

Patrocínio oficial



FUNDAÇÃO
LIMHO-AMERICANA

Patrocinios



FCT

Fundação para a Ciência e a Tecnologia
UNIVERSIDADE DE AVEIRO, INSTITUTO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DE AVEIRO



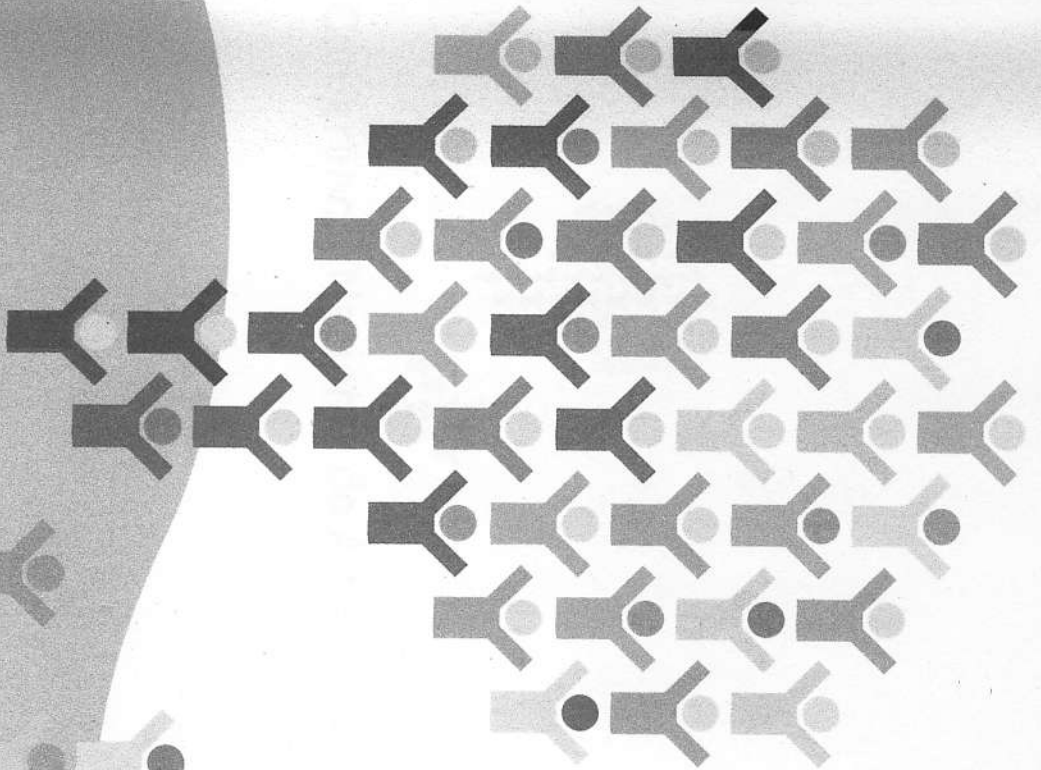
CESAM
Centro de Estudos do Ambiente e do Mar



Apoios



Conferência Nacional do Ambiente



Volume

Um futuro sustentável

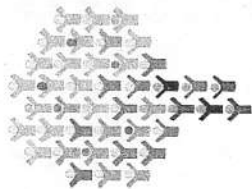
Ambiente, Sociedade e Desenvolvimento

18 a 20 de Abril de 2007, Universidade de Aveiro

Editores: Carlos Borrego, Ana Isabel Miranda, Elisabete Figueiredo, Filomena Martins, Luis Arroja, Teresa Fidalgo

Vol. 3

9ª Conferência Nacional do Ambiente
18 a 20 de Abril de 2007
Universidade de Aveiro



9ª Conferência Nacional do Ambiente

Editores:

Carlos Borrego, Ana Isabel Miranda, Elisabete Figueiredo,
Filomena Martins, Luís Arroja, Teresa Fidélis

18 a 20 de Abril de 2007
Universidade de Aveiro

Ficha Técnica

9ª Conferência Nacional do Ambiente

Comissão Organizadora

Carlos Borrego, UA
Ana Isabel Miranda, UA
Elisabete Figueiredo, UA
Filomena Martins, UA
Luís Arroja, UA
Teresa Fidélis, UA

ISBN: 978-972-789-230-3

Nota explicativa

Esta publicação contém as comunicações apresentadas na 9ª Conferência Nacional do Ambiente, realizada na Universidade de Aveiro, de 18 a 20 de Abril de 2007.

Editores

Carlos Borrego, Ana Isabel Miranda, Elisabete Figueiredo, Filomena Martins, Luís Arroja, Teresa Fidélis

Desenho da capa

Luís Pinto

Impressão

Grafimetas
Abril de 2007

Edição

Departamento do Ambiente
Universidade de Aveiro

Tiragem

350 exemplares

(Impressos em papel reciclado)

Comissão Científica

Ana Isabel Miranda, UA
Ana Paula Gomes, UA
António Brito, Univ. do Minho
António Fernandes, UTAD
António Rodrigues, UNL
António Samagaio, UA
Artur da Rosa Pires, UA
Carlos Borrego, UA
Carlos Costa, UP
Casimiro Pío, UA
Celeste Coelho, UA
Eduardo Anselmo Castro, UA
Elisabete Figueiredo, UA
Fernando Santana, UNL
Filomena Martins, UA
Isabel Martins, UA
João Farinha, UNL
José Figueiredo da Silva, UA
José Gomes Canotilho, UC
José Manuel Martins, UA
Júlio Maggionly Novais, UTL
Luís Arroja, UA
Manuel Arlindo Matos, UA
Margari da Tomé, UTL
Mª Isabel Capela, UA
Mª João Bebianno, UA Algarve
Mª Luísa Lima, ISCTE
Mário Cerqueira, UA
Paula Antunes, UNL
Paulo Pinho, UP
Teresa Andresen, UP
Teresa Fidélis, UA
Teresa Nunes, UA
Teresa Pinto Correia, UÉvora

Secretariado

Estela Pinto
Joana Marques

Patrocínios e Apoios

Patrocinadores Oficiais

Universidade de Aveiro

FLAD – Fundação Luso-Americana para o Desenvolvimento

Patrocinadores

IDAD – Instituto do Ambiente e Desenvolvimento

FCT – Fundação Ciência e Tecnologia

Fundação Calouste Gulbenkian

REN – Rede Eléctrica Nacional

CESAM – Centro de Estudos do Ambiente e do Mar

Câmara Municipal de Aveiro

Apoios

APA – Administração do Porto de Aveiro

AQP – Aliada Química de Portugal, Lda

CGD – Caixa Geral de Depósitos

CUF – Companhia União Fabril

Jornal Água e Ambiente

PREFÁCIO

“Tememos as coisas na medida em que as ignoramos”

Tito Lívio

A década das Nações Unidas sobre Educação e Desenvolvimento Sustentável (2005-2014) reflecte de forma inquestionável que as preocupações com o ambiente e o desenvolvimento são hoje globais, assim como releva a importância que a cidadania activa e informada detém na construção de um mundo mais sustentável.

A adopção do tema global Um Futuro Sustentável: Ambiente, Sociedade e Desenvolvimento, para a 9ª edição da Conferência Nacional do Ambiente, procura fazer uma associação clara à celebração da efeméride e assumir como seu o principal objectivo daquela iniciativa, ou seja, a construção de um mundo onde todos tenham a oportunidade de beneficiar de uma educação de qualidade, permitindo a aprendizagem da cidadania com base em valores, comportamentos e modos de vida que conduzam a uma transformação social positiva e a um futuro sustentável.

A abertura social, política e científica para o debate das questões associadas ao ambiente e ao desenvolvimento, ocorrida em Portugal nos últimos anos, é visível na própria estrutura e áreas temáticas que a Conferência Nacional do Ambiente (CNA) tem assumido e abordado. Se inicialmente os temas em discussão se encontravam essencialmente centrados na área das ciências e tecnologias do ambiente e na do ordenamento do território, nas últimas edições foram sendo progressivamente introduzidas temáticas associadas à governação do ambiente, à saúde, aos riscos ambientais, às questões da cidadania e da educação ambiental e da relação entre a sociedade e o ambiente. Esta abertura temática constitui o reconhecimento da inegável interacção entre as questões ambientais e todos os domínios da vida social, económica e política, bem como representa a constatação de que mais que problemas da esfera puramente técnica, os problemas ambientais são problemas das pessoas.

Constituindo-se desde a sua primeira edição como um espaço privilegiado de debate e divulgação, espera-se que a presente edição da CNA possa igualmente contribuir para o assumir do compromisso de, mobilizando saberes e práticas de uma forma activa, colaborar na construção de um futuro sustentável.

Carlos Borrego

Ana Isabel Miranda

Elisabete Figueiredo

Filomena Martins

Luis Arroja

Teresa Fidélis

Proposta de Metodologia para a Previsão da produção de Resíduos de Construção-Aplicação aos Municípios do Vale de Ave

Santos, A. R. anaritasantos@portugalmail.pt e Jalali, S.

Universidade do Minho – Departamento Eng. Civil

SUMÁRIO

Com a entrada em vigor do anteprojecto lei para a gestão dos resíduos de Construção e Demolição (RC&D), que está a ser elaborado pelo Ministério do Planeamento e Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional em parceria com o Instituto dos Resíduos, surge a necessidade de se proceder, ainda em fase de projecto, à quantificação da produção dos resíduos de construção (RC) de modo a que sejam cumpridas as disposições do diploma.

No entanto, este não prevê a existência de qualquer método de cálculo através do qual seja possível proceder à referida quantificação, pelo que se propõe a criação de uma metodologia para o cálculo estimado da produção de RC, suportada em dados reais e objectivos, que tem uma base empírica testada com um grau de rigor aceitável. A metodologia proposta tem a vantagem de poder ser actualizada face à experiência adquirida. Mais ainda, poderá ser aplicada para a previsão da produção de RC apenas a uma construção individual ou ao nível de um concelho ou até mesmo a uma região, podendo por isso, servir de base para a criação de um plano de gestão de RC ao nível de concelho ou agrupamento de concelhos. A metodologia proposta será aplicada a título demonstrativo aos concelhos de Vale de Ave, sendo que os resultados obtidos poderão servir de base para uma proposta de gestão dos RC&D nesta região.

PALAVRAS CHAVE

Resíduos de Construção e Demolição, Ambiente, Sustentabilidade

INTRODUÇÃO

Os RC&D são os resíduos provenientes das obras de construção, reconstrução, ampliação, alteração, conservação e demolição de edifícios (Anteprojecto Lei, 2005). Este tipo de resíduo é heterogéneo, dado que é composto por uma grande variedade de resíduos provenientes dos mais diversos tipos de materiais que são utilizados na construção civil. Os RC&D são constituídos na sua maioria por resíduos inertes constituídos por minerais inorgânicos (argamassas, betão, alvenarias, entre outros), mas também por outros tipos de resíduos como os de embalagem (tais como plásticas, metálicas, papel, cartão), plásticos, madeiras, tintas e vernizes, materiais de isolamento (tais como lã de rocha e lã de vidro) entre muitos outros, sendo que alguns destes resíduos são considerados como resíduos perigosos (Portaria 209/04 de 3/3).

Actualmente e de acordo com a legislação existente, i.e. PESGRI – Plano Estratégico de Gestão dos Resíduos Industriais (DL 516/99 de 2/12), os RC&D são considerados como um fluxo específico dos resíduos industriais banais, no entanto, este diploma não prevê nenhuma

disposição ou regra para a gestão e tratamento deste tipo de resíduos. Pelo que neste momento, não existe nenhum instrumento legal que regulamente a produção e gestão dos RC&D.

Os RC&D constituem um grave problema ambiental que necessita de solução urgente, uma vez que estão a ser produzidos em quantidades cada vez maiores e que, por ausência de legislação que regulamente a sua adequada gestão, estão a ser depositados nos aterros destinados a resíduos sólidos urbanos (RSU), em terrenos baldios, beira de estradas, de uma forma descontrolado sem que haja qualquer controlo da quantidade em que estão a ser produzidos, nem do tratamento que lhes é dado.

É também necessário ter em consideração que a fracção inerte dos RC&D tem um grande potencial de reciclagem que deve ser valorizado. A produção de agregados secundários tem várias vantagens, nomeadamente ambientais, dado que estes podem ser utilizados directamente como um material de construção ou como matéria-prima no fabrico de vários materiais, pelo que seria possível diminuir-se a extração de agregado natural e de todos os impactes ambientais e paisagísticos associados.

Para além da fracção inerte, existem outros resíduos para os quais já existem processos de reciclagem eficazes, como é o caso do papel e cartão, plásticos, madeiras, pelo que estes resíduos também deverão ser separados e encaminhados para as cadeias de reciclagem respectivas.

Neste momento, está a ser elaborado pelo Ministério do Planeamento e Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional em parceria com o Instituto dos Resíduos, um anteprojecto lei para a gestão dos RC&D. Na versão de Setembro de 2005 do referido anteprojecto lei, está prevista a obrigatoriedade de ser apresentada nas respectivas Câmaras Municipais um Plano de Gestão de RC&D no qual deverá constar, entre outros aspectos, a quantidade estimada de RC&D que irão ser produzidos na obra a licenciar. No entanto, não é referido qual o método que deverá ser utilizado para o cálculo estimado da produção de RC&D, pelo que este valor poderá ser calculado de diversos modos, logo não haverá coerência nos resultados que irão ser apresentados, nem estes poderão ser comparáveis entre si.

Dado que, neste momento, não existe qualquer controlo das quantidades de RC&D que estão a ser produzidos, nem dos locais onde estão a ser depositados, torna-se necessário e urgente estabelecer uma metodologia para a previsão da produção de RC&D, de modo a que possa existir uma uniformidade quer de critérios, quer dos resultados obtidos, dado que os valores mencionados no Plano de Gestão de RC&D terão que ser comunicados ao Instituto de Resíduos quer pelas Câmaras Municipais, quer pelos donos de obra.

Assim, propõe-se a aplicação de uma nova metodologia para o cálculo da produção de RC&D, apoiada em dados reais e objectivos, que tem uma base empírica testada com um grau de rigor aceitável e com a grande vantagem de poder ser actualizada a face da experiência entretanto adquirida. Podendo ser aplicada para a previsão da produção de resíduos de construção a uma construção individual ou ao nível de concelho ou região, a fim de servir de base para a criação de um plano de gestão de RC&D ao nível de concelho ou agrupamento de concelhos. A metodologia proposta será aplicada aos concelhos de Vale de Ave, cujos resultados poderão servir de base para uma proposta de gestão dos RC&D nesta região.

IMPORTÂNCIA E MÉTODOS EXISTENTES DE QUALIFICAÇÃO

Para que qualquer Plano de Gestão de RC&D seja eficaz, é importante proceder-se à quantificação e caracterização do tipo de resíduos a ser produzidos e estimar em fase de

projecto, a quantidade e tipo de resíduos que poderão vir a ser gerados, de modo que possa ser prevista a existência de uma sistema de recolha e de locais para a instalação de equipamentos de valorização ou eliminação desses resíduos.

Uma correcta previsão da produção de RC&D, permitirá por um lado, dimensionar os equipamentos necessários para o seu transporte, tratamento e valorização em função da quantidade e tipo de resíduos produzidos e por outro, encontrarem-se antecipadamente soluções para o escoamento dos resíduos reciclados, ou seja, a implementação de um mercado para a comercialização dos resíduos reciclados, devendo valorizar-se as vantagens da sua utilização como material de construção e como matéria prima.

Do ponto de vista das empresas de construção civil e dos donos de obra, também é importante conhecer a previsão da quantidade e tipo de resíduos que irão produzir nas suas obras, de modo a poderem calcular os seus custos e integrá-los nos seus orçamentos. Mais ainda para poderem dotar os estaleiros dos equipamentos necessários para efectuarem a recolha selectiva dos resíduos produzidos e deste modo controlar a sua produção e determinar tarefas que produzem resíduos para além do razoável.

Os métodos existentes para a quantificação dos RC&D ao nível do país baseiam-se num valor indicativo por habitante 365 kg/hab (Symond Report to DGXI, 1999) ou os resíduos sólidos urbanos (RSU) multiplicado por 1.68 (CML, 1999). O Manual Europeu para Minimização dos Resíduos de Construção (Wambuco, 2005) indica um valor genérico de 50 kg/m² para construção de habitação unifamiliar. Assim, torna-se necessário um método de cálculo de RC que se baseie nos valores empiricamente obtidos ao nível de concelho ou para outros tipos de construção.

METODOLOGIA PROPOSTA – MÉTODO DOS ÍNDICES DE RESÍDUOS

A metodologia proposta para a previsão da produção de RC baseia-se na utilização de três parâmetros da construção, i.e. a área, tipo e qualidade de construção, e um índice de resíduos. Considerando que o Índice de Resíduos pode incluir os parâmetros de qualidade e tipo de construção, a produção estimada de RC em determinada construção poderá ser calculada do seguinte modo:

Área Construção (m²) x Índice de Resíduos (kg/m²) = Produção Prevista de RC&D (kg)

O Índice de Resíduos consiste na atribuição de um determinado valor, estimado para a produção de resíduos, tendo em conta a tipologia de ocupação da construção e o seu nível de conforto. O valor correspondente à Área de Construção é determinado através do projecto de arquitectura da construção, nos casos de construções individuais, ou através das licenças de construção emitidas pelas Câmaras Municipais, no caso de um Município ou um conjunto de Municípios. A escolha dos parâmetros prende-se com o facto de estes influenciarem directamente a quantidade de resíduos produzidos para uma construção. Por exemplo, poder-se-á referir que o número de compartimentos, equipamentos e conforto de uma construção conduz a uma maior quantidade de resíduos gerada.

Baseado nos estudos empíricos realizados, cinco categorias são definidos para os valores dos Índices de Resíduos conforme a Tabela 1. Os cinco tipos de Índices de Resíduos (IR) descritos

da Tabela 1 podem ser utilizados consoante a tipologia de ocupação da construção e do seu nível de conforto.

Tabela 1 – Índices de Resíduos Propostos

ÍNDICE DE RESÍDUOS			
Indústria e Comercio	Serviços	Hab. Multifamiliar	Anexos
30 kg/m ²	40 kg/m ²	50 kg/m ²	30 kg/m ²

É de notar que o valor de índice de resíduos proposto para o caso da moradia unifamiliar é o sugerido por Manual de Minimização de Resíduos de Construção (Wambuco, 2005). No entanto, o método proposto apresenta mais quatro Índices de Resíduos para outras tipologias de ocupação, bem como, a sua aplicação a uma região. Estes novos índices devem ser periodicamente avaliados e ajustados de modo a aproximarem-se cada vez mais à realidade da indústria de construção nacional. Assim, pode-se assegurar o aperfeiçoamento gradual e progressivo dos valores propostos.

APLICAÇÃO AOS MUNICÍPIOS DO VALE DO AVE

O método proposto é utilizado para o cálculo dos RC produzidos em 2004 nos cinco dos seis concelhos pertencentes ao sistema Integrado Resíduos Vale do Ave (SIRVA) gerido pela Associação dos Municípios de Ave (AMAVE).

Foram consultadas todas as licenças de construção emitidas no ano de 2004 pelas Câmaras Municipais das quais foi retirada a informação relativa à área de construção, tipologia e localização de cada construção. As áreas de construção foram agrupadas em quatro grupos de acordo com a sua tipologia, i.e. indústria, comércio, serviços e habitação multifamiliar, habitação unifamiliar e anexos. Foram também considerados os Índices de Resíduos apresentados na Tabela 1, para cada um dos grupos acima referidos.

Depois de triadas e trabalhadas todas as informações de cada um dos concelhos, foi efectuado uma compilação dos valores da área de construção por tipologias e das respectivas produções de RC de acordo com o Método dos IR (ver Tabela 2).

Tabela 2 – Cálculo da produção de RC no ano de 2004, no Vale do Ave

Vale do Ave				
Área de Construção (m ²)	Habitação Unifamiliar	Anexos Ampliações	Habitação Multifamiliar	Total
Índice Resíduos (kg/m ²)	356.928	76.487	214.998	865.655
Produção RC&D (kg)	17.846.400	2.294.614	10.749.904	376.254.210

O Gráfico 1 apresenta a totalidade dos RC produzidos em cada concelho do Vale do Ave, estimados a partir das licenças de construção emitidas no ano 2004. Admitindo que o ritmo de construção é constante, pode-se aceitar que os valores estimados correspondem aos RC produzidos no ano 2004. Assim, estima-se que tenham sido produzidos no ano de 2004 cerca de 37 mil toneladas de RC&D, o que perfaz uma média de aproximadamente 109 kg por habitante.

Através da metodologia proposta estima-se que a percentagem de produção de resíduos seja em média de 4.12% (2.88%-cave e 4.88%-pisos) da massa dos materiais de construção utilizados. O valor total da massa dos materiais da moradia não inclui massa de alguns elementos como tubagens e instalações eléctricas.

De acordo com a experiência adquirida, entende-se que os 4.12% obtidos correspondem a uma percentagem aceitável para a produção de resíduos, pelo que se poderá concluir que o valor dos 50 kg/m² proposto é aceitável. Os IR propostos para as restantes tipologias terão que ser confirmados pelos mesmos métodos apresentados.

No caso da quantificação em obra, verifica-se que a produção de resíduos durante a execução da fase de estrutura corresponde a cerca de 30% do valor estimado pela nova metodologia para a totalidade da obra. O que faz prever que aquando da sua conclusão os valores estimados correspondam aos valores sugeridos. É também de referir que as 7 toneladas de resíduos produzidos nesta fase correspondem a 100% de resíduos minerais que são totalmente reutilizáveis ou recicláveis.

Através dos dados referidos na Tabela 3.2, poder-se-á dizer que a produção de RC em 2004 no Vale do Ave, corresponde a cerca de 36% da produção dos RSU, o que se afasta significativamente do valor proposto na literatura de 168% dos RSU. Verifica-se também que o valor de resíduos por habitante encontrado, 109 kg/hab/ano, é cerca de 30% do valor proposto na literatura de 365 kg/hab/ano.

Assim, poderá dizer-se que os valores indicativos para a produção RC utilizados actualmente, i.e. 365 kg/hab/ano (Symond Report to DGXI, 1999) e 1.65xRSU/hab/ano (CML, 1999) são demasiado elevados tendo em conta os valores estimados neste estudo.

CONCLUSÃO

A nova metodologia proposta para o cálculo da produção de RC, apesar necessitar de ser mais aprofundada e testada para outras tipologias de construção referidas na Tabela 1, apresenta desde já vantagens significativas face aos outros métodos existentes, uma vez que se baseia em dados reais, testados com um grau de rigor aceitável, pode ser actualizada face aos conhecimentos entretanto adquiridos, apresenta uma fórmula de cálculo simples e de fácil aplicação a qualquer tipo de projecto, podendo por isso, ser aplicada a uma construção individual, a um conjunto de construções, a um município ou até mesmo a uma região.

A metodologia proposta para além de facilitar a implementação do futuro Decreto-lei que irá regular a gestão dos RC&D pelas Câmaras Municipais, poderá fornecer as informações de base necessárias para a implementação de um sistema de gestão de RC&D ao nível de concelhos. Mais ainda, será uma ferramenta útil para as empresas de construção civil na previsão da produção de resíduos em obra e na implementação de sistemas de gestão de resíduos individualizados para cada tipo de obra consoante as suas características.

A aplicação da metodologia proposta indica que os RC produzidos no país são substancialmente menores dos valores propostos na literatura, podendo ser estimado em cerca de 110 kg/hab/ano.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Associação de Municípios do Vale do Ave e as Câmaras Municipais mencionadas por todo o apoio dado na realização deste estudo.

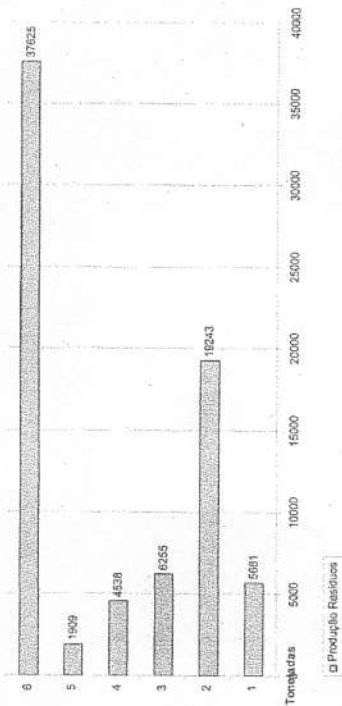


Gráfico 1 - Produção estimada de RC&D no ano de 2004 no Vale do Ave

VALIDAÇÃO DO MÉTODO

Encontram-se em curso vários trabalhos de investigação a fim de avaliar os índices de Construção apresentados na Tabela 1 através de recolha de dados empíricos nas obras de construção civil no país. Neste artigo apenas será apresentada a validação do Índice de Resíduos referente à habitação unifamiliar, para isso foi adoptada uma moradia unifamiliar com uma área de construção total de 454m² (cave - 171m², r/c e andar - 283m²).

A validação do método foi efectuada através de dois processos distintos, por um lado, procedeu-se ao cálculo da percentagem de resíduos a que corresponderia o IR proposto de 50 Kg/m² em relação à massa dos materiais utilizados na construção da moradia. Neste processo foram separadas as áreas de construção destinadas a cave e aos restantes pisos, uma vez que o grau de compartimentação influencia directamente a produção de resíduos. Por outro, foi efectuada uma medição da produção efectiva de RC durante a fase de estrutura da construção da referida moradia.

Tabela 3 - Exemplos da Aplicação e Verificação da Metodologia Proposta

3.1 - Produção Resíduos / Massa dos Materiais		3.2 - Vale do Ave			
Índice I. R.	Área Const. (m ²)	Massa Const. (kg)	I. R.	Resíduos	Massa Resíduos (kg)
Quantificação Obra* fase estrutura	454	550.988	50	4.12	22.700
	454	333.964	15.72	2.13	7.137
				Totale	37.625.421
				Totale	345.205
				Totale	108.92
				Totale	865.655
				Totale	2.51
				Totale	103.47.430
				Totale	298.64
				Totale	2.75