

Quadro 3 – Recomendações na fase de Planejamento, considerando as alterações previstas nos processos ambientais

(continuação)

Etapas	Atividades	Alterações Ambientais	Ações e Medidas Recomendadas
PROJETO	Cuidados com a privacidade	<ul style="list-style-type: none"> • meio antrópico: relacionadas à qualidade de vida dos usuários. 	<ul style="list-style-type: none"> • verificar se o projeto assegura privacidade visual adequada aos moradores, no interior das moradias; e • verificar se não há circulações públicas junto a janelas de unidades.
	Escolha dos componentes construtivos e modulação	<ul style="list-style-type: none"> • meio físico: relacionadas à geração de entulhos na obra; e • meio antrópico: relacionadas ao custo da obra e geração de empregos. 	<ul style="list-style-type: none"> • verificar a adequação do projeto à modulação dos componentes construtivos a empregar, ponderando dentre os tipos disponíveis no mercado, de forma a reduzir perdas; • observar se o sistema construtivo privilegia a utilização de materiais e componentes construtivos de produção local ou regional, ou se tem risco ambiental potencial, em razão da incorporação de resíduos industriais, ou se tem desempenho potencial satisfatório, fundamentalmente sua durabilidade; • buscar informações que permitam analisar o desempenho ambiental dos componentes construtivos durante todo o seu ciclo de vida; e • observar se o sistema construtivo adapta-se às características da mão-de-obra e de recursos técnicos locais.

3.2 CONSTRUÇÃO

A fase de construção do empreendimento envolve atividades com maior interferência no ambiente, compreendendo desde alterações nos processos naturais de movimentação de massa, a partir das terraplenagens e obras para execução da infraestrutura e edificações, até a geração e disposição de entulhos resultantes. A finalização dessa fase constitui, geralmente, a etapa de paisagismo, onde a vegetação também participa enquanto contenção, tal como na proteção ao processo erosivo de vertentes.

As principais etapas e atividades da fase de construção são apresentadas a seguir, considerando as conseqüências de ações inadequadas dessa fase e recomendando procedimentos para sua abordagem ambiental integrada.

3.2.1 Terraplenagem

Trata-se do movimento de terra necessário para amoldar os terrenos para a construção de uma obra, constituindo-se em um conjunto de operações de escavação, transporte, disposição e compactação de terras,

gerando os cortes e aterros do empreendimento.

É usual que o responsável pela terraplenagem, pautado pela produtividade, execute simultaneamente movimentos de terra em toda a área do empreendimento, com cortes e aterros para construção do sistema viário e quadras. Essa prática deixa os terrenos sem proteção superficial até o início efetivo das obras, o que usualmente acarreta intenso e extenso processo erosivo. Tal prática precisa ser modificada, pois seus resultados são ambientalmente bastante impactantes, inclusive elevando o custo do empreendimento para o usuário, para o próprio empreendedor e para o Poder Público.

A franca exposição de solos é provavelmente um dos mais abrangentes causadores de danos ambientais no período de obras. Seus efeitos transcendem a área da construção do empreendimento, atingindo o entorno e contribuindo, não raro, para problemas gerais que se verificam na cidade como um todo. Solos expostos durante chuvas são transportados, assoreando drenagens naturais ou construídas, favorecendo-se a ocorrência de inundações. Das calhas dos rios Tietê e Pinheiros, na Região Metropolitana de São Paulo, estimou-se, no início da década de 90, uma retirada anual de cerca de 5.000.000 m³ de material de assoreamento, predominantemente constituído por partículas de solo transportadas de locais às vezes remotos, a partir de loteamentos com solo exposto e de extensas áreas terraplenadas

para os mais variados fins (IPT, 1993). Isso leva a recomendar que projetos de movimento de terra transcendam, em muito, a questão da geometria a ser atingida, enveredando necessariamente pela prescrição de procedimentos e de dispositivos a adotar nas movimentações de solo.

Ainda que a legislação dos municípios tenda cada vez mais a incorporar a fixação de períodos do ano em que podem ser realizadas as terraplenagens (evitando-se as épocas chuvosas), o procedimento apenas reduz o volume de material erodido. É necessária a adoção de outros expedientes, envolvendo principalmente o projeto e instalação de sistemas provisórios de drenagem para o período de obras, compreendendo aparatos capazes de reter pelo menos o solo eventualmente erodido na própria área e evitar processos erosivos nos terrenos circunvizinhos.

É também importante aplicar algum tratamento superficial aos taludes que dispensem obras de contenção, tão logo eles atinjam sua configuração final. O tratamento normalmente é feito com o plantio de gramíneas ou, ainda, conforme a configuração geométrica e a qualidade dos solos, com tela argamassada. Taludes devem ainda receber, assim que possível, canaletas de drenagem de crista e de pé.

Cabe alertar que os sistemas de drenagem executados tendem a receber solo particulado em quantidades expressivas, tendo em vista a permanência de áreas com solo

desprotegido. É necessário assegurar que, ao término das obras, proceda-se uma cuidadosa inspeção do sistema, recuperando eventuais trechos assoreados ou obstruídos, pois somente assim ele funcionará, evitando alagamentos e inundações. A mesma recomendação se estende à fase de ocupação do empreendimento.

Um problema ambiental também associado à permanência de solos expostos diz respeito à geração de poeira para o entorno, devido à movimentação de veículos no interior da obra, o que leva à necessidade, nos casos aplicáveis, de adoção de rotina de aspersão de água nos trechos mais utilizados para circulação.

Outro aspecto bastante relevante para a adoção de projetos e procedimentos mais detalhados para os movimentos de terra diz respeito à própria segurança dos operários e também de moradores do entorno das áreas sob intervenção. Não são raros os acidentes envolvendo soterramento de operários ou de escorregamentos atingindo imóveis lindeiros às áreas em obras. Escavações junto a construções vizinhas também podem ocasionar danos a construções existentes. Os riscos devem ser previstos e equacionados com antecedência, com os moradores, assegurando-se a reparação de eventuais danos causados.

A terraplenagem extrapola os movimentos de terra para construção das edificações, drenagem e redes de infra-estrutura. Abrange também as atividades minerárias

para obtenção do material de empréstimo (solo e rocha), utilizados na construção. As principais atividades da terraplenagem são apresentadas a seguir.

3.2.1.1 Movimentos de solo para redes de infra-estrutura e edificação

Consideram-se redes de infra-estrutura de um empreendimento habitacional o conjunto de obras que constituem o suporte de seu funcionamento, possibilitando condições e qualidade de subsistência ao novo ambiente a ser construído. Compreende, portanto, o conjunto de redes básicas de abastecimento de água, esgotamento sanitário, energia elétrica, telefonia e sistema de drenagem, os quais geralmente não exigem grandes volumes de terraplenagem para sua implementação. Em contrapartida, o sistema viário e as quadras e lotes demarcados, também considerados como parte da infra-estrutura, em geral demandam maior movimento de terra, preparando o terreno para a edificação.

A abertura do arruamento consiste inicialmente na execução dos serviços de terraplenagem, destinados a remodelar o terreno natural de acordo com as características das ruas projetadas. Para o remodelamento do terreno, são realizados, quando necessários, cortes e aterros, de tal modo que os greides ou perfis das ruas correspondam aos definidos em projeto. É usual, na abertura do arruamento, abranger uma faixa com largura que contemple não só o leito carroçável como também os passeios.

Após a colocação do estaqueamento pelas equipes de topografia, as áreas a terraplenar são submetidas à avaliação, identificando-se possíveis interferências como, por exemplo, árvores, trechos com presença de rochas aflorantes e trechos em várzea. Constatando-se a presença de vegetação de porte arbóreo, esta é usualmente removida.

Para a execução de cortes, verificam-se três principais possibilidades: cortes em solo, cortes em rocha alterada e cortes em rocha sã. Dependendo da situação encontrada, poderá ser necessário o uso de explosivos. Nos três casos, o material é removido para bota-fora ou para aterro.

Para a execução dos aterros, é necessária a remoção da cobertura vegetal, bem como, se for o caso, a remoção de eventual solo orgânico com pouca capacidade de suporte. Devem então ser executados endentamentos no terreno, com o objetivo de criar superfícies estáveis para receber o aterro. Isto permite que o material lançado como aterro se fixe convenientemente, evitando-se superfícies favoráveis a rupturas.

Quando da demarcação do arruamento, as quadras são também automaticamente demarcadas. De acordo com as cotas previstas no projeto de obras de terra, poderão existir locais onde será necessário o desbaste de quadras ou, ainda, aterros parciais. Nesses casos, o procedimento é semelhante ao utilizado para a abertura de ruas.

3.2.1.2 Obtenção de material de empréstimo

Considera-se material de empréstimo todo material (solo e rocha) retirado de áreas próximas ao empreendimento habitacional, selecionado principalmente por suas características granulométricas, para ser utilizado basicamente como aterro e, eventualmente, como insumo nas obras de infra-estrutura e nas edificações (por exemplo, solo argiloso para correção do leito do sistema viário, solo arenoso para filtro do sistema de drenagem da obra, ou cascalho/pedrisco como agregado de concreto).

Tais materiais nem sempre estão disponíveis no local. Assim, é necessário o levantamento da disponibilidade de matéria-prima, constituindo o planejamento minerário do empreendimento, onde deve ser também tratada a recuperação da área de empréstimo após sua utilização.

Caso os materiais de empréstimo empregados tenham que ser extraídos pelo empreendedor e transportados de fora da área da obra, caracteriza-se atividade de mineração, regulamentada por legislação específica. Apenas os materiais provenientes dos trabalhos de escavação realizada no próprio local do empreendimento podem ser utilizados, em tese, sem reservas legais, na própria obra.

A mineração instalada no local do empreendimento, tanto do material de empréstimo como o desmonte de rochas para utilização como pedra de cantaria (utilizada no cal-

çamento ou para construção de muros de contenção), dependendo de sua dimensão ou forma de extração, pode provocar uma série de impactos negativos no meio circundante. Ruídos, vibrações e lançamento de fragmentos de rochas podem ocorrer se houver desmonte de maciços rochosos pela ação de explosivos. Outros efeitos mais comuns relacionam-se a:

- a) intensa movimentação de veículos nas vias de acesso locais, particularmente no transporte dos produtos da mineração, com geração de poeira, ruídos e incômodos no trânsito;
- b) vibrações, poeiras e ruídos associados às demais operações que compõem o ciclo de produção da mina (como sistemas de britagem e movimentação de máquinas) e que eventualmente podem atingir moradias já instaladas nas circunvizinhanças;
- c) processos de erosão e assoreamento nas imediações, com origem nas operações de lavra envolvendo escavações, deposição inadequada de materiais não-aproveitados e sistemas de drenagem insuficientes; e
- d) alterações paisagísticas envolvendo impactos visuais e instabilidades associadas à presença de cavas ou lavras em encostas, cujos efeitos costumam ser transferidos à população dos seus entornos, na forma de incômodos e insegurança.

Quando se torna necessário o uso de explosivos para remover trechos de rochas aflorantes, geram-se não só ruídos e poeira

mais intensos, como também deslocamentos violentos de ar e lançamentos de fragmentos de rocha até mesmo a grandes distâncias, o que conduz a lembrar que são necessários cuidados especiais nas detonações, que devem atender a normas quanto a aspectos de segurança, evitando danos patrimoniais e pessoais na área de entorno e riscos para os operários.

Assim, quando o empreendimento necessitar de material de empréstimo e decidir-se obtê-lo diretamente, ao invés de adquiri-lo no mercado, fica caracterizada essa atividade de mineração, devendo-se tomar previamente os cuidados legais, adotar as medidas de segurança e prever medidas de recuperação da área. Tais medidas já devem ser implementadas durante o próprio desenvolvimento da lavra (como o controle do reaquecimento topográfico, construção de sistemas de drenagem e disposição adequada de materiais não utilizados), bem como aquelas de caráter complementar após a desativação das operações na área lavrada (destacando-se as eventuais correções topográficas finais, adequação nas propriedades do solo superficial remanescente e os procedimentos de revegetação ou de outras formas de estabilização). Dessa maneira, uma área de mineração que forneceu material de empréstimo, para utilização em obras de habitação, poderá no futuro ser devidamente orientada para outra finalidade de uso, em projetos de natureza habitacional, industrial ou de lazer, entre outras alternativas possíveis.

3.2.1.3 Procedimentos

Considerando as atividades tratadas na etapa de terraplenagem, tanto nos movimentos de terra para construção das redes de infra-estrutura como para as edificações, recomendam-se os seguintes procedimentos que propiciem uma abordagem ambiental integrada:

- **reduzir a exposição do solo, evitando terraplenagem simultânea em toda a área e exigir proteção superficial (vegetal e de drenagem), de acordo com as características geotécnicas do terreno;**
- **estabelecer um programa de terraplenagem que considere incômodos por ruídos, vibrações e poeira, além de risco de acidentes e danificação de construções circunvizinhas; e**
- **prever, em áreas de empréstimo, a recuperação e, eventualmente, a reabilitação do local.**

3.2.2 Edificações e Demais Obras

Após a terraplenagem, tratada anteriormente, para preparação do terreno, tem-se a implementação propriamente dita das obras, condizente com o projeto desenvolvido na fase anterior. É importante ressaltar

que o assentamento pode prever ampliações futuras, quando parte das atividades da fase de construção seria retomada, porém com ocupações já instaladas. As atividades das obras usuais no empreendimento habitacional são apresentadas a seguir.

3.2.2.1 Construção de drenagem de águas superficiais

O sistema de drenagem constitui um conjunto de operações e instalações destinadas a coletar, retirar e reconduzir a água superficial ou de percolação de um maciço, estrutura ou escavação. Em geral, a deficiência de drenagem é responsável por grande parte dos problemas em um empreendimento.

A rede de drenagem das águas pluviais é usualmente composta por guias, sarjetas, caixas de captação do tipo com bocas de lobo, tubulações subterrâneas (geralmente constituídas por tubos de concreto), poços de visita, escadas d'água, canaletas superficiais e estruturas de deságüe nos sistemas públicos de drenagem ou cursos d'água próximos.

A implementação dessas obras implica alterações pouco significativas nos processos existentes anteriores, porém a correção de sua execução será fundamental durante o seu funcionamento. A drenagem interfere no processo erosivo e, caso não seja bem construída, não cumprirá adequadamente sua função de captação e condução das águas

pluviais. Como consequência, poderá mesmo induzir situações inversas ao seu propósito, intensificando a erosão ao longo das canaléticas, em locais de vazamentos ou nos pontos de lançamento da água aduzida.

A construção de linhas subterrâneas de condução de águas pluviais pode exigir maiores interferências nos terrenos, na abertura de valas, nos traçados previstos em projeto. Para tanto, deverão ser avaliadas as necessidades de escoramento de determinados trechos (procedendo-se, conforme o caso, à colocação de escoras de suporte).

3.2.2.2 Implementação de abastecimento de água

A execução do sistema de abastecimento de água terá impactos diferenciados segundo a concepção da solução e tecnologias adotadas.

Sistemas locais de abastecimento, que incluam captação, tratamento, reservação e distribuição, envolvem obras que têm impactos controláveis e temporários, se obedecido o projeto que propiciou a licença ambiental. No caso de soluções interligadas ao sistema urbano, o impacto será igualmente controlável e temporário. Obviamente, tem-se em consideração que, na etapa de planejamento, todo o entendimento e formalização de compromissos com os órgãos responsáveis pelo serviço tenham sido adequadamente conduzidos.

3.2.2.3 Implementação de esgotamento sanitário

A execução do sistema de esgotamento sanitário terá impactos diferenciados segundo a concepção da solução e tecnologias adotadas.

Sistemas locais de esgotamento, que incluam coleta, tratamento e disposição, envolvem obras que têm impactos controláveis e temporários, se obedecido o projeto que propiciou a licença ambiental. No caso de soluções interligadas ao sistema urbano, o impacto será igualmente controlável e temporário. Obviamente, tem-se em consideração que, na etapa de planejamento, todo o entendimento e formalização de compromissos com os órgãos responsáveis pelo serviço tenham sido adequadamente conduzidos.

3.2.2.4 Colocação de rede de energia elétrica

A rede de entrada e distribuição de energia elétrica é composta por postes, cruzetas, isoladores, transformadores, cabos e acessórios. Para o transporte e colocação dos postes, utilizam-se caminhões, que também dão apoio aos demais serviços de implantação da rede. As obras para a rede de energia elétrica levam a alterações pouco significativas nos processos, porém, cuidados especiais devem ser tomados em relação à vegetação, cujas copas das árvores podem danificar as fiações.

3.2.2.5 Execução de sistema viário e pavimentação

Em um sistema viário, a drenagem constitui a maior responsável pela sua eficiência, principalmente quando se trata de vias de terra, bastante comuns nos assentamentos, em geral provisórias, mas com seu revestimento relegado por longos períodos. O arruamento tende a ser o escoadouro da água de chuva e a impermeabilização imposta pelo revestimento das vias, ou mesmo o próprio sistema de drenagem, influem na concentração e aumento de fluxo das águas e, conseqüentemente, podem provocar erosão nos terrenos circunvizinhos. Sobressai, então, a importância da captação e condução dessas águas para locais mais adequados, como uma drenagem natural, com obras complementares para dissipação de sua energia.

Em arruamento de terra, duas são as características técnicas fundamentais que a via deve apresentar, para garantir condições de tráfego satisfatórias (SANTOS et al., 1988):

- a) boa capacidade de suporte; e
- b) boas condições de rolamento e aderência.

A capacidade de suporte é a característica que confere à via condições de resistência à deformação, ante as solicitações de tráfego. As condições de rolamento dizem respeito às irregularidades da pista (tal como esburacamento e materiais soltos), que interferem sobre a comodidade e segurança do tráfego.

Dentre os procedimentos técnicos utilizados para melhorar o leito de um arruamento de terra, destaca-se o revestimento correto do seu leito com uma mistura compactada de materiais granulares (areia e cascalho) com material ligante (argila). Evidentemente, sempre acompanhado de um bom sistema de drenagem.

É importante lembrar que, para o revestimento primário, são necessárias áreas de empréstimo, que devem estar previstas, bem como a sua reabilitação posterior, caso não se opte por adquirir os materiais de fornecedores já estabelecidos.

Se estiver prevista pavimentação, ela pode ser em concreto, asfalto ou com blocos simples ou intertravados de concreto. Todas as alternativas resultam redução do grau de permeabilidade do terreno e, conseqüentemente, diminuindo também o tempo de concentração das águas superficiais. Tal condição exige um sistema de drenagem eficiente para evitar áreas de alagamento e erosão.

3.2.2.6 Construção de passeios públicos

Nos programas implementados pelo Estado, a execução de passeios públicos, em conjuntos com modelos do tipo casa ou em simples parcelamentos de solo, fica normalmente a cargo dos futuros moradores. Em alguns conjuntos baseados em prédios isolados ou em condomínios, os passeios são eventualmente construídos no período das obras.

O calçamento é importante para a qualidade de vida dos usuários, relacionado tanto com a questão de segurança como com o conforto da população local. Em relação a este último, o passeio público deve considerar também os aspectos paisagísticos. As atividades envolvidas caracterizam-se mais marcadamente por trabalhos manuais, incluindo eventuais obras de jardinagem (ver item 3.2.4 Paisagismo).

3.2.2.7 Execução de obras de contenção

As obras de contenção constituem estruturas de reforço aplicadas em taludes de corte ou de aterro, por meio de execução de diferentes obras de engenharia, dependendo das condições de cada local, com a finalidade de aumentar o coeficiente de segurança e, portanto, a estabilidade do talude. A indicação das contenções necessárias dependerá do entendimento dos processos ocorrentes e suas alterações, de acordo com o tipo de projeto escolhido.

Não raro, as obras de contenção necessárias, no âmbito de cada lote, são muitas vezes preteridas, devido o seu elevado custo, ou são inadequadamente construídas, pela indisponibilidade do conhecimento técnico necessário ou pela simples falta de recursos.

Incluem-se também, além das estruturas na forma de muros, mais conhecidas como obras de contenção, as obras de drenagem destinadas a coletar, retirar e reconduzir a água de percolação de um maciço,

estrutura ou escavação, como forma complementar de estabilização de talude ou das obras. Também faz parte das obras de contenção a proteção superficial, que se constitui no conjunto de cuidados dispensados à superfície do terreno para sua manutenção ou preservação em defesa de ações externas (principalmente águas pluviais, que resultam no desenvolvimento de processos erosivos), ou mesmo de fenômenos intrínsecos ao seu material constituinte (composição e forma do talude, que resultam no desenvolvimento de processos de escorregamento; presença de argila expansiva, que induz a desagregação superficial da rocha/solo; fluxo de água subterrânea, provocando erosão interna ou *piping*, dentre outros).

Além de uma série de revestimentos utilizados usualmente para a proteção superficial, esta pode ser implementada por meio de plantio de gramíneas, podendo esse plantio ser realizado por revestimento em placas ou hidrossemeadura (lançamento de mistura solução+sementes, em pequenas covas pré-escavadas nos taludes).

É importante notar que muros de divisa entre lotes podem também ter características de obras de contenção. O Estado não constrói muros de divisa em seus programas habitacionais, sejam eles destinados a unidades isoladas ou geminadas, sejam a prédios com vários pavimentos ou a condomínios de prédios. A sua construção fica, então, por conta dos moradores e só ocorre após a ocupação. Em terrenos acidentados, isto tem gerado até

mesmo situações efetivas de risco. Em locais onde deveriam ser construídos muros com características de obras de contenção, nada é construído ou surgem, muitas vezes, frágeis muros executados por moradores, expostos à ruptura e ao desabamento, seja pela incapacidade financeira em construir uma obra de contenção, seja por desconhecimento técnico.

3.2.2.8 Construção das unidades habitacionais

Na construção de unidades habitacionais, os impactos ambientais mais significativos consistem nas questões relacionadas com a geração de entulho, ruído, poeira e contaminação do solo e da água por lavagem de equipamentos e ferramentas. Além disso, são também consideráveis os números de acidentes de trabalho na construção civil.

Nos empreendimentos de casas, destaca-se que é comum a centralização da produção de concretos, argamassas, ferragens, dentre outras atividades. Principalmente se reforçada por programas racionalizados, a centralização facilita o controle ambiental no trato dos resíduos e entulhos, permitindo melhor aproveitamento de materiais e componentes, com redução de perdas e, portanto, de entulho, além de estabelecer maiores condições para a avaliação potencial de seu desempenho, principalmente sua durabilidade. Nos casos de auto-construção, a tendência é a grande ocorrência de perdas de material, uma vez que, no geral, não se dispõe de

um projeto conduzindo a técnicas mais apuradas. Verifica-se assim uma grande geração de entulho.

No que pese o saber popular na atividade de edificar, o resultado da auto-construção, notadamente em encostas, tende a ser de péssima qualidade. São freqüentes as casas úmidas, devido a problemas de insolação ou de paredes em contato com a terra, assim como se observam outras patologias típicas deste tipo de construção, tais como trincas provenientes de instabilizações de terreno e usualmente também relacionadas à própria qualidade do material utilizado. Um procedimento alternativo que se sugere, por exemplo, é o do parcelamento atrelado ao projeto de edificações, com acompanhamento especializado para orientação das construções.

Ainda que exista uma extensa gama de sistemas construtivos em aplicação, no Brasil, na construção habitacional de interesse social promovida pelo Estado, apenas recentemente se constataram substituições mais relevantes em relação aos sistemas convencionais. Acredita-se ser possível e desejável que outras tecnologias de edificações, menos impactantes que as usuais, já disponíveis no mercado ou que podem ser desenvolvidas, ganhem espaço.

3.2.2.9 Procedimentos

Considerando as atividades tratadas na etapa de obras, indicam-se os seguintes procedimentos que possibilitem uma abordagem ambiental integrada:

- **estabelecer um programa de obras que considere incômodos por ruídos, vibrações e poeira, além de risco de acidentes e danificação de construções circunvizinhas;**
- **monitorar a execução correta das obras, destacando-se a eficiência do sistema de drenagem, a construção de contenções necessárias, a qualidade dos materiais e a segurança de escavações;**
- **reduzir a geração de resíduos sólidos;**
- **acompanhar o cumprimento de metas e prazos estabelecidos na fase de planejamento, para a implantação dos sistemas de infra-estrutura, e condicionar a entrega de unidades habitacionais à entrada em funcionamento desses sistemas; e**
- **pesquisar tecnologias de edificação menos impactantes que as usuais e, no caso de auto-construção, fazer o parcelamento atrelado ao projeto, com acompanhamento especializado.**

3.2.3 Bota-fora

A terraplenagem e as obras geram resíduos sólidos excedentes das escavações e de entulhos, que necessitam de disposição adequada, em aterros na própria área ou em áreas de disposição previamente selecionadas e regularmente legalizadas.

Como uma obra civil, os conjuntos habitacionais são fruto da combinação dos diversos materiais de construção entre si, cada qual desempenhando uma função específica e com diferentes graus de periculosidade de contaminação ambiental. O concreto e a argamassa são os principais componentes, acrescidos de outros materiais, como cerâmicas, madeiras, metais, pedras naturais, gesso, tintas e vernizes, vidros, aditivos, plásticos e borrachas.

Cabe resgatar o conceito de periculosidade dos resíduos sólidos, necessário ao melhor entendimento do que será abordado na seqüência e com implicações diretas em relação ao manuseio e disposição final destes materiais. A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), em sua norma NBR 10004, diferencia os resíduos sólidos, em relação aos riscos potenciais que representam ao meio ambiente e à saúde pública, em três classes de periculosidade, conforme descritas no **Quadro 4**.

Assim, tendo em conta sua periculosidade, os resíduos sólidos podem ter a seguinte destinação final:

- a) resíduos sólidos classe I devem ser encaminhados para aterros de resíduos industriais perigosos;
- b) resíduos sólidos classe II devem ser encaminhados para:
 - aterros sanitários (no caso dos resíduos domiciliares); ou
 - aterros de resíduos industriais não-perigosos (no caso dos resíduos indus-

Quadro 4 – Classificação dos resíduos sólidos quanto à periculosidade

Categorias	Características
Classe I (Perigosos)	Apresentam risco à saúde pública ou ao meio ambiente, caracterizando-se por possuir uma ou mais das seguintes propriedades: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade.
Classe II (Não-inertes)	Podem ter propriedades como combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade, porém, não se enquadram como resíduo classe I ou III.
Classe III (Inertes)	Não têm constituinte algum solubilizado em concentração superior ao padrão de potabilidade da água.

Fonte: ABNT (1987).

triais). Em alguns casos, e desde que obtida a autorização prévia do Órgão Estadual de Controle da Poluição Ambiental - OECPA ou equivalente, tais resíduos podem ser co-dispostos em aterros sanitários; e

c) resíduos sólidos classe III devem ser encaminhados para aterros de resíduos inertes.

Deve ainda ser lembrado que, quando submetidos a tratamentos, além de eventuais reduções volumétricas, os resíduos sólidos podem ter suas características de periculosidade atenuadas e, deste modo, ter sua disposição final efetuada em aterros menos complexos.

Considerando-se um empreendimento habitacional padrão, será de maior importância, nesta fase do empreendimento, a geração dos resíduos da construção civil ou entulho. Tais resíduos originar-se-ão de atividades

como: limpeza e consolidação inicial do terreno; construção de vias de acesso interno; execução de obras de drenagem da água superficial; execução de obras de proteção superficial; execução de fundações de edificações; construção de edificações; execução de obras para o abastecimento de água; execução de obras de conexão para o abastecimento de água; execução de obras de conexão ao sistema de esgotamento sanitário; execução de obras para coleta e armazenamento temporário de resíduos sólidos; e execução de obras para abastecimento de energia.

De modo geral, o entulho origina-se das sobras e/ou dos desperdícios do processo construtivo. Em sua maioria, é constituído por materiais inertes (porém, não exclusivamente), sendo potencialmente reaproveitável. De acordo com PINTO (1992), dentre os fatores que influenciam sua origem, produção e características, incluem-se:

- a) insuficiência de definição em projetos (arquitetura, estrutura, formas, instalações);
- b) ausência de qualidade nos materiais e componentes de construção utilizados; e
- c) ausência de procedimentos e mecanismos de controle na execução (perdas na estocagem e transporte em canteiro, carência de controle geométrico, ausência de prumo, nivelamento e planicidade; aumento no consumo de materiais para recuperação da geometria etc.).

Aos fatores citados acima, pode-se associar a falta de treinamento para qualificação da mão-de-obra utilizada. Além disso, o padrão de qualidade que se deseje para um dado conjunto habitacional será determinante em suas características arquitetônicas e construtivas. Nesse contexto, a arquitetura indicará a diversidade e a qualidade dos insumos que estarão presentes na construção (e também no rejeito formado), enquanto que os métodos construtivos utilizados influirão sobre os volumes descartados (SILVEIRA, 1993).

Além de entulho, na fase de construção, de acordo com o porte do empreendimento em questão, ter-se-á a geração de resíduos no chamado canteiro de obra, os quais podem ser divididos em dois grupos principais: um primeiro grupo, de resíduos de características domiciliares (classe II) e um segundo, com resíduos de características industriais, oriundos das operações de abastecimento, manutenção e reparo de equipamentos e máquinas. No caso dos resíduos sólidos desse segundo grupo, sua periculosidade será dependente da presença de materiais contaminantes (óleos, graxas etc.) e das características dos itens gerais de reposição periódica descartados.

Como referência, os tipos de entulho gerados conforme as etapas da atividade construtiva e a composição do entulho, considerando-se levantamento no Município de Campinas-SP, estão apresentados, respectivamente, nos **Quadros 5 e 6**. A área de bota-fora deve ser reabilitada após a conclusão das obras, visando sua reutilização para outros fins, tais como um parque, dependendo das condições topográficas do local.

Quadro 5 – Tipos de entulho gerados durante a fase de construção

Atividades/Materiais	Principais Resíduos
Demolições retiradas e remoções	Areia, argamassa, azulejos, barras de ferro, blocos cerâmicos maciços ou furados, blocos de concreto, blocos de concreto celular, brita, cal, carpetes, cerâmica, concreto (simples, armado ou ciclópico), cortiça, esmalte, esquadrias metálicas, gesso, janelas, ladrilhos, lambris, madeiras, material asfáltico, material vinílico, óleo, paralelepípedos, peças de encaixe e metálicas, pedras, perfis metálicos, pisos poliméricos, portas, pré-moldados de concreto, tábuas, tacos, telhas cerâmicas, de fibrocimento, têmpera
Limpeza do terreno	Resíduos vegetais, solo, rocha.
Instalações provisórias	Argamassa, blocos, madeira, material rochoso, pranchões, pregos, solo, tábuas, telhas.
Movimento em terra e rocha	Material rochoso, solo.
Carga, descarga e transporte	Azulejos, blocos, ladrilhos, cimentos, materiais a granel, telhas.
Drenagem de terrenos	Areia, brita, concreto, juntas de tubos cerâmicos e de concreto, pranchas de madeira, rejeitos rochosos, solos.
Preparo de argamassa	Areia, cal, cimento, cimento branco, cimento colante, pedregulhos, pedrisco, pó de mármore, saibro.
Infra-estrutura	Areia, argamassa, brita, cal, cimento, concreto, pedras, pranchas de madeira, rocha, sobras de aço, solo, tijolos.
Superestrutura	Arame, areia, blocos cerâmicos, blocos sílico-calcários, brita, cal, chapas de madeira, chapas metálicas, cimento, concreto, laminados, blocos de vidro, saibro, sobras de aço, tábuas, tijolos cerâmicos furados, tijolos comuns e sílico-calcários, vermiculita.
Vedação	Elementos de juntamento, elementos vazados de concreto, painéis pré-fabricados, placas de granilite ou de mármore, vidro fixo.
Esquadrias de madeira	Aparas de madeira, argamassa, peças de fixação.
Esquadrias metálicas	Alumínio, aparas metálicas, argamassas, batentes de ferro, juntas, lascas de madeira, peças de fixação, pregos.
Cobertura de madeira	Aço, acrílico, aparas de chapas de aço e de madeira, aparas metálicas de alumínio, domos de fibra de vidro e de fibrocimento, peças de fixação, restos de telha cerâmica e de PVC.

(continua)

Quadro 5 – Tipos de entulho gerados durante a fase de construção

(continuação)

Atividades/Materiais	Principais Resíduos
Instalações hidráulicas	Aço galvanizado, alvenaria, aparas de tubulações (PVC e fibrocimento), argamassas de arremate, tubulação de concreto simples ou armado, de cobre e de ferro fundido, material de rejuntamento, material de vedação e tubulação, peças defeituosas, pedaços de concreto e de tubos cerâmicos.
Instalações elétricas	Aparas de eletrodutos (ferro e PVC), aparas de fios e cabos, argamassas de arremate, material de conexão, material de junção, peças defeituosas.
Forros	Argila expandida, cortiça, elastômeros, emulsões asfálticas, lajotas pré-moldadas de concreto, mantas de fibras de vidro, pedra britada solta, placas de concreto celular, poliestireno, PVC extrudado, tijolos cerâmicos furados.
Impermeabilização e isolamento térmico	Argila expandida, cortiça, elastômeros, emulsões asfálticas, lajotas pré-moldadas de concreto, mantas de fibras de vidro, pedra britada solta, placas de concreto celular, poliestireno, PVC extrudado, tijolos cerâmicos furados.
Pisos internos	Argamassa, caibros, concreto, lascas cerâmicas e de lajotões, lascas de peças empregadas, material de fixação, parquetes, pedaços de vigas, restos de tacos.
Revestimentos de forros e paredes	Areias quartzosas, arenito, argamassas ou colas, azulejos, borrachas, cerâmica, chapas vinílicas, cimentos, cortes de fibras de madeira e de papel de parede, fibrocimento, forração têxtil, granilite, granitos, lascas de alumínio, lascas de cerâmicas, lascas de mármore, lascas de vidro, pastilhas, pedra, tiras vinílicas.
Vidros	Gaxetas, lascas de vidros, massas de fixação.
Pinturas	Blocos de concreto, placas de concreto pré-fabricadas, sobras de material de pintura, tela de arame galvanizado.
Serviços complementares	Areia, britas, concreto, cortes vegetais, ladrilhos hidráulicos, paralelepípedos, placas de arenito.

Fonte: SILVEIRA (1993).

Quadro 6 – Composição física do entulho, Município de Campinas-SP

Elementos	Composição	
	Volume (%)	Massa (%)
Argamassas	32	23
Concreto	10	7
Areia	14	11
Brita	5	5
Solo	7	6
Tijolos maciços	8	7
Tijolos furados	7	7
Azulejos/ladrilhos/lajotas	4	4

Elementos	Composição	
	Volume (%)	Massa (%)
Madeira	4	11
Gesso	3	5
Telhas/manilhas	1	1
Pedra	1	1
Metal	2	1
Blocos de concreto	1	1
Papel, plástico, matéria orgânica, vidro e isopor	1	10

Fonte: SILVEIRA (1993).

De modo geral, a abordagem para gerenciamento dos resíduos sólidos deve ser preventiva (**Figura 7**).

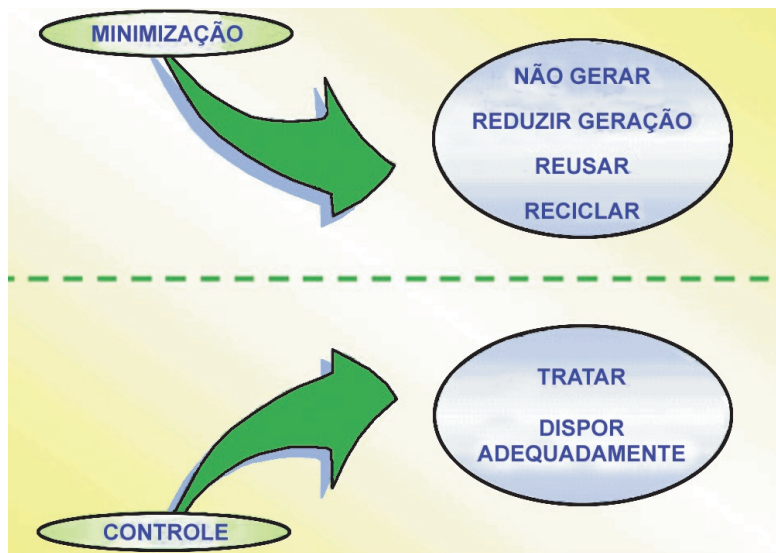


Figura 7 – Diretrizes gerais para o gerenciamento integrado de resíduos sólidos

Medidas para a não-geração de entulho pressupõem cuidados desde a escolha do local para o empreendimento, passando pela adoção de projeto racionalizado e pela adoção de método construtivo apropriado. Já a redução da geração pode ser obtida, por exemplo, pela escolha de soluções construtivas compatíveis às necessidades do projeto, bem como pelo treinamento das equipes envolvidas e pela monitorização periódica dos trabalhos e pela correção das discrepâncias identificadas.

As ações para não-geração e para redução da geração pressupõem acompanhamento contínuo dos desperdícios, identificando-se suas origens e adotando-se procedimentos para eliminá-los. Programas para minimização da geração de resíduos podem ser associados àqueles para minimização do uso de água e de energia elétrica, nessa fase do empreendimento.

No caso do entulho cuja geração não foi possível evitar, a primeira opção, ainda dentro da obra, é reusá-lo *in natura*. Normalmente, nesse caso, predomina a sua utilização como material de enchimento de aterros e contra-pisos (aplicações pouco nobres) e, em menor escala, em usos similares ao original. É, portanto, necessário inverter essa tendência.

O processamento externo, em usinas de beneficiamento e reciclagem de entulho, depende do manuseio de grandes quantidades, de modo que se mantenha baixo o custo operacional e obtenha condições mais propícias de sucesso financeiro. Trata-se,

portanto, de um outro ramo de negócios. Embora não caiba ao empreendedor conduzir tal atividade, sempre que houver condições práticas para o entulho ser encaminhado para tais unidades, é altamente recomendável que isso seja feito.

Em termos de qualidade, ensaios diversos (como de abrasão, compressão e absorção) têm demonstrado que o material reciclado possui bom desempenho, indicando seu uso para fabricação de briquetes, lajes, guias de sarjetas, bocas de lobo, tampas de caixa de inspeção, mourões e blocos, dentre outros materiais de uso não-estrutural. A opção do material beneficiado como material de sub-base, para vias públicas, também tem crescido.

Tanto no caso da reutilização como da reciclagem, o principal empecilho ao aproveitamento do entulho é sua heterogeneidade constitutiva. Deste modo, é desejável que sua acumulação seja efetuada com máximo de seletividade, visando não misturar materiais incompatíveis, evitando que os de menor qualidade prejudiquem o reuso/reciclagem dos mais nobres. Isto também é necessário devido ao fato de os entulhos incluírem materiais que requerem cuidados especiais de manuseio e de disposição, tais como os asbestos, as madeiras tratadas, os resíduos de colas, epóxios e adesivos.

Na impossibilidade de se encaminhar o entulho remanescente para uma usina de beneficiamento e reciclagem, este deverá ser conduzido para descarte em um aterro de

inertes. É importante que sejam contratadas empresas especializadas para a execução dessas atividades, evitando-se o risco de lançamentos clandestinos ao longo da malha urbana, provocando degradação da paisagem, ou o assoreamento da calha dos escoadores de água, entre outras graves consequências ambientais e econômicas.

Além do impacto ambiental devido ao manejo do entulho, deve-se destacar o impacto econômico decorrente do não-aproveitamento do entulho (tanto em termos de perdas de matéria-prima como em termos de perdas de energia necessária à sua manufatura). A jazida exaurida não poderá ser reposta. O resíduo da atividade construtiva, por outro lado, tem amplas possibilidades de ser indefinidamente reciclado.

Caso haja a necessidade de alojamentos de obra, quando da implantação do empreendimento, os resíduos que se geram, de característica similar aos domiciliares, poderão ser encaminhados à coleta pública regular. Já no caso dos resíduos oriundos das atividades de apoio (resultantes das manutenções periódica, preventiva e/ou corretiva de veículos e equipamentos) devem ser devolvidos aos fabricantes (à base de trocas, tais como baterias e pneus), encaminhados para reciclagem (tais como metais diversos, óleos e lubrificantes) ou encaminhados para disposição final (em aterros industriais ou aterros sanitários, conforme suas características de periculosidade).

3.2.3.1 Procedimentos

Considerando as atividades tratadas na etapa de bota-fora, relacionadas com a disposição dos resíduos sólidos excedentes das escavações e entulhos gerados pelas obras, recomendam-se os seguintes procedimentos que propiciem uma abordagem ambiental integrada:

- **reduzir a geração de resíduos e, se possível, tratá-los para diminuir seu volume e atenuar sua periculosidade;**
- **procurar reutilizar o resíduo sólido *in natura* ou reciclado;**
- **segregar os resíduos de acordo com a NBR 10004 (ABNT, 1987). Para os que não puderem ser reaproveitados, encaminhar os da classe I para aterro de resíduos industriais perigosos, os da classe II para aterros sanitários e os da classe III para aterros de resíduos inertes; e**
- **dar utilização compatível à área de bota-fora, caso esta seja interna ao empreendimento ou externa, porém de responsabilidade do empreendedor.**

3.2.4 Paisagismo

O paisagismo tem como finalidade a integração de atividades do empreendimento

habitacional em uma área com o contexto regional da paisagem, interferindo positivamente nos resultados das funções determinadas para o empreendimento com a utilização de elementos nativos. Entretanto, o paisagismo deve pressupor também sua participação como parte integrante da engenharia da obra, como elemento de contenção das vertentes e de alternativa de recuperação de áreas degradadas em terrenos urbanos.

Assim, o paisagismo contribui para a recuperação e estabilização dos ambientes e serve como elemento de sinalização, criando referências e propiciando uma melhoria estética do empreendimento. A utilização de massas de vegetação, com fisionomia florestal semelhante às matas nativas da região, permite a reconfiguração da fisionomia local a um estágio mais próximo ao ambiente natural.

O projeto paisagístico deve valorizar a natureza, recompondo a vegetação nativa e propondo espaços amplos e contemplativos, servindo de atrativo à fauna silvestre, notadamente à avifauna. Uma abordagem ambiental e atualizada faz da natureza uma protagonista importante da situação, trazendo ao projeto uma estratégia de linguagem que garanta unidade de concepção e variabilidade espacial.

Os princípios do partido paisagístico, em relação às necessidades exigidas do ambiente físico, são: conforto das necessidades sensoriais de calor, luz, som e cheiro; territorialidade e privacidade; segurança; orientação

espacial e constância; estímulo visual e estético; e variedade de estímulos sensoriais. Deve-se levar em consideração, além da composição de seus próprios elementos espaciais, também dos elementos urbanos existentes no entorno.

O projeto de paisagismo deve ter como ponto de partida o aproveitamento das qualidades que a natureza proporciona, trazendo à tona a demonstração do conceito de preservação ambiental. A paisagem, tendo fundamentalmente uma conotação espacial, traduz na sua fisionomia as interações dos fatores naturais e antrópicos que estruturam e modificam o funcionamento dos sistemas ambientais por ela configurados.

Outro fator considerado na elaboração do projeto paisagístico está associado às funções microclimáticas da área em questão, cuja melhoria advém das sombras e retenção de umidade proporcionada pelas árvores, permitindo o contato do usuário com elementos naturais. A implantação de coberturas vegetais distintas cria uma série de ambientes diferenciados em uma área que, de outra maneira, poderia ser um grande e inóspito descampado. As áreas verdes funcionam como estruturadoras de espaço, gerando ambientes em escala compatível com a humana.

A atenção dada à criação paisagística ou à ordenação paisagística, inevitavelmente causará impacto positivo na atmosfera local e regional, pois a base conceitual do projeto deve respeitar as características naturais da

área, inserindo o empreendimento habitacional dentro do contexto regional. O que se faz dentro da área do empreendimento influencia o seu entorno. As espécies arbóreas que serão plantadas, conforme seu desenvolvimento, passarão a ser contempladas à distância, criando impactos visuais positivos, enquanto que as plantas arbustivas e floríferas serão apreciadas pelos pedestres e visitantes, não causando conflitos visuais com a paisagem local, tornando-se parte integrante do contexto regional por interpolação de distintas formações vegetais.

3.2.4.1 Procedimentos

Considerando as atividades tratadas na etapa de paisagismo, relacionadas com a cobertura vegetal do empreendimento, recomenda-se o seguinte procedimento que propicie uma abordagem ambiental integrada:

- **recompôr a vegetação, cumprindo necessidades do usuário para melhoria de sua qualidade de vida, integrando o empreendimento no contexto geral da paisagem, servindo também de atrativo notadamente à avifauna, além de participar da engenharia da obra.**

3.2.5 Quadro-Síntese da Fase de Construção

As principais atividades que devem ser tratadas durante a fase de construção, de acordo com as considerações apresentadas nas etapas de terraplenagem, edificações e demais obras, bota-fora e paisagismo, são mostradas no **Quadro 7**. Constitui uma síntese das recomendações contempladas como relevantes nessa segunda fase, e que visam fornecer melhores condições ambientais ao empreendimento habitacional.

Quadro 7 – Recomendações na fase de Construção, considerando as alterações previstas nos processos ambientais

Etapas	Atividades	Alterações Ambientais	Ações e Medidas Recomendadas
TERRAPLENAGEM	<p>Movimentos de terra para construção da rede de infraestrutura e edificação</p> <p>Exploração do material de empréstimo</p>	<ul style="list-style-type: none"> • meio físico: pela modificação do relevo, retirada da proteção vegetal, impermeabilização do solo e modificação da drenagem, causando aumento da erosão, escorregamento, assoreamento e inundação; • meio biótico: pelo desmatamento; e • meio antrópico: circunvizinho (resultante de incômodos por ruídos, vibrações e poeira; risco de acidentes; danificação de construções) e para os futuros usuários (por falta de correção adequada de problemas nessa etapa). 	<ul style="list-style-type: none"> • reduzir a exposição do solo, evitando terraplenagem simultânea em toda a área e com proteção superficial (vegetal e de drenagem), de acordo com as características geotécnicas do terreno; • estabelecer um programa de terraplenagem que considere incômodos por ruídos, vibrações e poeira, além de risco de acidentes e danificação de construções circunvizinhas; e • prever, em áreas de empréstimo, a recuperação e, eventualmente, a reabilitação do local.
EDIFICAÇÃO E DEMAIS OBRAS	<p>Execução das obras de edificação, contenção e construção da rede de infraestrutura</p>	<ul style="list-style-type: none"> • meio físico: pela impermeabilização do solo e modificação da drenagem; e • meio antrópico: circunvizinho (resultante de incômodos por ruídos, vibrações e poeira; risco de acidentes; danificação de construções) e para os futuros usuários (por falta de correção adequada de problemas nessa etapa). 	<ul style="list-style-type: none"> • estabelecer um programa de obras que considere incômodos por ruídos, vibrações e poeira, além de risco de acidentes e danificação de construções circunvizinhas; • monitorar a execução correta das obras, reduzindo a geração de resíduos sólidos, fiscalizando a qualidade do material utilizado e implementando todas as obras de contenção e drenagem necessárias; e • no caso de auto-construção, fazer o parcelamento atrelado ao projeto, com acompanhamento especializado.
BOTA-FORA	<p>Disposição de resíduos sólidos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • meio físico: pela modificação do relevo, retirada da proteção vegetal, impermeabilização do solo e modificação da drenagem, causando contaminação do solo e da água e alterando o fluxo da água superficial; • meio biótico: pelo desmatamento; e 	<ul style="list-style-type: none"> • reduzir a geração de resíduos e, se possível, tratá-los para diminuir seu volume e atenuar sua periculosidade; • procurar reutilizar o resíduo sólido <i>in natura</i> ou reciclado; • segregar os resíduos de acordo com a NBR 10004 da ABNT;

(continua)

Quadro 7 – Recomendações na fase de Construção, considerando as alterações previstas nos processos ambientais

(continuação)

Etapas	Atividades	Alterações Ambientais	Ações e Medidas Recomendadas
BOTA-FORA	Disposição de resíduos sólidos	<ul style="list-style-type: none"> • meio antrópico: pelo aumento de custo devido à necessidade de área de tratamento, disposição e/ou retirada de entulhos. 	<ul style="list-style-type: none"> • encaminhar os da classe I para aterro de resíduos industriais perigosos, os da classe II para aterros sanitários e os da classe III para aterros de resíduos inertes; e • reutilizar a área de aterro, caso esta seja interna ao empreendimento ou externa, porém de responsabilidade do empreendedor.
PAISAGISMO	Cobertura vegetal	<ul style="list-style-type: none"> • nos três segmentos do meio ambiente: relacionadas à integração do projeto paisagístico com o contexto regional da paisagem, com a engenharia da obra e com a qualidade de vida dos usuários. 	<ul style="list-style-type: none"> • recompor a vegetação, cumprindo necessidades do usuário para melhoria de sua qualidade de vida, integrando o empreendimento no contexto geral da paisagem, servindo também de atrativo notadamente à avifauna, além de participar da engenharia da obra.

3.3 OCUPAÇÃO

A ocupação corresponde à última fase considerada do empreendimento habitacional. Porém, diferentemente das anteriores, apresenta uma intervenção contínua e dinâmica no ambiente e deve, portanto, ser constantemente monitorada. Essa fase pode ser dividida em duas etapas, a primeira trata do uso do empreendimento e a segunda de sua eventual ampliação.

3.3.1 Uso

A abordagem ambiental integrada da etapa de uso do empreendimento é desen-

volvida por uma seqüência de ações: avaliação de desempenho do uso do novo ambiente construído, recomendações de correção dos problemas diagnosticados e a gestão de medidas e ações implementadas, que visem, principalmente, garantir as necessidades e satisfação dos usuários. De acordo com a proposta metodológica, de condução da abordagem ambiental a partir das alterações impostas nos processos atuantes no meio ambiente pelas atividades do empreendimento, são listadas a seguir as principais atividades da etapa de uso:

a) utilização das edificações e demais equipamentos;