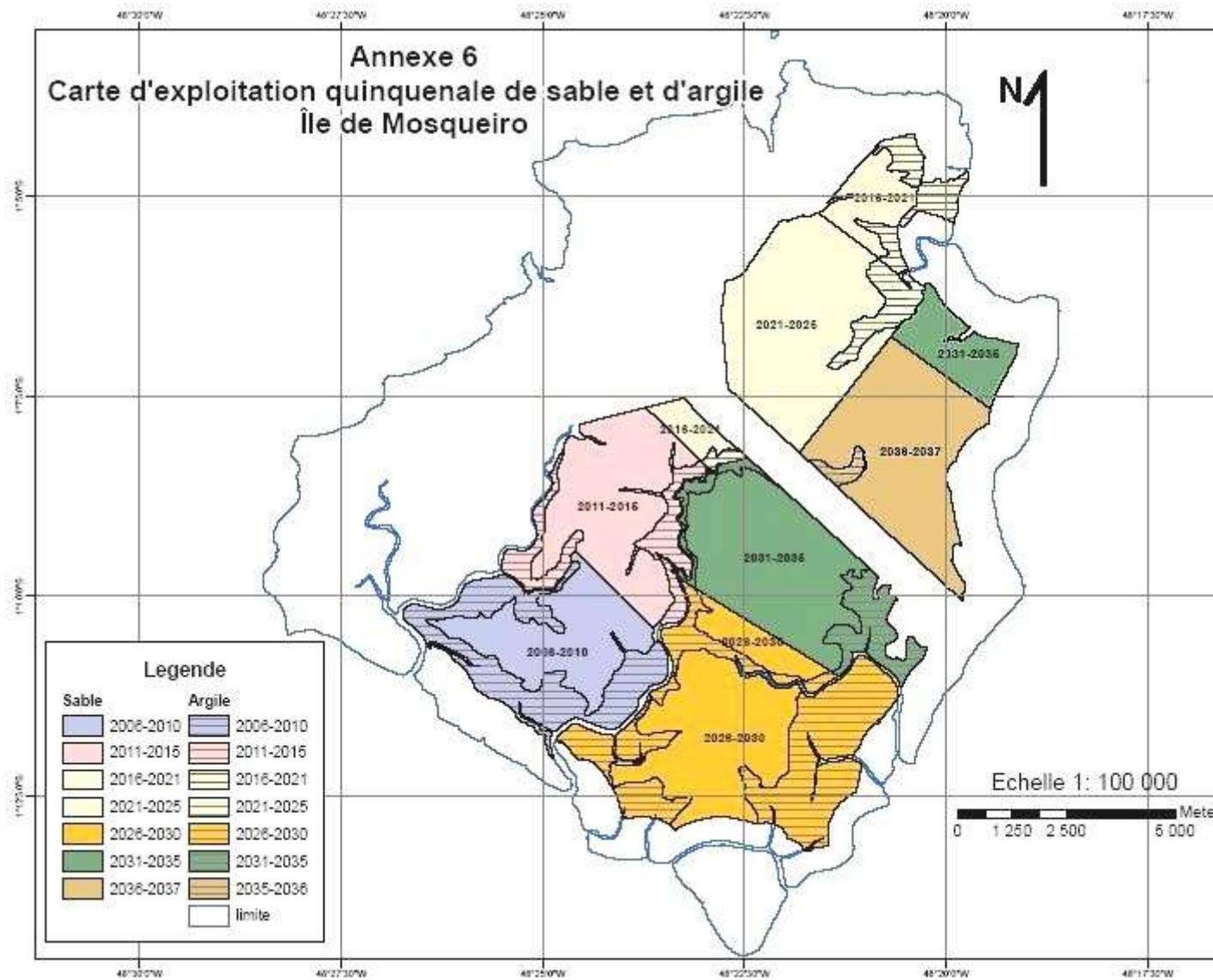












5 - Conclusion

Dans ce projet, à partir des données démographiques connues à ce jour: accroissement de population de 0.5% par an et de besoins en matériaux de 2.5%, nous avons essayé de déterminer la durée de vie des gisements de matériaux de construction de l'île de Mosqueiro et avons évalué celle-ci à une trentaine d'années environ.

Actuellement l'exploitations des carrières est menée de façon anarchique en fonction du Plan Directeur d'Exploitation de la Région Métropolitaine de Belém (RMB) qui conduit a une exploitation partielle du gisement : 7.5% pour les horizons du sol et 30% pour les argiles, soit un ratio moyen de 10.36%.

Le gisement actuel est de 592Mm³. Si nous prenons en compte la population de Belém à ce jour : 1.795 M, et une estimation en besoin de matériaux de 8 T/an/hab soit 15MT, avec les contraintes imposés par l'Administration on en déduit une durée d'exploitation de :

$$592 \times 1.5 \times 10.35\% / 15 = 6.1 \text{ années}$$

Si l'on ne veut pas arriver à une destruction complète des gisements à court terme et si l'on veut que la zone urbaine continue à produire les matériaux nécessaires à sa croissance, il convient de modifier les règlements qui régissent l'exploitation des carrières.

Avec les nouvelles règles, telles qu'éditées ci-avant, la durée d'exploitation des gisements en respectant les contraintes environnementales est portée de 6.1 à 31 ans environ.

Un tel résultat ne peut être obtenu qu'avec une implication municipale forte pour modifier les conditions d'exploitation et d'acquisition de terrains, choisir les entreprises en fonction de leurs capacités techniques et financières, contrôler l'exécution des travaux et la remise en état des sols.

C'est seulement à ce prix qu'on pourra obtenir une durée maximale de l'exploitation de ces richesses.

6 – Bibliographie

- Bidone, E.D. et al. (s.d.) - Projeto de saneamento para recuperação das baixadas de Belém, bacia do Una: Estudo de avaliação dos impactos ambientais. Belém, Prefeitura Municipal de Belém, v.1.157p.
- Borges, M. da S. & Angelica, R.S. Levantamento geológico da ilha de Mosqueiro - Estado do Pará. Projeto Fosfatos na Amazônia, Belém,1986, UFPa/Centro de Geociências, 34p.
- CESSEM – Centre d’Etudes Supérieures pour la Sécurité et l’Environnement Miniers. Notes des Cours. Alès. 2005. Ecole des Minés d’Alès.
- CODEM - COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO E ADMINISTRAÇÃO DA ÁREA METROPOLITANA DE BELÉM. (1980) - Planos Diretores para áreas urbanas da Região Metropolitana de Belém. Icoaraci, Caratateua, Mosqueiro, Marituba, Áreas de expansão. Belém, nº 2, 106p.
- Costa, M.L. da; Angélica, R.S.; Avelar, J.O.G. de. (1991) - Outeiro e Mosqueiro : Exemplos de evolução laterítica imatura. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, Belém, 1991, Anais. Belém, Sociedade Brasileira de Geologia Núcleo Norte, 610p. p479-494.
- Correia, R.L. (1991) - Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Pará. In: Estudos Paraenses. Belém, IDESP. 58(1), 108p. anexos: mapas.
- Costa, T.C.D (2001)- Análise Crítica das Metodologias Gerais de Mapeamento Geotécnico Visando Formulação de Diretrizes para a Cartografia Geotécnica no Tropicó Umido e Aplicação na Região Metropolitana de Belém, Escala 1:50.000 (e (Doctorado) – UFPA.
- Code Minier – Ministère de l’Economie, des Finances et de l’Industrie .1970..
- Hachette – Dictionnaire de Français. 2005. France.;
- IBAMA. (1990) _ Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração : Técnicas de Revegetação. Brasília, IBAMA, 96p.
- IBGE. (1957) - Enciclopédia dos Municípios Brasileiros. Rio de Janeiro, IBGE, 22v. v14.
- Igreja, A.S. et al. (1990) - Estudos neotônicos nas ilhas de Outeiro e Mosqueiro - Nordeste do Estado do Pará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 36º, Natal, 1990. Anais. Natal. Sociedade Brasileira de Geologia, v. ,p. 2110-2124.
- JICA. AGÊNCIA DE COOPERAÇÃO INTERNACIONAL DO JAPÃO (1991). Plano Diretor de Transportes Urbanos. Região Metropolitana de Belém. República Federativa do Brasil, relatório final. Belém, 451p.

- Luis, J. G. & O. P. VERMA (1990) - Levantamento Geofísico. Ilha do Mosqueiro - Pará. FADESP, 9p. (mimeogr.)
- Meira Filho, A. (1993) - Contribuição à história de Belém. Belém, Imprensa Oficial do Estado do Pará, vol.1, 335p.
- PARÁ. IDESP (1980) - Reconhecimento dos Recursos Naturais da Região Metropolitana de Belém. Belém, Convênio SEPLAN/CODEM/IDESP, 82p. Anexos.
- PARÁ. IDESP (1991b) - Anuário Estatístico do Estado do Pará - 1990. Belém, IDESP/Coordenadoria de Documentação e Informação, v.11(2),p.481-910.
- PARA & IBGE 1995. Plano Diretor de Mineração em Areas Urbanas Região Metropolitana de Belém e Adjacências : projeto de estudo do meio ambiente em sitios de extração de materiais de construção na região de Belém-Benevides, Estado do Para – SEICOM – Secretaria de Estado de Industria, Comércio e Mineração e IBGE – Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, . 157p – 2v. (Relatorio Final)
- Pinheiro, R.V.L. (1987) - Estudo hidrodinâmico e sedimentológico do Estuário Guajará - Belém (PA). Belém, 164p (Dissertação de mestrado e Ciências na área de Geologia).
- Rosseti,D.F, Truckenbrodt,W., Goes,A.M. 1989. Estudo Paleambiental e Estratigrafia dos Sedimentos Barreiras e Po-Barreiras na Região Bragantina ? Nordeste do Para. Boletim di Museu Emilio Goeldi, v.1, p.24-74.
- Silva, B.N.R. (1976) - Levantamento de Reconhecimento Detalhado dos Solos da Ilha de Mosqueiro (Pará) com Auxílio de Fotointerpretação. (mimeogr.)
- SUDAM (1984) - Atlas Climatológico da Amazônia Brasileira. Belém, PHCA, SUDAm. 125 p.
- Tancredi, A. C. (1992) - Inventário Hidrogeológico da Região Metropolitana de Belém - Relatório Preliminar nº 1. Belém, SEICOM, Relatório Técnico Interno, np., datilografado.
- Tupiassu, A.A. et al. (1968) - A área Metropolitana de Belém. Belém, Instituto de Desenvolvimento Econômico e Social do Pará. 88p. (Monografia).
- Verraes, G. Notes des Cours. CESSEM – Ecole des Mines d'Alès. 2005.