



Habitação
mais Sustentável

Documento

Levantamento do estado da arte: Consumo de materiais



Projeto
Tecnologias para construção habitacional mais sustentável
Projeto Finep 2386/04
São Paulo
2007

Documento 2.5

Levantamento do estado da arte: Consumo de materiais

Autores

Ubiraci Espinelli Lemes de Souza, Dr.

Davidson Figueiredo Deana



Imprima somente se for necessário.



Utilize papel reciclado.

Projeto

Tecnologias para construção habitacional mais sustentável

Projeto Finep 2386/04

São Paulo

2007

Projeto
Tecnologias para construção habitacional mais sustentável
Projeto Finep 2386/04

Instituições executoras



Instituições parceiras





Coordenação

Prof. Dr. Vanderley M. John



POLI / USP – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Pesquisadores

Prof. Dr. Alex K. Abiko
Msc. Clarice Menezes Degani
Prof. Dr. Francisco F. Cardoso
Prof. Dr. Orestes M. Gonçalves
Prof. Dr. Racine T. A. Prado
Prof. Dr. Uiraci E. L. de Souza
Prof. Dr. Vahan Agopyan
Prof. Dr. Vanderley M. John

Bolsistas

Airton Meneses de Barros Filho
Cristina Yukari Kawakita
Daniel Pinho de Oliveira
Davidson Figueiredo Deana
José Antônio R. de Lima
Msc. Vanessa M. Taborianski
Viviane Miranda Araújo



UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas

Pesquisadores

Prof. Dra. Marina S. O. Ilha
Prof. Dra. Vanessa Gomes da Silva

Bolsistas

Erica Arizono
Laís Ywashima
Marcia Barreto Ibiapina



UFG – Universidade Federal de Goiás

Pesquisadora

Prof. Dra. Lúcia Helena de Oliveira

Bolsista

Ricardo Prado Abreu Reis



UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina

Pesquisador

Prof. Dr. Roberto Lamberts

Bolsista

Msc. Maria Andrea Triana



UFU – Universidade Federal de Uberlândia

Pesquisador

Prof. Dr. Laerte Bernardes Arruda

Bolsista

Gabriela Salum
Larissa Oliveira Arantes



Sumário

1. Introdução	7
2. Conceitos fundamentais	7
2.1 O consumo de materiais e os diferentes momentos de um empreendimento de construção civil	8
2.1.1 Concepção	8
2.1.2 Produção	9
2.1.3 Utilização	10
2.2 As perdas enquanto parte do consumo dos materiais	10
2.3 Gestão do consumo de materiais no empreendimento	11
3. Caracterização e análise crítica das práticas existentes no mercado nacional	17
3.1 Perdas vigentes	18
3.2 Consumos vigentes	19
3.3 A gestão do consumo de materiais relacionada aos subsistemas e processos construtivos envolvidos	22
3.4 O estudo do consumo de materiais na etapa de concepção – Projeto Habitação 1.0 (ABCP)	24
3.5 Métodos de gestão	26
3.5.1 Gesconmat	26
3.5.2 Gestão de resíduos – Experiência do Sinduscon-SP	27
3.5.3 Smartwaste	29
3.5.4 <i>Checklist</i> de gestão de resíduos	30
3.6 Políticas públicas e normalização brasileira	30
3.6.1 Comitê de Meio Ambiente	30
3.6.2 Normas técnicas	31
3.6.3 Legislação e políticas públicas	31
3.6.4 Outros manuais	32
4. Metodologias de avaliação	32
4.1 Building Research Establishment Environmental Assessment Method BREEAM	32
4.2 EcoHomes – The environmental rating for homes	32
4.3 Leadership In Energy And Environmental Design (LEEDTM)	33



4.4 Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency (CASBEE)	34
4.5 Certification NF Bâtiments Tertiaires – Démarche HQE. Bureau et Enseignement (HQE)	35
4.6 Certification Habitat & Environnement	35
4.7 Green Building Challenge (GBC)	36
4.8 Green Star - Office (GBCA)	37
4.9 O que os métodos existentes avaliam	38
5. Considerações finais	39
Referências bibliográficas	42

Levantamento do estado da arte: Consumo de materiais

Ubiraci Espinelli Lemes de Souza, Davidson Figueiredo Deana

1. Introdução

O consumo de recursos físicos (a saber, materiais, mão-de-obra e equipamentos), é extremamente relevante e tem sido tema de vários estudos em diferentes partes do mundo, especialmente sob o aspecto dos resíduos gerados.

Sabe-se que os recursos financeiros aplicados apenas em materiais representam aproximadamente 50% do custo da obra. No entanto, além dos recursos financeiros, a construção de habitações no Brasil envolve o consumo de grandes quantidades destes recursos do nosso planeta, haja vista que 1 metro quadrado de construção utiliza, grosseiramente, uma tonelada de materiais. Este número, em termos da Construção como um todo, pode ultrapassar 200 milhões de toneladas por ano.

Segundo SOUZA (2005), a Indústria da Construção Civil consome de 100 a 200 vezes mais material que a Indústria Automobilística. A cadeia produtiva da Construção é responsável pelo consumo de 14% a 50% dos recursos naturais extraídos no planeta. No Japão responde por 50% dos materiais circulantes na economia e, nos Estados Unidos da América (EUA), relaciona-se a 75% dos materiais.

Outro exemplo dessa expressividade encontra-se na extração de madeira e agregados, em que a Construção é responsável pelo consumo de 2/3 da madeira natural extraída e, somente no Brasil, é responsável pelo consumo de 220 milhões de toneladas de agregados naturais por ano (JOHN, homepage PCC).

Portanto, diante de sua influência na macroeconomia e de seus impactos em termos social e ambiental, estudar o consumo de materiais de construção, bem como sua gestão adequada no empreendimento, é de suma importância para que seja alcançado o patamar da sustentabilidade do subsetor.

Este documento se dedica à discussão da gestão do consumo de materiais na Construção. Inicialmente, são apresentadas as bases conceituais para a discussão do consumo e das perdas inerentes a ele. Em seqüência, o item 3 traz as principais informações referentes a tecnologias associadas e gestão do consumo. As políticas públicas e a legislação também são apresentadas e discutidas no item 3, sendo seguido pelo item 4 que discute as metodologias existentes para avaliação de desempenho ambiental na construção sob o ponto de vista da gestão dos materiais. Finalmente, no item 5 são feitas considerações sobre o estado da arte apresentado neste documento.

2. Conceitos fundamentais

Antes de definir o que é propriamente a gestão, e gestão eficaz, do consumo de materiais nos canteiros de obras, este tópico examina seus conceitos básicos, como o consumo de materiais nas várias etapas do empreendimento e as perdas como parte desse consumo. Posteriormente, é mostrada a gestão do consumo de materiais como subsídio na busca da sustentabilidade na

Construção Civil. O consumo unitário, relacionado a cada fase ou serviço, é apresentado como ferramenta para gestão.

2.1 O consumo de materiais e os diferentes momentos de um empreendimento de construção civil

Ao se falar em consumo de material na Construção normalmente vem à mente a imagem de uma operação de produção, como, por exemplo, a execução de um revestimento de argamassa, onde um pedreiro vai lançando o material sobre a base e constituindo tal revestimento. No entanto, há que se perceber que outras fases do empreendimento podem significar locais de consumo ou causas para se ter maiores ou menores consumos de tais insumos. Portanto, para se entender melhor os níveis de consumo vigentes e as razões para que tais patamares sejam alcançados, primeiramente é necessário compreender quais as etapas de um empreendimento e a relação das mesmas com o consumo.

Simplificadamente, um empreendimento pode ser considerado como contemplando três grandes etapas (Figura 1): a da **concepção**, onde, além de uma série de outras decisões, definem-se: o produto que será executado; a da **produção**, onde tal produto é constituído; e a da **utilização**, onde o produto é usado e mantido/reparado até o final de sua vida útil.



Figura 1 - Etapas do empreendimento e o consumo de materiais

2.1.1 Concepção

No que se refere à **etapa de concepção**, embora não haja consumo propriamente dito de material no que se refere ao produto (já que, neste momento, o produto está ainda no nível das idéias), existe uma influência grande quanto à definição do futuro consumo de materiais por metro quadrado de obra a ser produzida. Assim é que (vide Figura 2), maiores ou menores compacidades de um andar tipo podem influenciar a quantidade de revestimento de fachada por unidade de área construída, tendo-se reflexos quanto à demanda por argamassa para tal serviço.

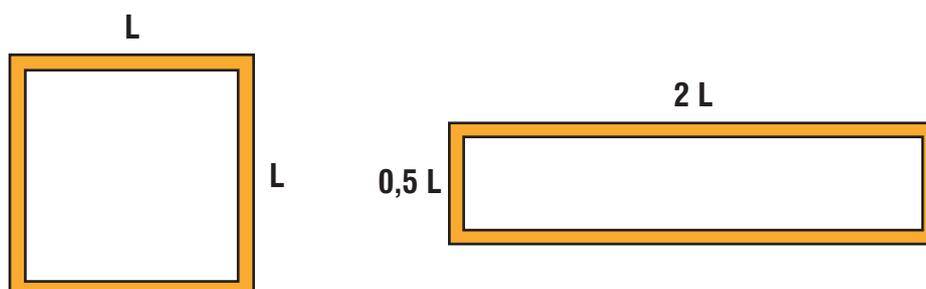


Figura 2 - Mesmo possuindo a mesma área construída ($A1 = A2$), o projeto com conformação mais alongada incorre em maior área de fachada (pois o perímetro é maior: $P2 > P1$), implicando em maior extensão a ser revestida externamente.

$$A1 = L \times L = L^2$$

$$P1 = 4L$$

$$A2 = 2L \times 0,5L = L^2 = A1$$

$$P2 = 5L > P1$$

Decisões quanto à forma da estrutura (vide Figura 3 quanto à existência ou não de rebaixos na varanda) podem influenciar a quantidade de argamassa para compor um contrapiso que leve à obediência dos desníveis finais pretendidos pelo arquiteto para os pisos de um apartamento. A concepção também pode ser influenciadora de maiores eficiências (como se verá adiante) no consumo de materiais nas etapas seguintes do empreendimento; assim é que a falta de uma postura modular, para a conjugação dos componentes para gerar um elemento de construção, favorecem a quebra de peças ao serem cortadas para a adequação geométrica.

Varanda (caso A)

Varanda (caso B)

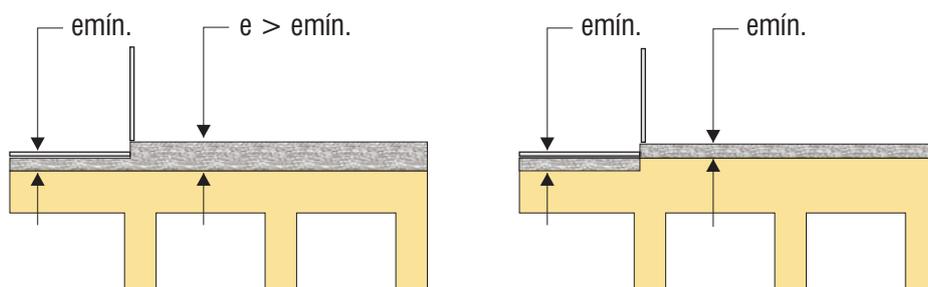


Figura 3 - Apesar de, ao final, o resultado arquitetônico ser equivalente, o rebaxo da laje no caso B) levará a um consumo de argamassa para contrapiso menor por unidade de área construída.

2.1.2 Produção

Quanto à **etapa de produção**, é nesta que todo o material que irá constituir o produto concebido é demandado. Cabe notar (*e*, acreditam os autores, é nesta fase que se tem maior ciência sobre isto), que é a esta fase que se associam as reclamações quanto a se ter gasto mais material que o esperado e onde surgem problemas com resíduos gerados etc. Erros durante a produção podem ser, por exemplo, responsáveis por aumentar o consumo para além do já determinado pelo projeto; a Figura 4 ilustra o efeito de um erro no nivelamento da laje de concreto, que ocasionou o aumento da espessura média do contrapiso de um pavimento, induzindo à demanda maior de argamassa para sua execução.

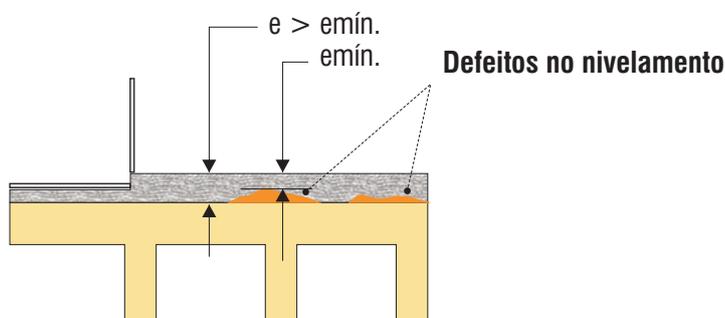


Figura 4 – Consumo de material acima do estimado em projeto, por falhas de execução – erro de nivelamento que ocasionou o aumento da espessura do contrapiso.

Esta etapa, além de associada ao maior ou menor consumo de materiais dentro do seu momento, pode ser associável a possíveis maiores consumos na etapa seguinte do empreendimento (assim é que, um serviço executado fora da conformidade com a prescrição e as boas práticas, pode ser motivo para maiores intervenções durante o uso da obra entregue).

2.1.3 Utilização

No que se relaciona à **utilização**, diversos motivos podem fazer com que haja um consumo de materiais não desprezível. Em primeiro lugar há que se lembrar que os diversos produtos (a película de pintura, o revestimento cerâmico de piso, etc.) que constituem o produto maior (por exemplo, o edifício de apartamentos) possuem certa vida útil. Atividades de manutenção e recuperação podem demandar o consumo de materiais. Por exemplo (Figura 5), uma falha detectada no contrapiso executado, diagnosticada após a entrega da obra, demandou a necessidade de que fosse refeito um trecho do mesmo.

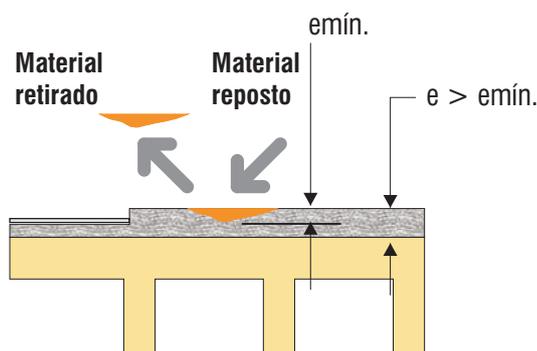


Figura 5 – Interferência ocasionando a retirada e reposição de material.

Mais do que isto, algumas vezes, embora o produto ainda cumpra com os requisitos de utilização inicialmente previstos decide-se, por outras razões, eliminá-lo (total ou parcialmente), substituí-lo ou adicionar um novo elemento, implicando em consumo adicional de materiais, efeito conhecido como “obsolescência funcional”. Exemplo disso é a decisão pela repintura de um ambiente tendo como objetivo apenas a mudança da cor, ou a troca de um revestimento cerâmico em bom estado com o intuito de atender a um novo padrão estético valorizado pelos usuários.

2.2 As perdas enquanto parte do consumo dos materiais

O consumo de materiais refere-se à quantidade total de material demandada (para o empreendimento como um todo ou para determinada etapa do mesmo). As perdas, por sua vez, estão inseridas no montante de insumos utilizados e representam tudo o que foi utilizado mas que estaria acima do realmente necessário. Dessa forma, assim como o consumo, nota-se que as perdas podem se relacionar às etapas do empreendimento (concepção, produção e utilização).

Analiticamente, pode-se dizer que a quantidade de materiais realmente necessária, que será indicada por QMR, é equivalente à quantidade de materiais teoricamente necessária (QMT) adicionada das perdas (consumo acima do necessário), ou seja:

$$QMR = QMT + PERDAS \quad (0.1)$$

Portanto, uma clara definição do que seja a quantidade teoricamente necessária de materiais é fundamental para a estimativa da perda, dentro do conceito de que esta seria toda a quantidade de material acima da necessária. E, expressando-se as perdas em termos percentuais, tem-se que:

$$PERDA (\%) = \left(\frac{QMR - QMT}{QMT} \right) \times 100 \quad (0.2)$$

onde:

perda(%) = perda expressa percentualmente,

QMR = quantidade de material realmente necessária,

QMT = quantidade de material teoricamente necessária.

Com base na perda percentual, pode-se reexpressar o consumo realmente, como indicado a seguir:

$$QMR = QMT * (1 + PERDAS \%) \quad (0.3)$$

Mas ainda resta uma dúvida: qual seria a quantidade necessária?

Como resposta pode-se dizer que se deve estabelecer uma referência formal para balizar a definição de perdas. Diferentes referenciais são possíveis (e têm balizado diferentes discussões sobre perdas de materiais na Construção). São indicadores que podem auxiliar as tomadas de decisão na etapa de concepção ou mesmo apresentarem-se como referenciais durante o monitoramento da etapa de produção. Eis algumas possibilidades para tais referenciais:

- números médios do setor;
- números mínimos do setor;
- normas técnicas;
- metas da empresa;
- indicadores de orçamento.

No que se refere às perdas no âmbito da produção, uma vez definido o projeto (concepção), este seria a referência a ser buscada no processo de produção e, portanto, haveria perda caso as atividades de produção levassem a uma necessidade de materiais superior àquela calculada com base nas prescrições do projeto. Assim, pode-se conceituar perda na produção da seguinte maneira:

Perda na produção é toda quantidade de material consumida além da quantidade teoricamente necessária, que é aquela indicada no projeto e seus memoriais, ou demais prescrições do executor, para o produto sendo executado.

Na medida em que há consumo de materiais na utilização, seria possível definir um referencial de consumo de perda nula para tal etapa e, portanto, calcular também eventuais perdas. Por exemplo, toda vez que se pintar um ambiente em intervalo de tempo inferior ao previsto inicialmente, ter-se-á um consumo ao longo do tempo maior que o inicialmente previsto e, portanto, haverá perda de material coerentemente com a definição aqui adotada.

2.3 Gestão do consumo de materiais no empreendimento

A gestão do consumo de materiais no empreendimento transcende a relação comercial entre fornecedor e consumidor. Para entender sua abrangência, é necessário entender a gestão da

produção, bem como do empreendimento.

Segundo CARDOSO (1998), sintetizando as principais linhas do pensamento administrativo, a gestão da produção envolve uma pluralidade de ações, cuja natureza pode ser de **quantificação**, com a organização das atividades no tempo, previsão, ocupação; de **organização**, identificando as competências necessárias para a realização das atividades que têm que ser desenvolvidas ao longo do processo, com a previsão das respectivas interfaces dessas atividades; de **condução**, que implica a fixação e perseguição de objetivos e transmissão de informações; de **controle**, que exige a criação e a observância de indicadores para garantir a obtenção dos resultados perseguidos e corrigir desvios que possam ocorrer.

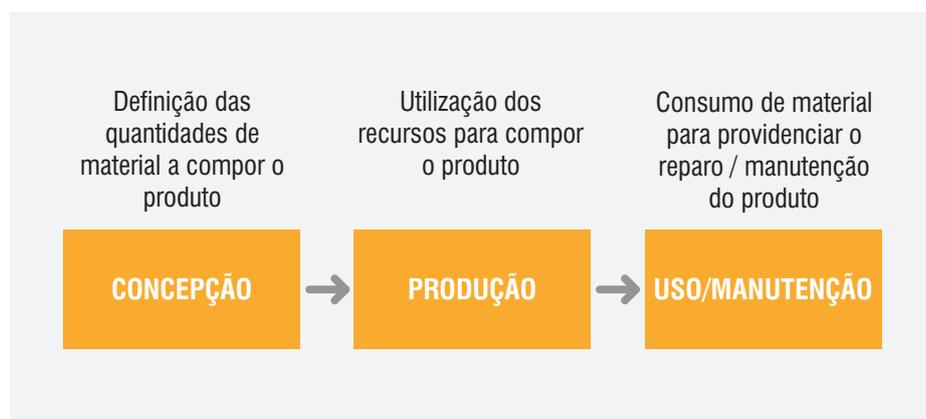
Entende-se empreendimento como se tratando de um agrupamento temporário de competências, que tem por objetivo desenvolver um projeto, da forma mais interessante para cada agente, e sua gestão ocorre desde a concepção até a fase de entrega da obra (eventualmente atuando na fase de uso e manutenção), atendendo às exigências técnicas, arquitetônicas, econômicas e normativas (HENRY, 1994).

Assim, a **Gestão do Consumo de Materiais no Empreendimento** pode ser definida como as ações relacionadas ao uso apropriado dos insumos desde a concepção, passando pela produção e chegando até a utilização de um empreendimento. Abrange o estabelecimento de referenciais para sua adequada quantificação durante a concepção, a organização das atividades desenvolvidas ao longo do processo visando à otimização no trato dos recursos na produção e uso, o exercício do controle contínuo para perseguição das metas e correção dos desvios (perdas), atendendo essencialmente às exigências técnicas, econômicas e normativas.

Considerando de forma prática, envolve a definição dos materiais, considerações quanto à construtibilidade, modularidade, escolha do fornecedor, compra, expedição, recebimento, estocagem, utilização, cuidados, pós-processamento etc., além da própria avaliação e atuação sobre as perdas.

A gestão do consumo de materiais pode atuar sobre cada etapa do empreendimento, na medida em que, como já comentado, e conforme exemplificado na Figura 6, decisões do gestor e ações relativas aos materiais podem ocorrer em vários momentos.

Figura 6 - Discussões relativas ao consumo de materiais nas diferentes etapas do empreendimento.

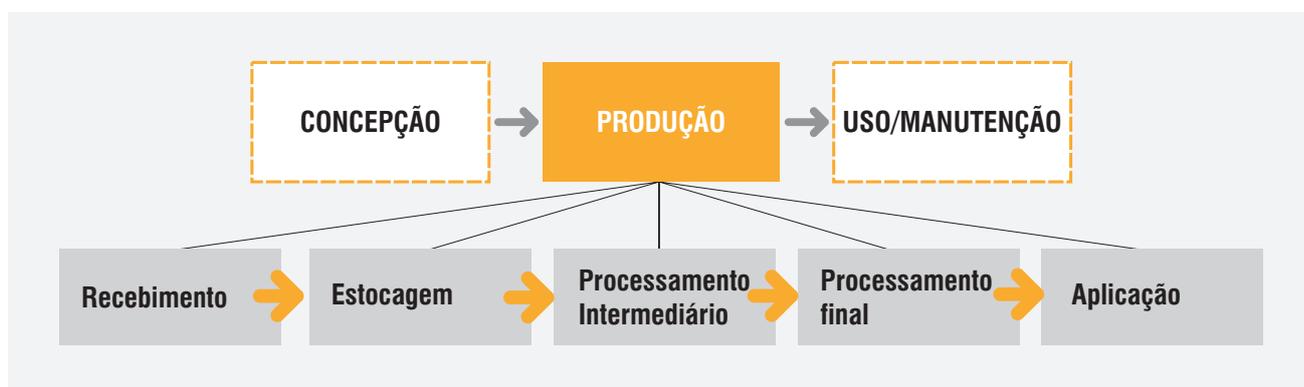


Como se pode observar na Figura 6, a gestão do consumo de materiais na concepção é relacionada às atividades que influenciam o consumo nas duas etapas consecutivas. Já o consumo efetivo, pela utilização dos insumos, torna-se evidente na produção e na utilização. Assim, pode-se assumir que o consumo de materiais global no empreendimento é dado por:

$$QMR_{global} = QMR_{prod} + QMR_{útil} \quad (0.4)$$

Para uma análise do consumo de materiais durante a utilização, ou uso e manutenção, os autores observaram a falta de dados existentes para balizar a gestão desta etapa. Seria interessante um aprofundamento do estudo, analisando à parte esta etapa com suas particularidades. Como base conceitual para tal estudo, poderia ser utilizado o próprio conhecimento sobre a produção, que será citado a seguir.

Para a gestão do consumo, a etapa mais expressiva é a produção, sendo essa a etapa em que ocorre a maior incidência de utilização dos recursos para compor o produto. Sob um aspecto mais amplo, partindo da visão do empreendimento, a produção se divide nas fases mostradas na Figura 7.



→ Transporte

Figura 7 – Fases da etapa de produção.

Para uma gestão mais aplicada a cada fase da produção, é comum expressar o consumo em termos da unidade de área construída, como m³ de concreto por m² construído, ou também em unidade de serviço executado, como litros de argamassa por m² de alvenaria, kg de aço por m³ de estrutura e assim por diante.

Os conceitos de consumo total e unitário são associáveis, sob a ótica da quantidade de serviço executada. Pode-se afirmar que o consumo total é expresso pelo consumo unitário multiplicado pela quantidade de serviço a ser executada. Assim, tem-se que:

$$QMR = QS \times (QMR/QS) \quad (0.5)$$

Definindo-se que:

$$QMR/QS = CUM \quad (0.6)$$

conclui-se que:

$$QMR = CUM \times QS \quad (0.7)$$

onde:

QMR = quantidade de material realmente necessária,

QS = quantidade de saídas (ou serviços) executada,

CUM = Consumo unitário de materiais

Surge, assim, um conceito que pode ser um poderoso subsídio para a gestão do consumo de materiais:

A visão apresentada para o consumo de materiais nas etapas do empreendimento (equação 1.4) é igualmente válida para o conceito de consumo unitário, ou seja:

Consumo unitário de materiais (CUM) é a quantidade de material necessária para se produzir uma unidade de produto resultante do serviço em que ele está sendo utilizado.

$$CUM = CUM_{prod} + CUM_{utiliz} \quad (0.8)$$

Da mesma forma utilizada para as quantidades de material demandadas, quando se definiram as quantidades real e teoricamente necessária, utilizam-se os termos: consumo unitário de material real (CUM) e consumo unitário de material teoricamente necessário ou de referência (CUMRef). Dessa forma, tem-se que:

$$CUM = CUM_{Ref} * (1 + PERDAS \%) \quad (0.9)$$

ou

$$CUM = (CUM_{Ref} + PERDAS)_{prod} + (CUM_{Ref} + PERDAS)_{utiliz} \quad (0.10)$$

Na gestão do consumo de materiais, relacionando o consumo unitário e as perdas, enquanto o consumo unitário mede o desempenho ocorrido quanto ao consumo de materiais teoricamente definido pelo projeto, o indicador de perdas avalia a discrepância do desempenho real com relação a um desempenho de referência (considerado de perda nula).

Há uma série de vantagens que justificam a adoção do CUM como caminho para a discussão dos materiais. Em primeiro lugar, há que se frisar que perdas reduzidas não significam menor consumo e, se o objetivo é gastar-se menos material, o interessante é ter baixo CUM e não somente perdas baixas.

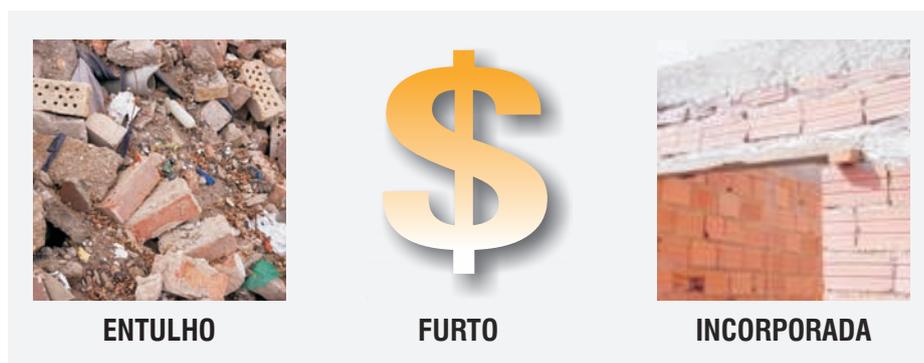
Cabe ainda salientar que, para o caso dos indicadores de perdas, os mesmos podem ser calculados para as diferentes fases do empreendimento (concepção, produção e uso/manutenção) e que, para o caso da produção, tem-se o projeto / especificação como referência de perda nula.

No caso do consumo unitário ser usado como ferramenta para gestão do consumo de materiais, o próprio projeto está incluído no maior ou menor valor calculado para o indicador. O projeto e a especificação dos materiais/componentes (concepção) podem, ainda, favorecer ou não a geração de perdas.

A gestão do consumo de materiais no empreendimento deve considerar, além das fases em que pode haver maior ou menor utilização de recursos, a natureza das perdas originadas em cada uma das fases e sua origem. Dessa maneira, segundo sua natureza, as perdas no canteiro de obras podem ser definidas de três formas, conforme ilustra a Figura 8.

O furto ou extravio costuma ser pouco significativo em obras de porte maior. Existe um controle

Figura 8 – Classificação das perdas segundo sua natureza



maior sobre materiais de baixo peso e alto custo unitário. Além do furto propriamente dito, há os casos de divergência entre a entrega de material contratada e a realizada.

O entulho, ou “lixo que sai da obra”, pode ser gerado nos vários serviços e com diferentes materiais que compõem a obra, podendo, por exemplo, significar quantidades não desprezíveis de entulho nos casos de gesso, argamassa, madeira serrada etc. Diz respeito aos chamados RCD – Resíduos sólidos de construção e demolição, que causam hoje em dia grandes impactos por sua gestão inadequada e são tema das principais legislações ambientais relacionadas à Construção Civil.

A perda incorporada, ou “lixo que fica na obra”, embora menos perceptível visualmente que a perda por entulho, muitas vezes tem representado o tipo de perda mais significativa na Construção. Atividades de baixo grau de industrialização, como algumas moldagens in loco, levam a quantidades superiores às teoricamente necessárias devido a ineficiências do processo utilizado. Por exemplo, isso ocorre com uma laje nivelada apenas com guias de madeira e sarrafeada, que pode ter em média 1 centímetro a mais do que o especificado.

Como se tem notado, dados os conceitos estabelecidos até aqui, o consumo de materiais (incluindo-se a perda inerente a ele) ocorre nas várias etapas e fases do empreendimento. Sendo feita uma avaliação global e analisando-se sob o ponto de vista das fases de incidência, pode-se representar visualmente o consumo de materiais conforme ilustrado na Figura 9.

a)

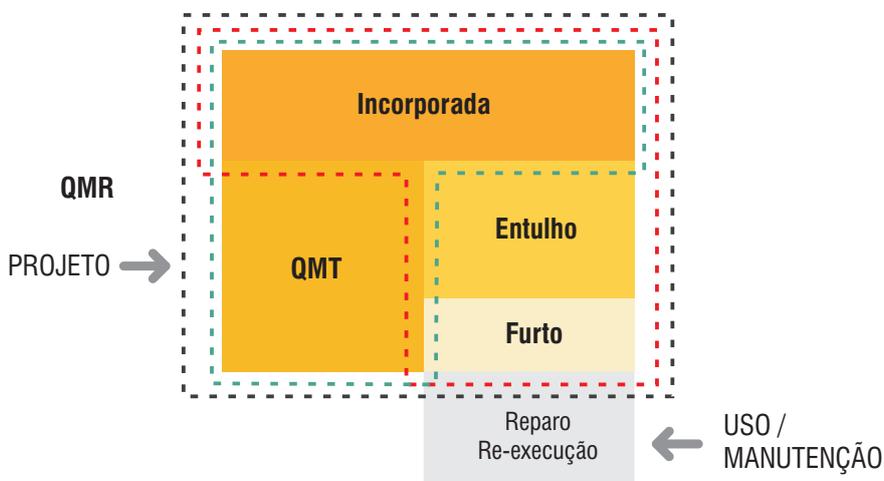


Figura 9 – Consumo de materiais e perdas em cada fase do empreendimento: a) representação gráfica; b) tabela explicativa (na próxima página)

- - - - Material que fica
- - - - Material total demandado
- - - - Gasto adicional

b)

QMT	PROJETO
QMT + PERDAS	Gasto Rr\$) com materiais na
QMT + INCORPORADA + ENTULHO + FURTO	Consumo de materiais demandado
QMT + INCORPORADA + ENTULHO	Material que chega à obra
QMT + INCORPORADA	Material que fica na obra
ENTULHO	Resíduo
REPARO / RE-EXECUÇÃO	Uso / manutenção

Figura 9 – continuação

A partir dessa classificação, com a definição anterior (equação 0.11) de consumo de materiais (QMR), pode-se ter uma visão mais ampla do consumo (ilustrada na Figura 10), ao se considerar que:

$$QMR = QMT + PERDAS + QM_{uso}. \quad (0.11)$$

ou seja

$$QMR = QMT + (INCORPORADA + ENTULHO + FURTO) + \left(\begin{matrix} \text{Troca/reposição} \\ + \text{adição} \end{matrix} \right)$$

Pela análise realizada até aqui, é possível notar que a gestão do empreendimento, enquanto ação de quantificação, organização, condução e controle, deve considerar atitudes relacionadas ao uso dos recursos e, mais do que isso, implementar a efetiva gestão do consumo de materiais.

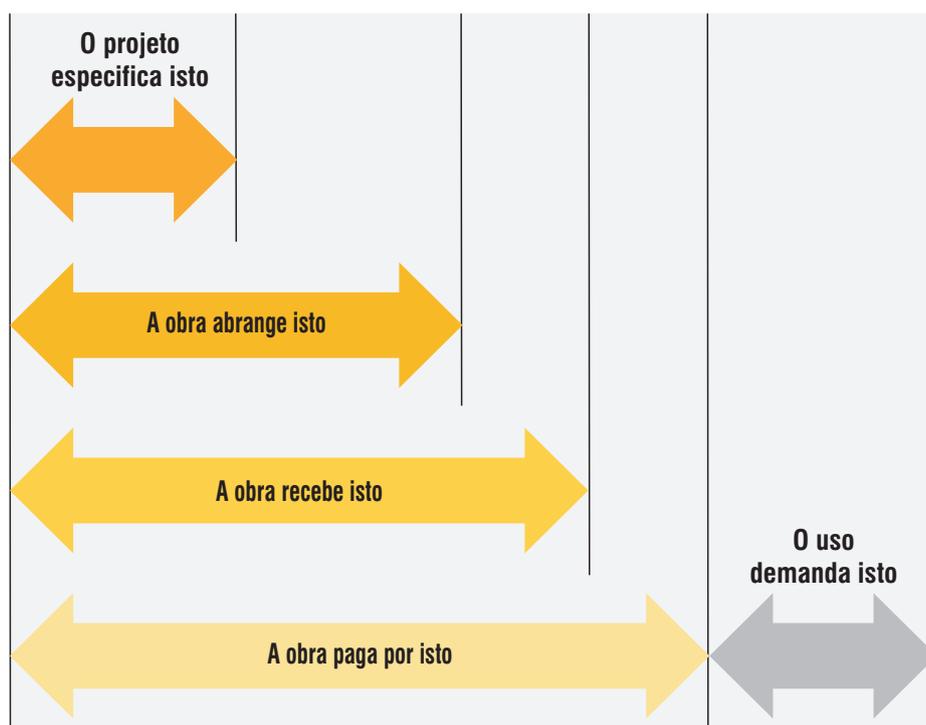


Figura 10 – Visão abrangente do consumo de materiais e sua forma de incidência no empreendimento.

Entende-se que tornar efetiva a gestão do consumo de materiais é consolidar as ações ligadas ao uso apropriado dos insumos, estabelecer referenciais que balizem a concepção e a produção, e a atuação sobre cada fator gerador de consumo nas etapas do empreendimento.

Vale lembrar que o consumo ocorre e torna-se visível na produção e na utilização, mas o projeto merece atenção enquanto principal fonte indutora do consumo. Assim, a gestão eficaz do consumo de materiais pode atuar individualmente em cada etapa do empreendimento e suas respectivas fases, sob a ótica da melhoria contínua e como ferramenta para se atingir o resultado almejado em termos de vários aspectos e, especialmente, da sustentabilidade do empreendimento.

3. Caracterização e análise crítica das práticas existentes no mercado nacional

Dentro de uma visão tecnológica, a análise do consumo de materiais teve maior avanço com os estudos de SKOYLES (1976, 1978, 1987), a partir da década de 60 no Reino Unido, e que serviram de base para os principais trabalhos realizados no Brasil e no exterior. Mais recentemente, outros estudos sobre perdas foram realizados, como os da Hong Kong Polytechnic (1993), ENSHASSI (1996) e McDONALD e SMITHERS (1998), estes mais focados na questão das perdas por entulho, ou o resíduo sólido. (PALIARI, 1999)

No Brasil, PINTO em 1989 apresentou indicadores para as perdas de materiais em um edifício. PICCHI (1993) realizou estudos envolvendo a análise e estimativa das perdas financeiras na construção de edificações. SOILBELMAN (1993), com um número um pouco maior de casos estudados, reforça a importância do estudo de perdas ao afirmar que empresas precisam desenvolver e implementar formas de controle de materiais em obra e intervir em seu processo. A partir de 1998 foi desenvolvido um projeto de pesquisa com o tema “Alternativas para a redução de desperdício de materiais em canteiros de obra,” articulado pelo ITQC e fomentado pela FINEP, no âmbito da linha de pesquisa Habitare.

Contudo, nacional e internacionalmente, outros artigos sobre o tema têm sido publicados, porém são cada vez mais voltados à gestão especificamente dos resíduos, desviando-se da questão da perda como um todo e do consumo de materiais. Abordagens em trabalhos relativas ao consumo, de forma explícita, são difíceis de serem encontradas; a maioria dos trabalhos com essa abordagem tem sua origem no Departamento de Construção Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (PCC - EPUSP). Em relação ao consumo unitário, há manuais de orçamento que dão diretrizes e possibilitam estimativas do consumo global. Estudos paramétricos, como apresentado no texto que segue, também são fontes de referência. Em suma, as abordagens atuais restringem-se a perdas, mais ainda a perdas por entulho, justificadas pela visibilidade do impacto causado.

Estudos e informações vigentes de perdas e consumos são mencionados nos itens seguintes, mostrando um panorama nacional e internacional do uso de recursos físicos pelo subsetor da Construção Civil. Algumas tecnologias desenvolvidas referentes ao consumo dos materiais e sua gestão no mercado nacional também são mencionadas. Evidencia-se, aqui, a necessidade e a importância de se avançar no estudo do uso dos recursos físicos em todas as etapas do empreendimento, considerando a busca pela maior eficiência refletida na melhoria do processo, uma das principais preocupações da empresa moderna.

3.1 Perdas vigentes

No cenário internacional e nacional, vários diagnósticos sobre o assunto “perdas físicas” têm sido registrados. A partir das estatísticas relativas aos indicadores de perdas de materiais e componentes, observa-se uma evolução qualitativa dos dados, inclusive a mudança de média para o uso da **mediana** como referencial de avaliação, além dos valores máximos e mínimos. O uso do valor mediano representa a maioria dos dados coletados, e não apenas a média de valores que podem ser contaminados por ocorrências extremas. Assim, a mediana dá uma visão mais clara do centro do universo observado. A Tabela 1 apresenta resultados relativos aos principais estudos de indicadores de perdas de materiais em processos construtivos.

Tabela 1 – Balanço geral de perdas de materiais em processos construtivos conforme pesquisa nacional em 12 Estados e pesquisas anteriores (perdas percentuais)

MATERIAIS/ COMPONENTES	TCPO 10 (1996)	SKOYLES (1976)	PINTO (1989)	SOIBELMAN (1993)	FINEP/SENAI/PCC (1998)			
		Média	Média	Média	Média	Mediana	Mín.	Máx.
Concreto usinado	2	5	1	13	9	9	2	23
Aço	15	5	26	19	10	11	4	16
Blocos e tijolos	3 a 10	8,5	13	52	17	13	3	48
Emboço ou massa única – interno	0	-	-	-	104	102	8	234
Emboço ou massa única – externo	0	-	-	-	67	53	-11	164
Contrapiso	0	-	-	-	79	42	8	288
Placas cerâmicas	5 a 10	3	-	-	16	14	2	50
Gesso	-	-	-	-	45	30	-14	120

No Brasil, o trabalho de PINTO (1989) foi pioneiro no incentivo do uso de indicadores para avaliação de perdas nos canteiros. A partir de seus estudos tem-se observado vários cenários de perdas físicas nada desprezíveis.

Por exemplo, tem-se constatado que a **perda média de materiais nos processos construtivos está em torno de 25%** e o percentual da perda de materiais, removidos como entulho, pode ser significativa em relação à perda total.

Os resultados apresentados até aqui são relativos à etapa de produção. Há ainda poucos estudos sobre perdas na fase de uso e manutenção. Um dos trabalhos que buscou estabelecer o perfil das não conformidades (ou defeitos) das edificações em São Paulo, realizado pelo SECOVI-SP (1998), propõe alguns números que ainda são mais ligados ao número de incidências do que ao consumo ou às perdas geradas propriamente ditas.

O estudo apresentou como principal grupo de defeitos os de origem hidráulica, causando como efeito secundário trincas e fissuras em paredes. Segundo a avaliação apresentada, em termos de recursos financeiros, esses representam os mais expressivos. Em geral, os defeitos gerados geram um ônus estimado em 2,87% do custo da obra.

Dentre os vários trabalhos desenvolvidos, nacional e internacionalmente, algumas considerações podem ser feitas (SOUZA, 2005):

- a) As perdas físicas encontradas nos diversos trabalhos, sob as várias naturezas, são bastante relevantes;
- b) Há uma variação expressiva das perdas, de uma obra para outra, abrindo um grande intervalo de resultados;
- c) Os materiais básicos, especialmente os que são processados em obra, registram os maiores valores de perdas;
- d) Os materiais aplicados na estrutura apresentam valores menores de perdas quando comparados aos revestimentos – efeito justificado talvez por falhas nos subsistemas anteriores e que são corrigidas no revestimento;
- e) A execução dos revestimentos registra grandes perdas de argamassa;
- f) Os sistemas prediais, ao contrário do suposto anteriormente, são marcados por perdas não desprezíveis;
- g) A detecção das perdas no nível dos serviços permite uma gestão mais eficaz do que se avaliada ao nível da obra.

3.2 Consumos vigentes

Diante da avaliação das perdas apresentada, assim como da expressividade do volume de resíduos (entulho) gerado, foram criadas ferramentas com o objetivo de formular um modelo para quantificação de serviços, custos e consumo de materiais e mão-de-obra de edificações residenciais para serem utilizados na fase de investimentos. Há modelos paramétricos, como os desenvolvidos por FORMOSO (1986), HEINECK (1986), SOLANO (1995), ARAÚJO (1997), OTERO (2000), PARISOTTO (2004) e mesmo os manuais de orçamentação.

Sejam os modelos paramétricos ou os manuais de orçamentação, verifica-se a ênfase no CUMReal para a análise de custos de um empreendimento. Na realidade, a influência destes indicadores pode ir além de uma prospecção de custos, podendo subsidiar a escolha de processos e tecnologias. Logicamente, tais avaliações são estimativas, sendo tão mais precisas quanto maior o número de informações disponíveis (GRAÇA E GONÇALVES, 1978, CITADO POR PARISOTTO, 2004).

PARISOTTO (2004) faz uma comparação entre estudos de três autores para a quantificação de instalações e estruturas, transcrita na Tabela 2.

Nos comparativos apresentados (Tabela 3), podem-se observar algumas variações expressivas entre um modelo e outro. Para haver uma coerência na avaliação de um empreendimento, é necessário ter em mãos o maior número de informações para se escolher o melhor modelo para ser utilizado em cada situação, em termos de conteúdo e contexto.

Ainda assim, tanto os modelos de estimativas como os manuais de orçamentação são considerados compatíveis com as incertezas presentes na etapa de desenvolvimento de projetos e no ambiente da Construção.

Há outras fontes que permitem estabelecer consumos vigentes globais, não mais em termos de empreendimento, mas agora sob a ótica do subsetor.

Tabela 2 - Equações e autores para quantificação das instalações e estrutura (PARISOTTO, 2004)

	Otero (2000)	Solano (2003)	NORIE (1995)
Nº pontos água fria / área real total	$Y = -314,4 + 0,10441 \times \text{ART}$	0,08 pontos/m ²	
Nº pontos água fria / nº banheiros	$Y = -71,59 + 5,1687 \times \text{NB}$		
Comprimento tubulação água fria / n de pontos		6,08m/ponto	4,61m/ponto
Comprimento tubulação água fria / área real total	$Y = -737,4 + 0,36333 \times \text{ART}$	0,49m/m ²	
Comprimento tubulação água fria / nº banheiros	$Y = 9,0631 + 5,1030 \times \text{NB}$		
Nº pontos esgoto / área real total	$Y = -227,2 + 0,10281 \times \text{ART}$		
Nº pontos esgoto / nº banheiros	$Y = 9,0631 + 5,1030 \times \text{NB}$	0,05 pontos/m ²	
Nº pontos água pluvial / área pavto tipo	$Y = 7,2272 + 0,11706 \times \text{ATP}$		
Nº pontos água pluvial / nº banheiros	$Y = 36,366 + 0,52471 \times \text{NB}$		
Comprimento tubulação sanitária / área real total	$Y = 397,50 + 0,49762 \times \text{ART}$		
Comprimento tubulação sanitária / nº banheiros	$Y = 931,23 + 26,340 \times \text{NB}$		
Nº pontos elétricos / área real total	$Y = -756,8 + 0,36124 \times \text{ART}$		
Comprimento fiação elétrica / área real total	$Y = 4.949,2 + 4,5028 \times \text{ART}$	0,36 pontos/m ²	
Comprimento dos eletrodutos/ nº de pontos		5,35m/m ²	3,13 m/ponto
Nº pontos telefônicos / área real total	$Y = -68,32 + 0,03275 \times \text{ART}$	1,92 m/ponto	
Comprimento fiação telefônica / área real total	$Y = 1.292,9 + 0,05972 \times \text{ART}$		
Peso aço / área real total	$Y = 14,883 + 0,01101 \times \text{ART}$	14,30kg/m ²	11,10kg/m ²
Área fôrmas/ área real total	$Y = -1831 + 1,9620 \times \text{ART}$	1,73m ² /m ²	1,58m ² /m ²
Volume concreto / área real total	$Y = 72,289 + 0,14333 \times \text{ART}$	0,17m ³ /m ²	0,13m ³ /m ²

Tabela 3 - Comparativo entre as equações para quantificação da estrutura (PARISOTTO, 2004).

Autor	Concreto	Aço	Formas
Solano (2003)	0,172kg/m ²	14,287m ³ /m ²	1,749m ² /m ²
Oliveira (1995)	0,170kg/m ²	13,840m ³ /m ²	1,940m ² /m ²
Araújo (1997)	0,368kg/m ²	33,288m ³ /m ²	0,141m ² /m ²

Embora represente apenas uma parte do consumo, o levantamento de resíduos sólidos por metro quadrado construído pode ser relacionado ao consumo unitário imaginando-se que quanto maior a incidência de resíduos, pior a gestão do consumo. Ter-se números de resíduos separadamente por tipo de material aprimora a informação relativa aos consumos (mas ainda uma coisa não é sinônimo da outra), principalmente para o caso de materiais onde a parte predominante da perda ocorre por geração de entulho. A Figura 11 apresenta dados do Reino Unido da composição dos resíduos sólidos, também chamados de RCD.

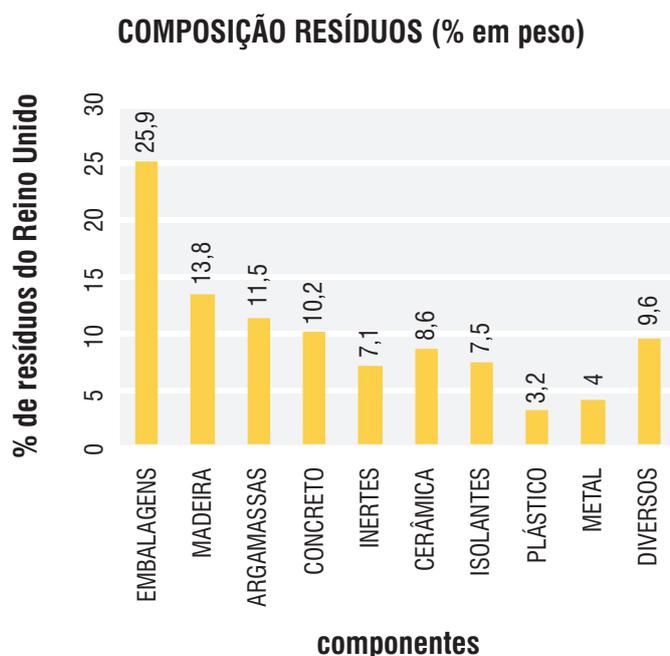


Figura 11 – Composição dos RCD no Reino Unido (HURLEY, 2001)

Segundo PINTO (1999), houve uma elevação significativa do consumo de materiais em outros países, percebida pelo aumento dos resíduos sólidos. Dados disponíveis para o Japão indicam que, entre 1980 e 1985, a geração de RCD cresceu 90%, contra um crescimento de 7% na geração dos outros resíduos industriais e de 21% na economia como um todo; no período de 1985 a 1990 a geração de RCD cresceu outros 45%, ocorrendo, no entanto, uma redução de 23% na massa de resíduos gerada por unidade de capital investido.

Em pesquisas realizadas junto aos coletores de RCD, são as reformas e ampliações (que incluem construção de novos espaços e demolição de antigos) responsáveis por aproximadamente 52%¹ das remoções efetivadas (PINTO, 1999). Conclui-se, portanto, que esse tipo de atividade, longe de ser insignificante, é um dos maiores geradores de consumo de materiais e, especificamente, de RCD em áreas urbanas, sendo desenvolvida quase sempre de maneira informal e, pela diversidade dos serviços executados, dificilmente pode ser mensurada em área construída.

No entanto, para avaliar a evolução do consumo geral de recursos físicos na Construção Civil, usualmente se toma por base o consumo de cimento como indicador. A Figura 12 apresenta a evolução do consumo de cimento por habitante e o crescimento populacional do Brasil.

¹ Média resultante de entrevistas com 102 coletores ou empresas coletoras em 07 municípios.

EVOLUÇÃO DO CONSUMO APARENTE DE CIMENTO NO BRASIL

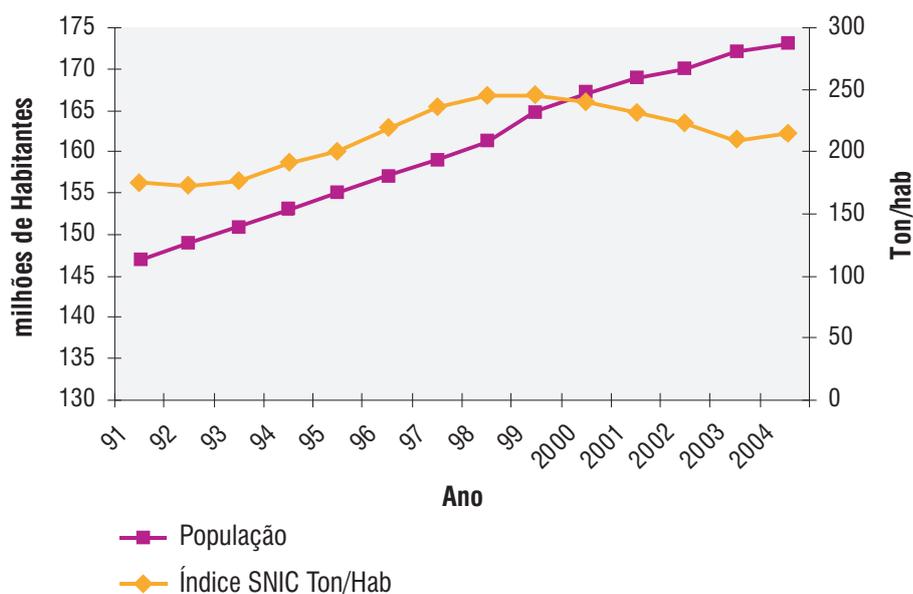


Figura 12 - Evolução do consumo de cimento por habitante e o crescimento populacional do Brasil

A evolução dos índices de consumo do cimento, principalmente entre os anos de 1995 a 2000, e sua leve queda nos anos subseqüentes indica, dadas as características da construção brasileira, que o consumo de outros materiais básicos (areia, pedra britada, componentes de vedação, madeira e aço) também aumentou em tal período. Raciocínio análogo mostra que não houve aumento depois disto.

A partir das informações de perdas e consumos vigentes, consolida-se a idéia da gestão do consumo de materiais como ferramenta importante para se alcançar a sustentabilidade nos empreendimentos do subsetor da Construção, atuando na fonte geradora, no momento de incidência do consumo dos recursos físicos e permitindo que a quantidade de materiais desnecessária represente parcela cada vez menor no conjunto de recursos empregados.

3.3 A gestão do consumo de materiais relacionada aos subsistemas e processos construtivos envolvidos

Sob a abordagem tecnológica, a gestão do consumo de materiais pode ser aplicada dentro de cada subsistema que compõe um edifício. Será dada ênfase à estrutura, à vedação e ao revestimento, na medida em que aproximadamente 80% da massa do edifício concentra-se nesses subsistemas (LICHTENSTEIN, 1987). A Tabela 4 apresenta uma visão geral dos subsistemas e os serviços, materiais e processos envolvidos.

Dentro de um canteiro de obras, os materiais são recebidos e inspecionados, armazenados, processados e, por fim, aplicados, sendo que há a movimentação entre cada etapa citada. Entendendo-se como processo todas as etapas relacionadas ao fluxo dos materiais, define-se como fluxograma dos processos todas as etapas de um serviço em estudo, assim como o relacionamento entre elas (SOUZA, 1999).

Tabela 4 (próxima página) - Tabela de serviços, materiais relativos a cada etapa do fluxograma dos processos

Subsistema	Serviço	Material	Fluxograma dos processos					
			Recebimento	Estoque	Processo intermediário	Processo final	Movimentação	
Estrutura de Concreto Armado	Fôrmas	Madeira	Chapas de madeira compensada	Sob lona; pilhas	Serviço de carpintaria - corte	Montagem	Manual Elevador	
			Painéis pré-fabricados de madeira ou aço; entrega em caminhões	Sob lona; pilhas – classificados por tipo de peça		Montagem	Elevador	
	Armadura	Aço	Vergalhões	Pilhas	Dobra Corte	Colocação na fôrma	Manual Elevador Grua	
			Pré-cortado		Dobra	Colocação na fôrma	Manual Elevador Grua	
			Pré-dobrado			Colocação na fôrma	Manual Elevador Grua	
	Concretagem	Cimento	Enscado Granel	Pilhas Silos	Mistura	Lançamento	Jerica Elevador	
		Agregados	Granel	Baias				
		Concreto	Caminhões Betoneira			Lançamento	Bomba Girica Elevador Grua	
	Vedações verticais	Alvenaria	Blocos	Soltos Paletizados	Pilhas Pallets			Carrinhos Grua
			Cimento	Enscado Granel	Pilhas Silos	Dosagem / pré dosagem e mistura	Aplicação	Padiola Girica Elevador
Cal			Enscado	Pilhas				
Areia			Granel	Baias				
Argamassa			Enscado Granel	Pilhas Silos	Mistura	Aplicação		
Revestimento Interno de paredes	Chapisco	Cimento	Enscado Granel	Pilhas Silos	Pré dosagem (argamassa intermediária) / Dosagem e mistura	Aplicação	Padiola Girica Elevador	
Revestimento externo - fachada	Emboço	Cal	Enscado	Pilhas				
		Areia	Granel	Baias				
		Cerâmica	Embalado	Pilhas				Dosagem e mistura
		Gesso	Enscado	Pilhas				
Revestimento – vedações horizontais	Contrapiso	Argamassa	Enscado Granel	Pilhas Silos	Mistura	Aplicação		

A Tabela 4, portanto, apresenta uma visão analítica dos processos envolvidos para cada serviço, bem como dos materiais envolvidos e de características associáveis a cada etapa a ser vencida. Tais informações podem ser úteis para se discutir a vigência ou não de condições mais favoráveis à minimização das perdas na produção, ou, sob outro ponto de vista, dos momentos/condições que devem analisados com a finalidade de buscar condições favoráveis à redução das perdas.

3.4 O estudo do consumo de materiais na etapa de concepção – Projeto Habitação 1.0 (ABCP)

Conforme comentado anteriormente, embora não haja consumo de materiais durante o projeto, a concepção do produto final define o consumo teoricamente necessário que ocorrerá na etapa de produção. Dentro deste contexto, pode ser bastante interessante analisar os projetos em termos do consumo prescrito pelo mesmo. Normalmente, tal análise é composta pelo levantamento inicial da quantidade de um determinado subsistema (ou parte) do edifício por unidade de área construída; tal valor é então multiplicado pela quantidade de material /componente necessário teoricamente para se compor a unidade do produto. A equação a seguir ilustra tal raciocínio:

$$QMT/m^2 = QS/m^2 * CUM_{ref} \quad (0.12)$$

Onde:

QMT = quantidade de materiais teoricamente necessária;

QS = quantidade de serviço a ser executada;

CUM_{ref} = consumo unitário de materiais, obtido a partir de um valor de referência.

Entender as razões que levam a um aumento da fração QS/m^2 é algo análogo a entender os fatores que levam a maiores ou menores perdas na produção. Assim é que, conhecendo-se os fatores que influenciam QS/m^2 podem-se definir diretrizes de projeto que induzam a redução do consumo de materiais.

Portanto, tem-se detectado um princípio de análise, em trabalhos acadêmicos e profissionais, relativa ao entendimento da variação do indicador QS/m^2 . Um exemplo típico de informação usada no mercado da Construção diz respeito à comparação de valores de “laje média”, isto é, da espessura equivalente, em centímetros, do consumo de concreto relativo ao metro quadrado de um andar tipo de edifício; por exemplo, uma laje média de 20 cm equivaleria a um consumo teoricamente necessário de $0,20m^3$ de concreto por m^2 de área em planta.

O mesmo raciocínio foi detectado em trabalho recente desenvolvido para a análise de diferentes tipologias arquitetônicas para casas. Na medida em que várias propostas de *layouts* para habitações de interesse social têm sido propostas, buscando especialmente o menor custo de implantação, mostra-se a seguir o raciocínio seguido para a apropriação (e posterior uso na análise das diferentes propostas) do valor de área de alvenaria por m^2 construído como ferramenta para a avaliação da sustentabilidade na etapa de concepção.

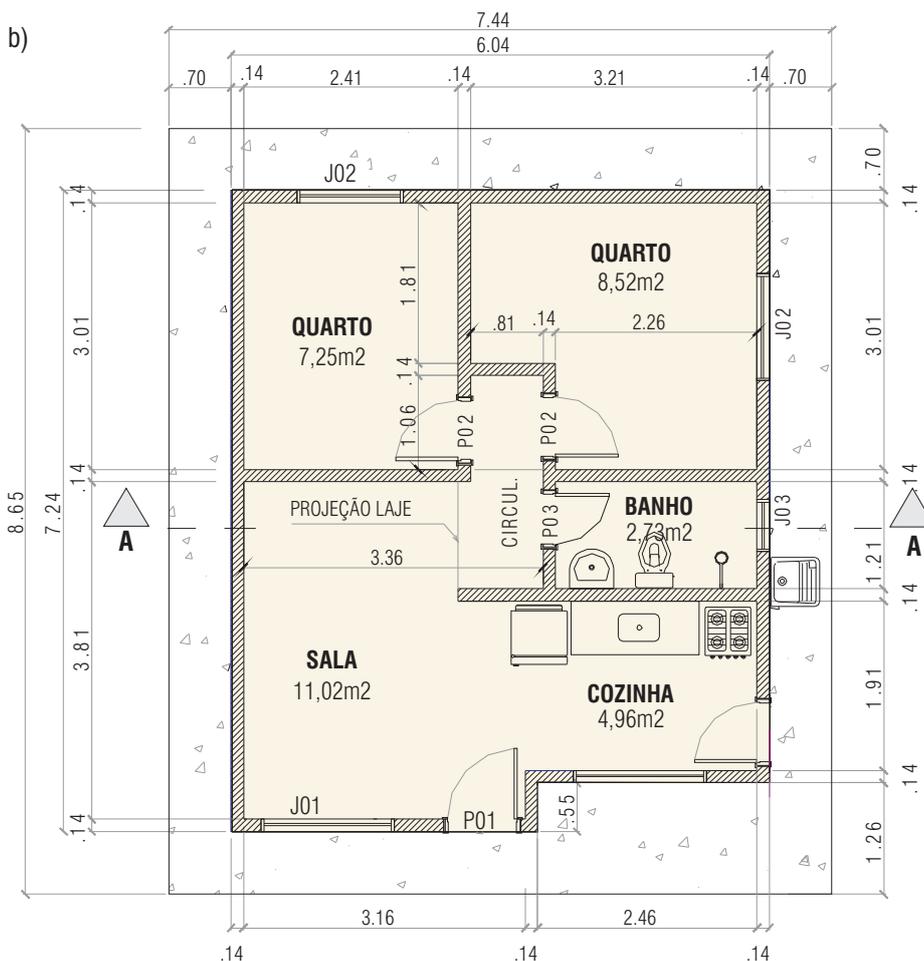
Como exemplo deste cálculo, será utilizado o modelo básico de casa proposto pela Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP) no projeto conhecido como Habitação 1.0, apresentado na Figura 13.

Figura 13 – Projeto Casa Isolada - Habitação 1.0: a) perspectiva; b) planta baixa

a)



b)



Tendo como base o projeto arquitetônico, será feita uma breve análise da quantidade de paredes em relação à área de piso e de como tal indicador (diretamente associável ao futuro consumo de materiais, blocos e argamassa de assentamento) pode ser afetado por algumas características do projeto (tais como a quantidade relativa de paredes internas e externas).

A Tabela 5 reúne as informações levantadas e aponta que a tipologia proposta leva a uma quantidade unitária de paredes internas menor que a relativa às paredes externas.

Abordagem semelhante aplicada a duas outras tipologias mostrou uma quantidade unitária de paredes respectivamente de $0,83 \text{ m/m}^2_{\text{piso}}$ e $1,01 \text{ m/m}^2_{\text{piso}}$. Portanto, no que se refere ao CUM_{ref} de blocos, para uma das alternativas propostas seria menor e para outra seria maior em comparação à tipologia aqui mostrada.

Tabela 5 - Fatores de projeto influenciadores do consumo de materiais (m²)

Fator estudado			Fator /m ² de piso
A _{piso}		42,33	
A _{líquida} -paredes	total	92,74	2,19
	externas	58,64	1,39
	internas	34,10	0,81
Comprimento das paredes (m)	total	41,82	0,99
	externas	26,14	0,62
	internas	15,68	0,37
A _{característica} (A _{liq} ² / A _{liq})	isoladas	5,60	

3.5 Métodos de gestão

3.5.1 Gesconmat

O Programa Gesconmat (Gestão do Consumo de Materiais nos Canteiros de Obras) está relacionado a uma pesquisa, apoiada pela Finep, e executada sob a coordenação do PCC-USP e com a parceria da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) e da Universidade Federal de Goiás (UFG), com a participação e apoio do Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo (Sinduscon-SP), onde se está desenvolvendo um sistema de gestão do consumo de materiais visando à redução dos consumos desnecessários devidos a ineficiências na produção.

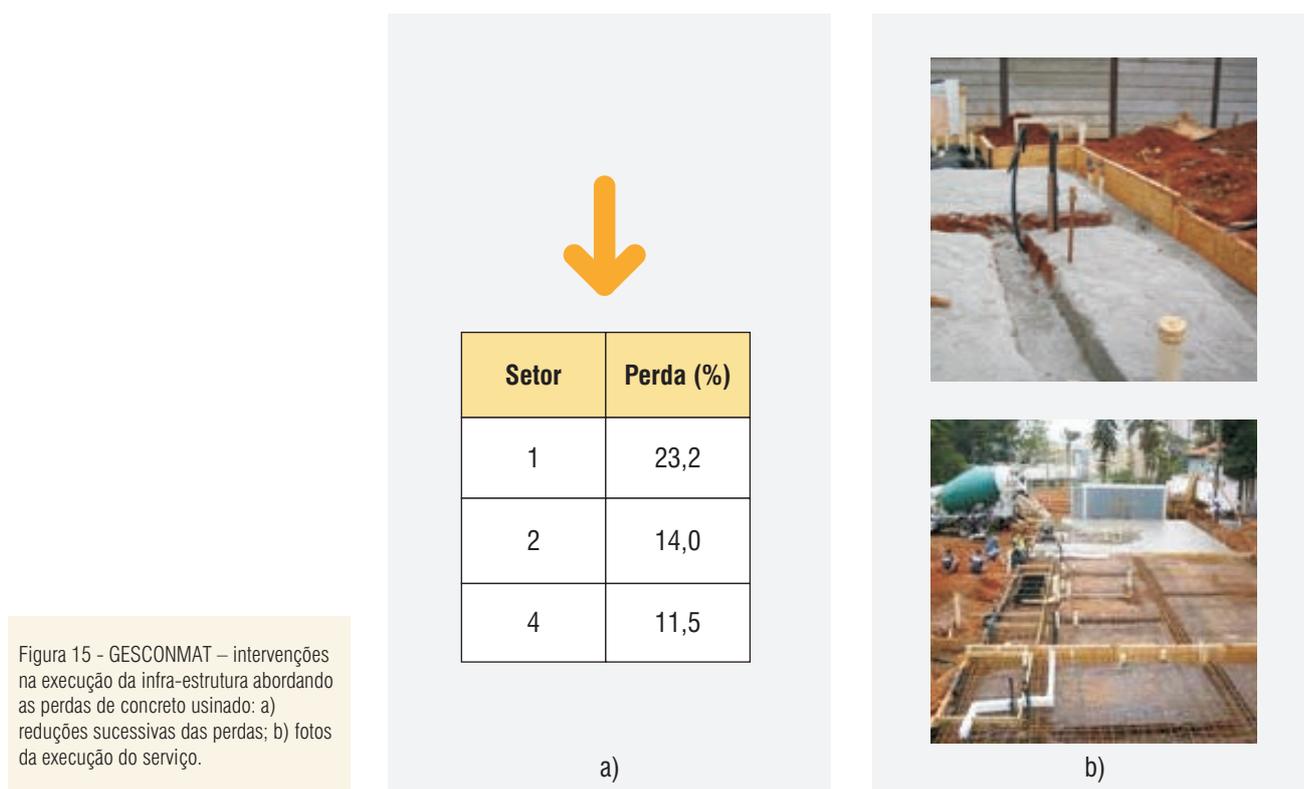
O método de implementação nas empresas envolve (vide Figura 14) três grandes etapas, denominadas: **base conceitual; avaliação; e consolidação**. Na primeira delas, o objetivo é transmitir conhecimentos básicos sobre o tema para os gestores das empresas participantes; na segunda,



Figura 14 – Programa GESCONMAT

através de três ciclos de atuação nas obras, se implementam a coleta de indicadores de perdas/consumo e a postura de intervenção visando a redução das ineficiências detectadas e se busca o desenvolvimento de um sistema de gestão que perpetue a preocupação com a redução das perdas. A última etapa diz respeito a um balanço final dos resultados obtidos e à definição de planejamentos para a atuação futura.

A Figura 15 ilustra um estudo de caso, dentre dezenas que foram feitos ao longo do primeiro ano da pesquisa, onde os sucessivos ciclos de diagnóstico e intervenção levaram a reduções significativas das perdas vigentes.



3.5.2 Gestão de resíduos – Experiência do Sinduscon-SP

Sob coordenação do COMASP – Comitê de Meio Ambiente, Segurança e Produtividade do SindusconSP, em caráter experimental, foi desenvolvido um programa para a implantação de uma metodologia para gestão de resíduos com 11 construtoras. A implantação dessa metodologia foi iniciada pelo grupo-piloto de construtoras em janeiro de 2003 e concluída em agosto de 2004.

A exemplo dos Sistemas de Gestão da Qualidade aplicados por grande parte das construtoras, o Programa de Gestão Ambiental de Resíduos em Canteiro de Obras é um método que parte igualmente do desenvolvimento de um planejamento. Do planejamento, o passo seguinte é a tomada de ações práticas — a implantação, concentrando o foco na informação, no treinamento e na capacitação das pessoas envolvidas. Faz-se, então, o acompanhamento da evolução do processo por meio de relatórios ou *checklists*. Finalmente, as avaliações efetuadas redirecionam a tomada de ações corretivas e retroalimentam o sistema de gestão. Os objetivos do programa compreendem:

a) Organização do canteiro de obras e segregação dos resíduos para:

- reduzir desperdícios;
- permitir a reutilização ou reciclagem;
- destinação compromissada.

b) Atendimento aos requisitos ambientais e legislativos, agindo preventivamente, buscando soluções adequadas ao nosso setor e assumindo atitude pró-ativa para promover aspectos positivos.

As construtoras participantes do grupo-piloto conseguiram, no experimento, facilmente incorporar aos procedimentos operacionais os novos conceitos ambientais da metodologia — como buscar a redução de desperdícios, eliminando-os quando possível, promover a segregação dos materiais para reutilização no próprio canteiro, encaminhar os resíduos para reciclagem ou dar destinação comprometida para as áreas licenciadas com a utilização de transportadores (caçambeiros) credenciados. A Figura 16 ilustra algumas imagens de obra submetida ao programa.



Figura 16 - Metodologia – Segregação dos resíduos (SINDUSCON-SP, 2004)

Para um projeto experimental, o Programa de Gestão Ambiental de Resíduos em Canteiros de Obras foi considerado bastante favorável (ver Figura 17), conforme mostrado por pesquisa que uma empresa especializada independente aplicou nas construtoras participantes do grupo-piloto, abordando um universo amplo de pessoas envolvidas. A pesquisa constatou, no grupo entrevistado, um alto grau de sensibilização, conscientização e interesse pelo assunto. Percebeu-se uma expressiva redução de resíduos gerados, embora a quantificação nos canteiros não estivesse ainda sistematizada.

Concluiu-se, enfim, que a implantação do programa proporcionou uma interessante redução dos custos operacionais das obras, ao contrário do que alguns previam. Foi verificado aperfeiçoamento da logística da obra, mudança de cultura entre as equipes de produção, com funcionários e fornecedores valorizando mais a empresa.



Figura 17 - Resultados do Programa – opiniões positivas quanto a diferentes impactos do programa

Base: total da amostra

3.5.3 Smartwaste

Em termos de desenvolvimento sustentável, a indústria da Construção na Europa está passando por uma transformação com relação à gestão e minimização de perdas de materiais. Em essência, as perdas que recebem maior atenção são aquelas relativas ao entulho nos canteiros de obras.

Em determinados países, algumas ferramentas para auditoria têm sido criadas. O BRE (*Building Research Establishment*), após auditorias em canteiros no Reino Unido, aplicou em algumas construções um sistema de gestão de resíduos conhecido como *SmartWaste* (Figura 18), em sua forma mais simplificada, o *SmartStart*, desenvolvido pelo próprio instituto. Este sistema consiste essencialmente em um Software, com base na internet, que disponibiliza um campo de informações interativas e dispositivos geradores de gráficos e relatórios. Este sistema foi apresentado por James W. Hurley, *Senior Consultant*, BRE, no artigo *How to SMARTWaste™ the Construction Industry*.

A ferramenta contempla a fonte, tipo, quantidade, causa, custo e proporção do resíduo global gerado, bem como sua identificação por grupo de resíduos ou grupo de materiais. A intenção principal é subsidiar a definição de estratégias para gestão dos resíduos sólidos produzidos, e que são monitorados através de indicadores de desempenho ambiental e planos de ação desenvolvidos.

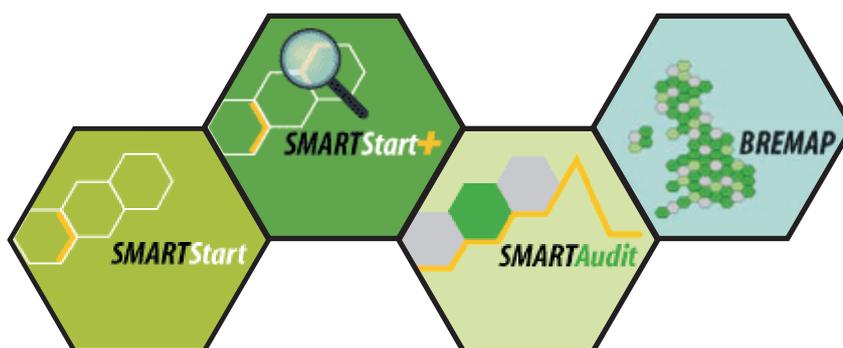


Figura 18 - Sistema de gestão de resíduos – SMARTWaste - BRE

Nesta ferramenta, para cada grupo de resíduos, foram criados indicadores denominados EPI's – *Environmental Performance Indicator*. Como exemplo, tem-se:

Embalagens

- EPI = 2,26 m³/100m²;

Madeira

- EPI = 1,54 m³/100m²

Concreto

- EPI = 1,41 m³/100m²

Contudo, de acordo com HURLEY (2001), em geral a média para construção encontrada foi de 10,58 m³/100m².

O objetivo do BRE, na aplicação do *Smartwaste* em diversos canteiros, está em:

- gerar *benchmarks* mais detalhados para diferentes tipos e dimensões de canteiros (construção, demolição, reformas e produção de manufaturados); criação de um banco de dados nacional;
- estabelecer estratégias de gestão de resíduos, monitoradas através dos indicadores de desempenho e planos de ação.

A versão mais completa do Software inclui certas ferramentas de avaliação, tais como:

- caracterização do resíduo (fonte, tipo e quantidade);

- causas e custos;
- geração de resíduos ao longo do tempo;
- geração de resíduos por serviço;
- EPI's – m³ resíduo gerado a cada 100 m²;
- avaliação de produtos residuais chave.

Em sua versão mais simplificada, conhecida como *Smartstart* – versão para iniciar o processo de avaliação da gestão de resíduos nos canteiros – são gerados valores tais como seus EPI's por canteiro (identificando perdas), comparativos com valores obtidos em outros projetos e média nacional. Seus relatórios ainda permitem o monitoramento da redução na geração de resíduos e identifica medidas tomadas para recuperação do produto residual

Entre os aspectos mais interessantes, destacam-se:

- abordagem dos resíduos como produtos;
- aplicação em pré-auditorias para atividades de demolição, permitindo planejamento da gestão dos resíduos;
- oportunidade para identificar o potencial de economia em custos;
- oportunidade para o desenvolvimento de mercado para estes produtos.

A proposta do sistema *Smartwaste* é estar constantemente em desenvolvimento, tendo suas bases de informação aferidas e atualizadas conforme mais e mais usuários o aplicam em seus empreendimentos. Futuramente, espera-se que o sistema possa identificar com segurança as fontes principais geradoras de resíduos em cada empreendimento e as formas de atuação para minimizá-lo, indicando constantemente o cumprimento ou não das metas estabelecidas.

3.5.4 Checklist de gestão de resíduos

A idéia de desenvolver-se um *checklist* para avaliação da existência ou não de condições consideradas satisfatórias é prática comum em várias propostas acadêmicas, em diversos assuntos. No que diz respeito ao consumo de materiais, encontram-se atualmente em desenvolvimento, no PCC-USP e na Universidade Federal da Bahia (UFBA), pesquisas de iniciação científica visando à proposição de *checklist* para avaliação da gestão de resíduos nas obras de construção de edifícios. Devidamente adaptadas, tais listas de verificação poderiam ser usadas para análise da gestão do consumo de uma maneira mais ampla.

A pesquisa em andamento também proporá uma estrutura de banco de dados de boas práticas quanto à gestão de resíduos, compilando as ações mais interessantes encontradas nos estudos de caso que serão realizados.

3.6 Políticas públicas e normalização brasileira

3.6.1 Comitê de Meio Ambiente

Formado por empresas associadas, o **Comitê de Meio Ambiente do SindusCon-SP** constitui um fórum permanente para debater questões ambientais fundamentais para o desenvolvimento e capacitação das empresas, apontar as necessidades inerentes aos assuntos, identificar problemas relevantes e encaminhar soluções.

Os objetivos para a criação do COMASP envolvem:

- Busca de parcerias com entidades e fabricantes da cadeia produtiva para desenvolver a cultura da gestão ambiental nas empresas de construção;
- Desenvolvimento de programas voltados ao Desenvolvimento Sustentável na Construção Civil;
- Busca pelo equacionamento da gestão dos resíduos de construção priorizando a não geração, o reúso, a segregação, a correta destinação e a reciclagem;
- Participação na elaboração de políticas ambientais, incluindo leis, decretos e resoluções ambientais que envolvam a cadeia produtiva da Construção Civil.

3.6.2 Normas técnicas

O COMASP participa nas comissões CE: 0213005 e CE: 0213006 da ABNT responsáveis pela elaboração das normas necessárias para a implantação de atividades / tecnologias em decorrência da gestão dos resíduos da Construção Civil.

Como resultado dos trabalhos foram elaboradas as seguintes normas:

- Resíduos da Construção Civil e resíduos volumosos - Áreas de transbordo e triagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação – NBR 15112:2004
- Resíduos sólidos da Construção Civil e resíduos inertes - Aterros - Diretrizes para projeto, implantação e operação – NBR 15113:2004
- Resíduos sólidos da Construção Civil - Áreas de reciclagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação – NBR 15114:2004
- Agregados reciclados de resíduos sólidos da Construção Civil - Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos – NBR 15115:2004
- Agregados reciclados de resíduos sólidos da Construção Civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos – NBR 15116:2004

Tais normas têm balizado as ações do poder público especialmente em relação aos planos municipais para destinação correta dos resíduos, conforme estabelecido pela Resolução nº do CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente), em 2002, que será comentada no próximo item.

3.6.3 Legislação e políticas públicas

A questão da gestão do RCD tem mobilizado o agente público em iniciativas que organizem e procurem até minimizar sua geração. Dentre as políticas públicas vigentes, pode-se mencionar:

- a) PB PQ-H – Programa Brasileiro da Produtividade e Qualidade do Habitat. O Ministério das Cidades tem atuado no fomento da normalização técnica para a questão do resíduo sólido através do Programa.
- b) Secretaria de Estado do Meio Ambiente – SP – Resolução SMA nº 41, de 17 de outubro de 2002
- c) PROJETO DE LEI ESTADUAL nº 367, DE 2005, que Propõe a criação de uma Política Estadual de Resíduos Sólidos em São Paulo.

No ano de 2002 o CONAMA editou a Resolução nº 307 onde estabeleceu diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da Construção Civil, atribuindo responsabilidades a agentes da cadeia produtiva e municípios. Essa resolução estipulava que o construtor era responsável pela triagem em canteiro dos resíduos sólidos lá gerados e pelo transporte destes às áreas específicas.

A Resolução classifica os RCD nas seguintes categorias:

- Classe A – alvenaria, concreto, argamassas e solos. Destinação: reutilização ou reciclagem com uso na forma de agregados, além da disposição final em aterros licenciados.
- Classe B – madeira, metal, plástico e papel. Destinação: reutilização, reciclagem ou armazenamento temporário.
- Classe C – produtos sem tecnologia disponível para recuperação (gesso, por exemplo). Destinação: conforme norma técnica específica.
- Classe D – resíduos perigosos (tintas, óleos, solventes etc.), conforme NBR 10004:2004 (Resíduos Sólidos – Classificação). Destinação: conforme norma técnica específica.

3.6.4 Outros manuais

Para orientação, tanto aos agentes envolvidos na gestão e na operação dos RCD, bem como aos possíveis proponentes de financiamento para empreendimentos, foi disponibilizado um Kit pela Caixa Econômica Federal (CAIXA) contendo dois manuais, sendo:

- **Volume 1** – Manual de Orientação – Como Implantar um Sistema de Manejo e Gestão de Resíduos da Construção Civil nos Municípios.
- **Volume 2** – Manual de Orientação – Procedimentos para a Solicitação de Financiamento.

Estes manuais estão disponíveis no site da CAIXA (<http://www.caixa.gov.br>).

4. Metodologias de avaliação

Para a maior parte das metodologias de avaliação de desempenho ambiental de edifícios, o acompanhamento do consumo de materiais não é analisado ou é analisado apenas superficialmente, sendo apenas avaliadas a natureza dos materiais empregados e as perdas por entulho ou resíduos.

Os itens seguintes analisam o tema Consumo de materiais no contexto das metodologias selecionadas por este projeto.

4.1 Building Research Establishment Environmental Assessment Method – BREEAM

Dentro da estrutura de avaliação do BREEAM 98 (BALDWIN et al., 1998), o uso de materiais exerce um peso relativo de 9,8%. Contudo, o escopo está nas implicações ambientais da seleção dos materiais e eventuais destinações, e não no uso dos recursos propriamente ditos.

4.2 EcoHomes – The environmental rating for homes

Dentro do âmbito dos materiais, este sistema avalia o uso de recursos naturais. O conceito de avaliação se dá quanto à natureza ou origem dos materiais e os impactos ambientais gerados por sua utilização.

Dentro das várias categorias relacionadas para avaliação, a categoria de materiais elege quatro classes, atribuindo 6 créditos a cada uma, a saber:

- a) L - uso de madeiras de reflorestamento ou reutilização de madeiras em elementos básicos da construção;
- a) M - uso de madeiras de reflorestamento ou reutilização de madeiras em elementos de acabamento;
- b) N - materiais recicláveis aplicados na composição da edificação;
- c) O - uso de materiais com menor impacto ambiental, tomando por base todo o seu ciclo de vida. A avaliação é dividida para cada subsistema.

O Ecohomes busca uma outra perspectiva de avaliação da postura da obra quanto aos materiais empregados, dando ênfase à questão da madeira por ser uma problemática presente no Reino Unido. Sua linha de atuação foge do estudo de perdas no canteiro, sem abranger a linha do consumo em termos da quantidade de materiais.

4.3 Leadership In Energy And Environmental Design (LEEDTM) - 1999

Seu escopo é sumariamente ambiental e, com relação à gestão do consumo de materiais, seu foco está na destinação de seus resíduos. Apresenta ações na fase de projeto, em termos de uso de materiais e destinação dos resíduos, assim como metodologias para se estimarem os resíduos gerados. Faz, em cada requisito, considerações ambientais, econômicas e relativas à comunidade.

4.3.1 Estrutura e pontuação

Dentro da estrutura de avaliação do LEED 2.0 (USGBC, 2000), a categoria de **Materiais e Recursos** tem o peso de 19% (até 13 pontos) na pontuação geral. O pré-requisito para se enquadrar nesta categoria é possuir um estoque e coleta de recicláveis. Essa categoria abrange:

Reutilização de edifício - até 3 pontos

- Manter 75% das vedações horizontais, verticais externas e estrutura existentes.
- Um ponto adicional é dado para manter 100% das vedações horizontais, verticais externas e estrutura existentes.
- Ponto adicional para manter 100% das vedações horizontais, verticais externas e estrutura existentes e 50% das demais vedações e itens não estruturais.

Gestão de RCD - até 2 pontos

- Plano de gestão de resíduos. Deve indicar pelo menos 50% de reciclagem na construção, demolição e limpeza. Admite estimativas em massa ou volume, desde que consistentes
- Se alcançar 75%, atribui-se 1 ponto a mais.

Reutilização de recursos - até 2 pontos

- Aplicação de ao menos 5% do total com materiais reaproveitados. Um ponto extra para a meta de 10% de reutilização. Não informa se é em massa, volume etc.

Materiais com conteúdo reciclado - até 2 pontos

- Uso de pelos menos 5% (em massa) de materiais com conteúdo reciclado. Um ponto extra para a meta de 10%.

Materiais regionais/locais - até 2 pontos

- Utilização de pelo menos 20% de materiais fabricados na região, dentro de um raio de 500 milhas.
- Ponto adicional para 50% dos materiais fabricados na região serem totalmente extraídos dentro do raio de 500 milhas.

Materiais rapidamente renováveis - 1 ponto

- Aplicação de ao menos 5% do total com materiais oriundos de fontes naturais rapidamente renováveis.

Uso de madeira certificada

- Em todo o volume de madeira aplicada, utilização de 50%, no mínimo, de madeira certificada segundo o *Forest Stewardship Council's Principles and Criteria*.

Há ainda uma outra categoria, denominada **Inovação e processo de projeto** (com peso de 7%), que pode receber até 5 pontos. Essa categoria procura, de forma discreta, induzir a uma atuação no projeto para um empreendimento mais otimizado em termos de uso de recursos. Envolve as seguintes discussões:

1. Inovação (estratégias de projeto e uso de tecnologias), que pode receber até 04 pontos;
2. Envolvimento de profissional habilitado pelo LEED, recebendo até 01 ponto.

A estrutura do LEED permite que apenas os quesitos para os quais pretende obter a certificação sejam avaliados. Isto significa que somente os aspectos de projeto, por exemplo, podem ser avaliados (não se considerando aspectos controlados pelos executores ou planejadores), sem que o resultado final seja afetado.

Ao apresentar um enfoque mais abrangente sobre a questão do uso dos materiais, o LEED preocupa-se com a origem do material empregado e a gestão dos resíduos sólidos. Não é mencionada qualquer preocupação quanto aos fatores geradores do consumo ou avaliação de ações para a otimização do uso de insumos.

4.4 Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency (CASBEE) – 2002

Pode-se dizer que o CASBEE não seria uma, mas quatro ferramentas de avaliação, sendo cada uma delas direcionada a usuários específicos, que podem avaliar o projeto ou edifício existente em estágios específicos de seu ciclo de vida. É mais voltada à avaliação de edifícios de escritórios, escolares e multiresidenciais e não contempla residências unifamiliares.

Tal como os demais sistemas, o escopo ambiental é mantido, abrangendo o uso de recursos naturais e impactos ambientais.

As categorias de avaliação para o uso de materiais são as seguintes (considera os insumos básicos como materiais de baixo impacto ambiental, em oposição à poluição da água ou do ar, que seriam considerados de grande impacto):

d) Materiais reciclados

- eficiência no reuso de materiais na estrutura
- eficiência no reuso de materiais não estruturais

- e) Madeira para florestas sustentáveis
- f) Materiais de baixo risco à saúde
- g) Reúso da estrutura existente
- h) Reúso de materiais e componentes.

Envolve a natureza dos materiais empregados.

Não se aplica ao consumo e perdas de materiais.

4.5 Certification NF Bâtiments Tertiaires – Démarche HQE. Bureau et Enseignement (HQE) - CSTB

A metodologia de avaliação francesa engloba a escolha dos produtos (natureza e impacto) e processos escolhidos. No que envolve os materiais, o alvo 2 - *Choix integre des produits, systemes et procedes de construction* [Escolha integrada de produtos, sistemas e processos construtivos] – a interação entre processo e produto dentro do sistema e a influência interativa no processo de escolha de cada um. Além disso, segundo a metodologia, a escolha dos produtos integra, influencia ou é influenciada por todos os demais “alvos”.

Apesar de iniciar a avaliação antes mesmo da etapa de concepção, em termos de materiais esta certificação restringe-se à escolha dos produtos que serão utilizados.

A natureza e as características dos materiais, dentro da perspectiva de maior desempenho e menor impacto ambiental, seja na sua produção ou na sua utilização, são os pontos mais relevantes.

Quanto à gestão dos processos, identifica-se uma postura que induz a uma gestão do consumo de materiais na etapa de concepção. Há uma preocupação pela escolha de um processo que utilize mias recursos locais, que seja mais durável e que se adapte ao máximo às necessidades dos usuários, minimizando interferências ou, sempre que ocorrerem, que sejam facilitadas por processos que permitam montagem e desmontagem. Ainda assim não há instrumentos que permitam ou incentivem a avaliação do consumo dos materiais, bem como sua gestão nas demais etapas.

4.6 Certification Habitat & Environnement

Dentre os sete temas, um especificamente trata da escolha dos materiais – *Choix des Materiaux* (CM). Ele estabelece uma “indicação de conformidade ambiental” (CM1) que procura identificar o nível de impacto ambiental causado pelos materiais de construção em seu ciclo de vida. Também relaciona a escolha de materiais em cada subsistema de acordo com seu impacto ambiental.

Outros critérios de avaliação deste tema são a utilização de materiais renováveis (CM2) e de materiais reciclados (CM3).

A certificação da CERQUAL, *Habitat et Environnement*, não apresenta posturas voltadas à gestão do consumo. Tem-se apenas a escolha dos materiais como abordagem. Não são discutidas questões de consumo maior ou menor, ou tratamento das perdas geradas no processo.

4.7 Green Building Challenge (GBC)

Para realizar comparação internacional de edifícios, o GBC utiliza indicadores de sustentabilidade ambiental. Até a versão GBTool 2K (2000), que é constituído por uma série de planilhas em formato MS Excel™, eram utilizados quatro indicadores: consumo anual de energia, consumo anual de água, consumo (área) de solo, emissão anual de GHG, não se mencionando o consumo de materiais ou os resíduos sólidos gerados. Na versão 2002, dos doze indicadores que foram testados, dois foram incluídos para contemplar algum aspecto relativo aos materiais, o ESI-11 e o ESI-12 (Quadro 1), sendo eles:

Quadro 1 – Indicadores GBTool 2002 - Materiais

Indicadores de sustentabilidade ambiental utilizados pela GBTool v 1.81 (2002) (os valores são normalizados por área construída)
ESI-11 Massa total de materiais reutilizados empregados no projeto, vindos do próprio terreno ou de fontes externas, kg.
ESI-12 Massa total de novos materiais (não reutilizados) empregados no projeto, vindos de fontes externas, kg.

Os indicadores ESI-11 e ESI-12 foram incorporados para abranger a questão de materiais empregados. Entendem-se por materiais reutilizados aqueles provenientes de resíduos reciclados ou retirados e transformados no próprio canteiro, quando disponíveis. Fica evidente que a avaliação proposta limita-se à reutilização e a origem dos materiais, focando de certa forma os resíduos, mas não interferindo na quantidade, consumo ou a diminuição propriamente das perdas e consumos.

4.7.1 Estrutura e pontuação

Seis categorias são avaliadas na GBTool. Aqui são mencionadas apenas as duas que tratam do aspecto dos recursos físicos, que são:

Categoria de uso de recursos – energia, água, solo e materiais - representando 20% do peso na avaliação geral, e

Cargas ambientais – tratando das emissões, efluentes e resíduos sólidos – com 25% do peso total.

Em cada categoria há fatores de ponderação, em que a pontuação é atribuída segundo uma escala de graduação de desempenho que vai de **-2 a +5**. O **zero** da escala corresponde ao desempenho de referência (*benchmark*)

Dentre os fatores de ponderação utilizados no GBTool, apenas dois são relacionados ao uso dos materiais, sendo eles:

R4 - Reuso da estrutura existente ou materiais do local da obra, com 3 critérios:

- R4.1 Permanência da estrutura existente;
- R4.2 Reuso dos materiais e componentes de estrutura existente;
- R4.3 Reuso dos materiais retirados em outro local, fora da obra.

R5 – Quantidade e qualidade dos materiais de procedência externa ao canteiro de obras, abrangendo os atributos ambientais em 3 critérios:

- R5.1 Uso de materiais recuperados de fontes externas à obra;
- R5.2 Conteúdo reciclado dos materiais provenientes de fontes externas à obra;

R5.3 Uso de produtos de madeira que são certificados ou possuem alguma qualificação equivalente.

Benchmarks para materiais

Como metodologia de avaliação, o GBTool estabelece alguns benchmarks que servem de parâmetro para a pontuação. Extraindo aqueles relacionados aos materiais, tem-se:

- A proporção da estrutura que normalmente poderia ser utilizada como parte do novo edifício. O valor atribuído mínimo é de 25% da área de piso do novo edifício.
- A proporção de materiais utilizados no edifício, que normalmente poderiam ser reaproveitados de outras fontes, com patamar de 5% em massa.
- O conteúdo reciclável dos materiais utilizados no edifício, que normalmente seria obtido de fontes externas: 5% em massa.

Fazendo uma breve análise do GBC com foco nos materiais, ainda que englobando aspectos do uso de recursos, a gestão propriamente dita do consumo de materiais não está presente, uma vez que o foco encontra-se na destinação e reúso dos resíduos do canteiro de obras, ou uma indicação de uma gestão de resíduos.

4.8 Green Star - Office (GBCA)

Implementado pelo *The Green Building Council of Australia* – GBCA, o Green Star – Office é um sistema de pontuação para avaliação dos atributos ambientais na concepção, produção e utilização (desempenho) das edificações de uso comercial. Sua concepção é fundamentada nos sistemas de certificação BREEAM e no LEED, expostos anteriormente. Quatro categorias são aplicadas: **Design, As Built, Existing Building e Interiors.**

Dada sua origem, esta ferramenta carrega os principais atributos dos sistemas de origem. Procura dar subsídios para avaliação de iniciativas ambientalmente adequadas (e potenciais impactos ambientais de um edifício existente) em qualquer fase do empreendimento. Avalia o uso de materiais de forma diferenciada em cada categoria:

Design – Separação do resíduo reciclável, reutilização de materiais de acabamento existente, reutilização da estrutura, redução de perdas em processos de readequação dos escritórios, utilização de material reciclável no concreto, utilização de aço reciclado, minimização de materiais em PVC e uso de madeira sustentável (certificadas ambientalmente).

As Built – Separação do resíduo reciclável, reutilização de materiais de acabamento existente, reutilização da estrutura, redução de perdas em processos de readequação dos escritórios, utilização de material reciclável no concreto, utilização de aço reciclado, minimização de materiais em PVC e uso de madeira sustentável (certificadas ambientalmente).

Existing Building – Separação do resíduo reciclável

Interiors – utilização de mobiliário e acabamentos com baixo impacto ambiental (por seus materiais constituintes ou em sua utilização).

O Green Star, de forma similar a outras metodologias de avaliação, segue a tendência de avaliação da natureza dos materiais, não apresentando parâmetros para a minimização do consumo propriamente dito.

4.9 O que os métodos existentes avaliam

De acordo com os estudos comparativos das metodologias de avaliação existentes realizadas por SILVA (2003), o quesito de uso de recursos físicos exerce uma influência de 9,79% a 21,05% na ponderação final.

No entanto, os métodos são voltados mais à natureza dos materiais e redução ou destinação dos resíduos e abordam raramente itens como auxílio a projeto, mas ainda assim não em termos específicos de consumo de materiais. As Tabelas 6 e 7 sintetizam os itens avaliados referentes à gestão de materiais e o peso relativo à pontuação geral para cada sistema.

Tabela 6 – A gestão de materiais e as metodologias de avaliação existentes (SILVA, 2003)

Sistema de Avaliação	Foco relacionado ao uso dos materiais
BREEAM	não uso de asbestos (8) + atender a Green Guide Specifications (32) + madeira certificada (16) + reuso edifício (16) + uso agregado reciclado (8) + informação sobre presença de materiais perigosos (8) + espaço dedicado à armazenagem e coleta de recicláveis (8) + política de reciclagem (8)
LEEDTM	reuso edifício (3) + reuso materiais (2) + conteúdo reciclado (2) + materiais locais (2) + e rapidamente renováveis (1) + madeira certificada (1) + gestão RCD (2)
GBTool (ponderado)	reuso edifício (1,6%) + envio de materiais existentes para reciclagem off site (1,4%) + reuso de material vindos off site (1,3%) + madeira certificada (1,3%) + materiais com conteúdo reciclável (1,3%) + efluentes líquidos (água residual sanitária) – 1,25% + manuseio adequado de materiais perigosos resultantes de RCD (1,25%) + gestão de resíduos sólidos (2,5%)
CASBEE (ponderado)	Materiais ambientalmente saudáveis (30/220*0,85*0,3)
HQE - CSTB	Escolha dos materiais que serão empregados, segundo suas características, dentro da perspectiva de maior desempenho e menor impacto ambiental, seja na sua produção ou na sua utilização
HetE - CERQUAL	Escolha dos materiais – procura identificar o nível de impacto ambiental causado pelos materiais em seu ciclo de vida. Relaciona a escolha de materiais em cada subsistema.
Green Star - Office (GBCA)	Subsídios para avaliação de iniciativas ambientalmente adequadas (e potenciais impactos ambientais de um edifício existente) em qualquer fase do empreendimento. Incentiva ou avalia iniciativas quanto à reutilização de materiais, uso de materiais reciclados e uso reduzido de produtos agressivos ao ambiente.

Tabela 7- Pontuação dos itens de materiais relativa ao total geral em cada método de avaliação

BREEAM	LEEDTM	GBTool	CASBEE
104/1062 (9,79%)	13/69 (18,84%)	30/220 (12%)	7,65 (pond) (21,05%)

5. Considerações finais

Ao longo deste documento ressaltou-se que o consumo de materiais na Construção, especialmente quando comparado com o que acontece nos outros subsetores produtivos, é extremamente elevado. Comentou-se também que tal consumo ocorre, ou sofre influência, de aspectos associados às diferentes fases do empreendimento de Construção, quais sejam: a concepção, a produção da obra e o uso/manutenção.

Entende-se por consumo de materiais a soma de uma parcela teoricamente necessária e de uma parcela associável à ineficiência no processo, denominada perda. Como alternativa à discussão das perdas, a avaliação da eficiência no uso dos materiais pode ser medida através do consumo unitário, que é a quantidade de material empregada por unidade de produto executado. Esse indicador é uma ferramenta importante para gestão dos recursos físicos no canteiro.

A gestão do consumo de materiais no canteiro implica num conjunto de ações e posturas visando ao aumento da eficiência no uso de tais insumos. A redução do consumo unitário e das perdas é normalmente meta importante a ser perseguida pelo gestor. As ineficiências a serem combatidas podem gerar perdas de diferentes naturezas (material desnecessariamente incorporado, entulho ou furto) e que podem acontecer em diferentes momentos do empreendimento, em diferentes serviços e com materiais distintos.

O incremento de sustentabilidade baseado em uma gestão do consumo eficaz tem sido buscado através da aplicação uma série de conhecimentos disponíveis ou em desenvolvimento atualmente. Tais iniciativas podem ser classificadas nos seguintes grupos:

- a) de mensuração do consumo/perdas na produção;
- b) de abordagem tecnológica analítica da produção;
- c) de uso de indicadores para avaliação do projeto;
- d) de gestão da produção e/ou da concepção.

Tomando por referência o estado da arte da gestão do consumo de materiais e seu desenvolvimento até o presente momento, detectaram-se as seguintes iniciativas:

Quanto à mensuração do consumo/perdas na produção:

- Constata-se a existência e contínuo levantamento de indicadores relativos às perdas e consumos, advindos de estudos em obras, que podem servir como referência para a discussão do assunto;
- Detecta-se o levantamento do mesmo tipo de informação, mas com um caráter mais genérico, representando dados regionais ou estimativas teóricas nascidas de parametrizações de base estatística.

Quanto ao uso de indicadores para avaliação do projeto:

- Favorecendo o entendimento de fatores que aumentam o consumo unitário de referência, os indicadores de projeto podem permitir a prescrição de diretrizes de projeto mais favoráveis à sustentabilidade.

Quanto à abordagem tecnológica analítica da produção:

- A percepção de que cada subsistema de um edifício demanda diferentes serviços, que podem fazer uso de materiais distintos e de tecnologias diferenciadas, permitindo que sejam discutidos na etapa

do processo de produção; tal abordagem analítica tecnológica permite um aprofundamento das discussões específicas de caminhos para a busca da minimização de perdas na produção.

Quanto à gestão da produção e/ou da concepção:

- Estão surgindo programas de gestão, podendo-se lidar com o consumo de materiais de uma maneira mais ampla, ou com a geração de resíduos mais especificamente;
- Detectaram-se, também, sistemas de apoio a posturas de *benchmarking*;
- Vislumbrou-se trabalho preliminar quanto ao uso de listas de verificação de ocorrência de boas práticas.

Considerando, ainda, o levantamento de iniciativas visando o incremento da sustentabilidade, foi feita uma análise dos sistemas de certificação ambiental, sobre os quais pode-se dizer, quanto à inclusão da discussão do consumo de materiais, que se atêm ao escopo dos resíduos gerados e da natureza dos materiais que são utilizados (se reciclados ou reutilizados, se de origem local ou externa, se possuem ou não certificação ambiental), não considerando a questão do consumo propriamente dita.

A Tabela 8, a seguir, apresenta uma síntese do estado da arte da gestão do consumo de materiais no canteiro, indicando a abordagem de cada item e a etapa de incidência.

Notam-se, na tabela, algumas lacunas na etapa de concepção e de utilização. Ainda que de forma simplificada, é possível perceber a necessidade de posturas relacionadas a essas etapas para otimizar o uso de insumos.

Atualmente, as principais linhas de estudo identificadas em artigos e posturas convencionais, no âmbito internacional, preocupam-se quase que exclusivamente com os resíduos (gerados na etapa de produção) e a natureza dos materiais que são empregados. O crescimento sustentável da Construção passa, certamente, pela gestão do consumo de materiais aplicada a cada etapa do empreendimento. Os autores consideram este como sendo um campo de grande potencial a ser ainda explorado na busca de soluções para o uso consciente e otimizado dos recursos naturais e a redução ou reutilização dos resíduos sólidos gerados.

Tabela 8 - Síntese do estado da arte da gestão do consumo de materiais no canteiro

Etapa		Projeto	Produção	Utilização
Preocupação principal		Q _{SERV} /m ²	CUM + PERDAS	CUM _{VIDAÚTIL}
Abordagem				
Mensuração	Perdas vigentes nos canteiros		●	
	Resíduos gerados na produção de uma obra (por m ² e por unidade)		●	●
	Consumo de materiais- regional e nacional	●	●	●
Avaliação de projeto	Indicadores para avaliação de projeto Dados de mercado Paramétricos	●		
Tecnológica analítica	Posturas ao longo das etapas e fluxograma dos processos		●	
Gestão	GESCONMAT		●	
	Resíduos - Sinduscon		●	
	SmarWaste	●	●	●
	<i>Check-list</i> resíduos		●	
Políticas debate / prescrição	Comitê Meio Ambiente	●	●	●
	Normas	●	●	
	Legislação		●	●
	Outros manuais		●	
Gestão	Sistemas de Certificação Ambiental	●	●	

Referências bibliográficas

AGOPYAN, V. (coordenador); SOUZA, U.E.L.; PALIARI, J.C.; ANDRADE, A. C. **Alternativas para a redução do desperdício de materiais nos canteiros de obras**. Relatório Final. São Paulo: EPUSP, 5v. 1998.

ANDRADE, Artemária C. ; SOUZA, Ubiraci E.L. ; PALIARI, José C. ; AGOPYAN, Vahan. **Estimativa da quantidade de entulho produzido em obras de construção de edifícios**. IV Seminário “Desenvolvimento Sustentável e Reciclagem na Construção Civil: Práticas Recomendadas” CT206 Meio Ambiente São Paulo SP Junho 2001.

ANGULO, S.C. **Variabilidade de agregados graúdos de resíduos de construção e demolição reciclados**. 155p. Dissertação (Mestrado) – São Paulo: Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2000.

ASSOCIATION QUALITEL – CERQUAL. **Référentiel de la Certification Habitat & Environnement**. Paris: QUALITEL, 2005.

BRASIL, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução nº 307, de 05 de julho de 2002**. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, nº 136, 17 de julho de 2002. Seção 1, p. 95-96.

BUILDING RESEARCH ESTABLISHMENT – BRE. **Building Research Establishment Environmental Assessment Method – BREEAM**. London: BRE, 1998.

BUILDING RESEARCH ESTABLISHMENT – BRE. **EcoHomes –The environmental rating for homes**. The Worksheets. Garston: BREEAM Office, 2002.

CAMPOS, André Aranha. **Programa de gestão ambiental de resíduos em canteiros de obra**. COMASP. São Paulo: SINDUSCON-SP, 2004.

CARDOSO, Francisco F. **A gestão da produção de vedações verticais : alternativas para a mudança necessária**. In : SABBATINI, F. H. ; BARROS, M. S. B. ; MEDEIROS, J. S. (eds.). Seminário Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios Vedação Verticais. São Paulo, EPUSP-PCC, 1998. pp 187-220.

CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BÂTIMENT – CSTB. **Référentiel Technique de Certification. Bâtiments Tertiaires – Démarche HQE**. Bureau et Enseignement. Paris: CSTB, 2004.

HURLEY, James W. **How to SMARTWaste the Construction Industry**. Innovation in the Construction Industry. Cincinnati: 2003.

INTERNATIONAL INITIATIVE FOR A SUSTAINABLE BUILT ENVIRONMENT - iiSBE. NATURAL RESOURCES CANADA – NRCAN. **GBTool User Manual**. Green Building Challenge 2002. Canadá: iiSBE, 2002.

JAPAN SUSTAINABLE BUILDING CONSORTIUM – JSBC. **Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency (CASBEE)**. CASBEE for New Construction. Japão. Institute For Building Environment And Energy Conservation – IBEC, 2004.

JOHN, Vanderley M. Texto disponível em http://www.reciclagem.pcc.usp.br/a_construcao_e.htm, acessado em 22 de fevereiro de 2006. Sem data de atualização.

LICHTENSTEIN, Norberto Blumenfeld. **Formulação de Modelo para o dimensionamento do sistema de transporte em canteiro de obras de edifícios de múltiplos andares**. Tese doutorado. São Paulo, EPUSP, 1987.

PALIARI, José Carlos. **Metodologia para a coleta e análise de informações sobre consumos e perdas de materiais e componentes nos canteiros de obras de edifícios**. São Paulo, 1999. 473p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil.

PARISOTTO, Jules Antônio; AMARAL, Juliana Gondim; HEINECK, Luiz F. M. **Análise de estimativas paramétricas para formular um modelo de quantificação de serviços, consumo de mão-de-obra e custos de edificações residenciais estudo de caso para uma empresa construtora**. Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável - X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. São Paulo 18-21 julho 2004.

PINTO, Tarcísio de Paula. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. 189p. Tese (Doutorado) – São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil, 1999.

SÃO PAULO, SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE – SMA. **Resolução nº 41, de 17 de outubro de 2002**. Dispõe sobre procedimentos para o licenciamento ambiental de aterros de resíduos inertes e da construção civil no Estado de São Paulo. Diário Oficial do Estado de São Paulo, São Paulo, SP, 23 de outubro de 2002.

SILVA, Vanessa Gomes. **Avaliação da sustentabilidade de edifícios de escritórios brasileiros: diretrizes e base metodológica**. 210 pp. Tese (Doutorado). São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil, 2003.

SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL DO ESTADO DE SÃO PAULO – SINDUSCON-SP. **Gestão Ambiental de Resíduos da Construção Civil: A Experiência do Sinduscon-SP**. São Paulo: SINDUSCON-SP, 2005.

SOUZA, Ubiraci E. L. de. **Como reduzir perdas nos canteiros**: Manual de gestão do consumo de materiais na construção civil. São Paulo: Pini, 2005.

THE GREEN BUILDING COUNCIL OF AUSTRALIA – GBCA. **Green Star - Office As Built v2**. Sidney: GBCA, 2006.

THE GREEN BUILDING COUNCIL OF AUSTRALIA – GBCA. **Green Star - Office Design v2**. Sidney: GBCA, 2006.

THE GREEN BUILDING COUNCIL OF AUSTRALIA – GBCA. **Green Star - Office Existing Building v1**. Sidney: GBCA, 2006.

THE GREEN BUILDING COUNCIL OF AUSTRALIA – GBCA. **Green Star - Office Interiors v1**. Sidney: GBCA, 2006.

US GREEN BUILDING COUNCIL - USGBC. **LEED for New Construction and Major Renovation: Reference Guide. Version 2.1**. USGBC, Leadership in Energy and Environmental Design. Washington D. C., 2003.