Aspectos de Sustentabilidade Ambiental, Social e Econômica de Contenções em Solo Reforçado na Integração da Rodovia dos Tamoios aos Contornos de Caraguatatuba e São Sebastião

Emília Mendonça Andrade
Engenheira, Huesker LTDA., São José dos Campos, Brasil, emilia@huesker.com

Caroline Tomazoni Santos
Professora Adjunta, UFPR, Curitiba, Brasil, caroline.tomazoni@ufpr.br

Cristina Francischetto Schmidt
Diretora de Engenharia, Huesker LTDA., São José dos Campos, Brasil, cristina@huesker.com

Pedro Paulo Monteiro Soares dos Anjos *(in memorian)*
Engenheiro, EGTC Infra, São Paulo, Brasil.

RESUMO: A sustentabilidade em obras de infraestrutura rodoviária significa garantir que antes, durante e após a implantação, sejam tomadas iniciativas que reduzam os impactos ambientais, potencializem a viabilidade econômica e proporcionem condições socialmente justas. Dentro de um contexto de crise climática, a tomada de ações cujos objetivos sejam a preservação do meio ambiente e a conservação dos recursos naturais é cada vez mais premente. O objetivo deste artigo é discutir como soluções de engenharia, notadamente em obras de contenção, podem contribuir com a redução dos impactos sócio-ambientais em obras de infraestrutura rodoviária, enfocando como a escolha da técnica e dos materiais de construção podem proporcionar redução da pegada de carbono da obra. Ilustra essa discussão um estudo de caso das soluções adotadas no projeto de muros de contenção que integram as obras de integração da Rodovia dos Tamoios aos Contornos de Caraguatatuba e São Sebastião, inserida na Mata Atlântica, cujos projetos originais foram reavaliados visando não apenas a sustentabilidade técnico-econômica, mas também a socio-ambiental. Esta análise demonstrou significativas vantagens na substituição de técnicas convencionais de arrimo por muros em solo reforçado com geogrelhas, cuja significativa redução nas emissões de gases de efeito estufa em relação a outras soluções é demonstrada quantitativamente.

PALAVRAS-CHAVE: Estruturas de Solo Reforçado, Geogrelhas, Sustentabilidade, Pegada de Carbono, Impactos Ambientais e Sociais.

ABSTRACT: Sustainability in road infrastructure works entails ensuring that before, during and after their implementation, measures are taken to reduce environmental impacts, enhance economic forecasts and provide socially fair conditions. Within the context of climate crisis, taking actions whose objectives are the preservation of the environment and the conservation of natural resources is increasingly urgent. The objective of this article is to discuss how engineering solutions, notably in retaining structures, can contribute to reducing socio-environmental impacts in road infrastructure works, focusing on how the choice of construction technique and materials can provide a reduction in the carbon footprint of the road work. This discussion is illustrated by a case study about the imposed solutions in the design of the retaining walls of Lot 1 of the integration works between the Tamoios Highway and the Contornos de Caraguatatuba and São Sebastião, inserted in the Atlantic Forest, whose original projects were reevaluated to incorporate social and environmental

sustainability, in addition to its prior technical and economic decisions. This analysis showed that the replacement of conventional retaining techniques with soil walls reinforced with geogrids, led to significant reduction in greenhouse gas emissions in relation to other solutions is demonstrated quantitatively.

KEYWORDS: Reinforced soil structures, Geogrids, Sustainability, Carbon Footprint, Environmental Impact

1 INTRODUÇÃO

Globalmente, o setor da construção civil é responsável direta e indiretamente por 37% das emissões de Gases Efeito Estufa, como indica a United Nations Environment Programme (2022).

É importante notar que a construção civil, e em particular a construção de obras de infraestrutura, desempenha um papel importante no desenvolvimento das economias e na melhoria da qualidade de vida das sociedades. Portanto, na elaboração de projetos desse tipo, é pertinente adotar um arcabouço de práticas que observem o uso adequado dos recursos, ações éticas nas relações de trabalho e com a sociedade, a adoção de medidas de gestão de riscos, a internalização de externalidades negativas e, principalmente, o propósito do negócio no contexto de desenvolvimento social e o compromisso com metas relacionadas à Sustentabilidade, em especial aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) promovidos pela Organização das Nações Unidas (ONU, 2019) para a Agenda 2030. No contexto desses objetivos, alguns deles se destacam com maior relevância para o setor: ODS 7 – Energia Limpa; ODS 8 – Trabalho decente e crescimento econômico; ODS 9 – Indústria, Inovação e Infraestrutura; ODS 11 – Cidades e Comunidades Sustentáveis; ODS 13 – Ação contra as mudanças climáticas.

Ao empregar soluções com geossintéticos em projetos de infraestrutura, como estradas e aterros sanitários, há um potencial para maior sustentabilidade, reduzindo a necessidade de materiais naturais, substituindo materiais com maior impacto ambiental, aumentando a vida útil da infraestrutura e reduzindo os custos de manutenção e reparo. (WRAP, 2010)

Nesse diapasão, este artigo discute a solução adotada em muros de contenção que integram o Lote 1 das obras de integração da Rodovia dos Tamoios aos Contornos de Caraguatatuba e São Sebastião, os quais foram concebidos considerando também aspectos relacionados à sustentabilidade das soluções adotadas.

Estritamente falando, as obras aqui tratadas (integração da Rodovia dos Tamoios aos Contornos de Caraguatatuba e São Sebastião) foram interrompidas em 2018 e reiniciadas somente em 2021 sob a gestão da Concessionária Tamoios. Visando a redução de custos e o cumprimento de um cronograma rigoroso, várias soluções do projeto original foram reavaliadas, o que levou a uma revisão das soluções de muros de contenção do Lote 1, sendo que a sustentabilidade socio-ambiental da técnica a ser empregada passou a integrar a análise da finalização da obra. O projeto inicial previa a construção de muros a flexão, muros em solo reforçado com tiras metálicas e face em placas de concreto, cortinas atirantadas e solo grampeado. Muitas destas soluções foram substituídas pela implementação de muros em solo reforçado com geogrelhas, priorizando a agilidade na conclusão das contenções.

Além dos benefícios econômicos e de aceleração do cronograma de execução da obra, a substituição das soluções iniciais por sistema com materiais alternativos promoveu uma significativa redução da emissão de gases de efeito estufa, de cerca de 300 t CO2eq. de carbono incorporado, verificada na avaliação comparativa de emissões relacionadas aos ciclos de vida dos materiais empregados em cada alternativa, ou seja, considerando emissões das Declarações Ambientais de Produtos dos materiais industrializados e bases de dados públicas para materiais naturais. Vantagens em relação ao impacto social foram também verificadas com a alteração do projeto, o que possibilitou o uso da área de terraplenagem das contenções como caminhos de serviço, minimizando intervenções no meio social da comunidade local, executando a frente de trabalho unicamente pelo eixo de obra e não utilizando viário municipal. Assim, o estudo realizado demonstra vantagens substanciais em sustentabilidade do emprego da solução de contenções em solo reforçado com geogrelhas em comparação a alternativas tradicionais, indo ao encontro das recentes evidências encontradas na literatura, de que soluções com geossintéticos podem contribuir para melhor desempenho de empreendimentos nos três pilares da sustentabilidade: ambiental, social e econômico.

2 IMPACTOS DE OBRAS DE INFRAESTRUTURA RODOVIÁRIA

2.1 Impactos Ambientais Diretos

A instalação de uma nova rodovia ou a duplicação de uma obra existente causam, inexoravelmente, significativos impactos ambientais, que podem se agravar dependendo da sensibilidade do ambiente onde se inserem. Biomas como a Mata Atlântica, densamente florestada e com escarpas abruptas, são afetadas, além dos óbvios impactos sobre a flora (supressão vegetal) e fauna silvestre (isolamento de comunidades pela falta de conectividade da paisagem, atropelamentos e indução à caça predatória), por erosões e assoreamentos causados pela remoção da cobertura vegetal e movimentação de solo e eventual contaminação do solo e lençol freático causadas por vazamentos de produtos tóxicos. Ademais, a demanda por material granular pode acarretar a mineração de jazidas para empréstimo de material e necessidade de depósitos de materiais excedentes, implicando na ampliação da área afetada.

Um aspecto ao qual é devotada pouca atenção na concepção de projetos de infraestrutura rodoviária, mas que frequentemente é objeto de questionamentos por parte dos órgãos ambientais e pelo Ministério Público no âmbito do processo de licenciamento é a abertura de estradas de serviço e de apoio. A implantação de acessos provisórios para abertura e apoio agravam a pressão sobre áreas lindeiras quando não há o controle de acesso e a eventual desativação/ interdição com o fim das obras, na medida em que são caminhos indutores da degradação ambiental pelo extrativismo e caça predatória e são possíveis estímulo a assentamentos espontâneos em áreas de proteção.

2.2 Impactos Ambientais Indiretos

2.2.1 Insumos

Além de materiais minerais oriundos de jazidas naturais, obras de infraestrura demandam outros materiais como o concreto asfáltico, o cimento Portland e o aço, que em sua produção geram impactos ambientais significativos, incluindo emissões de gases de efeito estufa, consumo intensivo de energia e recursos naturais e geração de resíduos. Esses impactos destacam a necessidade de desenvolver novas tecnologias construtivas e aplicar análises preditivas para produzir materiais mais ecoeficientes e reduzir esses impactos (Passuelo et al., 2014). A aplicabilidade da ACV (Avaliação de Ciclo de Vida) na análise de impactos ambientais de materiais de construção inovadores tem sido comprovada por meio de estudos de caso comparativos, como demonstrado por Silva e Silva (2000).

A escolha dos materiais de construção afeta todos os aspectos da pegada de carbono de uma construção. Só a indústria siderúrgica é responsável por 7,2% das emissões globais de gases de efeito estufa, das quais 55% vão para o setor de ambiente construído, com 33% em edifícios e 22% em infraestrutura (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, 2022).

A análise da pegada de carbono e dos impactos ambientais dos materiais de construção pode abranger diferentes escopos de emissão de GEE (gases de efeito estufa), dependendo da abordagem adotada na Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), podendo ser abordada por meio da análise incluindo as emissões diretas (Escopo 1), as emissões indiretas associadas à energia adquirida e consumida (Escopo 2) e outras emissões indiretas ao longo do ciclo de vida do produto (Escopo 3), de acordo com os padrões definidos por WRI, WBCSD (2004).

Estudos realizados na última década, como os reportados nas publicações de Fraser et al. (2012) e Bizjak e Lenart (2018), demonstram significativa redução de impacto ambiental com a aplicação de soluções alternativas em substituição a soluções convencionais na construção de estruturas de contenção, especialmente quanto à emissão de gases de efeito estufa e potencial de aquecimento global, chegando a uma redução de 84% nestes impactos.

2.2.2 CO2 incorporado (ECO2) e Pegada de Carbono

O CO2 incorporado de um material é o valor calculado da quantidade de CO2 oriundo de suas fases de ciclo de vida, tais como a extração de matéria-prima, processamento e transporte do material com base na forma típica de energia utilizada. Este valor é expresso como a massa, em kg de CO2 incorporado para 1

unidade declarada de material, em kg CO2 eq. (WRAP, 2010). Tal valor pode ser referido também como sua pegada de carbono.

Diversos fabricantes de materiais de construção civil possuem estudos específicos de ACV, com valores aferidos e acreditados de ECO2 em seus produtos. Tais relatórios podem ser acessados em Declarações Ambientais de Produto (EPDs).

2.3 Impactos Sociais

Cruz et al. (2023), destacam a necessidade de empresas de construção considerarem questões sociais, como a segurança dos trabalhadores, a inclusão social e a responsabilidade social corporativa, ao adotar práticas sustentáveis e inovadoras, sugerindo que tais empresas devem considerar os impactos sociais de suas práticas e adotar medidas para promover a responsabilidade social corporativa e a inclusão social.

Os projetos de construção de infraestrutura rodoviária trazem várias mudanças sociais, positivas e negativas, que podem moldar significativamente a vida dos membros da comunidade. A conectividade e a infraestrutura de transporte, por exemplo, têm o potencial de melhorar a economia de uma comunidade, melhorando a conectividade e a acessibilidade (Çelik, Kamali e Arayici, 2017)

A construção de projetos de infraestrutura pode, muitas vezes, levar a mudanças no tecido social das comunidades locais. Apesar da possível desapropriação de imóveis para a liberação das frentes de obra ou remoção de edificações por ocasião de serviços de duplicação ou ampliação de faixas, pode ocorrer, por exemplo, a atração de novos moradores e empresas, levando ao aumento da diversidade social e de oportunidades econômicas. (Gonzalez et al., 2020)

No entanto, a construção de infraestrutura também pode resultar em uma série de impactos sociais que precisam ser cuidadosamente considerados. Um dos impactos sociais mais imediatos é a interrupção causada pelo próprio processo de construção. Comunidades próximas a canteiros de obras podem experimentar o aumento de ruído, emanação de poeira e congestionamento no trânsito, o que pode afetar negativamente sua qualidade de vida. (Josa e Aguado, 2019).

3 ESTUDO DE CASO: CONTENÇÕES EM SOLO REFORÇADO COM GEOGRELHAS DOS CONTORNOS DE CARAGUATATUBA E SÃO SEBASTIÃO DA RODOVIA DOS TAMOIOS (SP)

3.1 Aspectos Gerais da Obra

As obras de integração da Rodovia dos Tamoios aos Contornos de Caraguatatuba e São Sebastião, interrompidas em 2018, foram reiniciadas em 2021 sob a gestão da Concessionária Tamoios. Visando a redução de custos e o cumprimento de um cronograma rigoroso, várias soluções do projeto original foram reavaliadas. Neste artigo discutiremos o caso dos muros 11, 13, 18, 106 e 221 deste empreendimento, a partir de uma avaliação dos aspectos relacionados à sustentabilidade das soluções adotadas para sua finalização.

O projeto inicial previa a construção de muros a flexão, muros em solo reforçado com tiras metálicas e face em placas de concreto, cortinas atirantadas e solo grampeado. Muitas destas soluções foram substituídas pela implementação de muros em solo reforçado com geogrelhas, priorizando a agilidade na conclusão das contenções.

Estes muros desempenharam um papel crítico no reinício da construção, pois serviram como o único acesso para os trabalhos de execução do túnel à frente, e a solução com solo reforçado reduziu significativamente o tempo de conclusão de todo o serviço, alinhando-se ao cronograma de construção e evitando a necessidade de interromper o acesso ao túnel.

Figura 1. Execução dos muros 13, 106 e 221.

Figura 2. Execução dos muros 18 e 13.

3.2 Mensuração das vantagens em sustentabilidade ambiental e social

Com a finalidade de avaliar o desempenho de soluções de sistemas de contenção quanto a critérios relacionados à sustentabilidade ambiental, foram desenvolvidos cálculos de estimativa de ECO2 gerado pelo consumo de materiais de construção empregados nas soluções alternativas para execução dos muros.

Para cada uma das alternativas avaliadas, calculou-se o consumo de materiais empregados para composição das contenções, por metro quadrado de face. A partir do consumo de materiais, foram avaliados os valores reportados de ECO2, em kgCO2eq., nas Declarações Ambientais de Produtos (EPDs) disponibilizadas pelas empresas fornecedoras de cimento, aço, galvanização e de geossintéticos, contendo avaliações de ciclo de vida (ACV) dos produtos. Outros materiais, como areia e agregados, tiveram seus valores adotados a partir da literatura disponível.

Os valores de ECO2 levantados para os materiais estão descritos na Tabela 1. Para este estudo, foram considerados os valores reportados para a fronteira *craddle to gate*, ou seja, da fase de produção dos materiais. Esta limitação foi adotada em razão da disponibilização de dados por fornecedores de materiais, pois nem todos possuem relatórios contemplando outras fases do ciclo de vida. Assim, para viabilizar a comparação, o transporte até a obra e trabalhos de instalação não foram considerados. Adicionalmente, para fins de simplificação, outros materiais e serviços, como transporte e compactação de solo local, não foram incluídos nos cálculos comparativos, pois foram tomados como aproximadamente equivalentes para as alternativas consideradas.

Tabela 1 – ECO2 referentes à produção dos materiais empregados nas duas alternativas estudadas

Material		**ECO2**	
Geogrelhas	Referência: HUESKER Synthetic GmbH. EPD Fortrac T, 2021	35T	1,11E+00
		55T	1,44E+00
		80T	1,92E+00
		110T	2,10E+00
		150T	2,64E+00
		kgCO2eq./m²	
Concreto	Referência: Votorantim Cimentos S.A, 2023	3,84E+02	
		kgCO2eq/t	
Aço	Referência: Arcelor Mittal Brasil, 2018	7,86E+02	
		kgCO2eq/t	
Galvanização	Referência: American Galvanizers Association, 2022	3,30E+02	
		kgCO2eq/t	
Agregado	Referência: ICE Database, 2011	5,20E-03	
		kgCO2eq/kg	
Geotêxtil	Referência: HUESKER Synthetic GmbH. EPD Stabilenka, 2021	3,59E+00	
		kgCO2eq/m²(780g)	
Areia	Referência: ICE Database, 2011	5,10E-03	
		kgCO2eq/kg	

Os resultados comparativos de ECO2 para cada solução alternativa à execução dos muros estão descritos na Tabela 2, indicando uma redução significativa no carbono incorporado e no potencial de aquecimento global associados aos materiais utilizados na solução de solo reforçado, em comparação com as alternativas: quase 300 toneladas de gases de efeito estufa foram economizadas com a substituição dos métodos construtivos tradicionais por uma solução com geossintéticos (redução de 73%), além dos benefícios econômicos e da maior celeridade no cronograma de obras.

Esta diferença decorre principalmente da redução dos volumes de concreto. O aço consumido por muitas soluções, particularmente a galvanização, também responde por uma parcela substancial das emissões, seguido pela produção de reforços geossintéticos.

Além disso, o uso de material granular proveniente de detonações em locais próximos contribuiu para a sustentabilidade, pois poupou a exploração de outras jazidas e transporte de insumos, e contribuiu para uma redução nas emissões em comparação às soluções tradicionais.

Tabela 2. Resultados de ECO2 por m² de face para as alternativas

Muro Nº	Área de face (m²)	Projeto anterior	ECO2 - Projeto anterior (kgCO2eq.)	ECO2 - Novo Sistema: Solo Reforçado com Geossintéticos (kgCO2eq.)
11	820	Cortina atirantada	16.382	45.846
106	345,7	Solo grampeado	31.227	19.328
18	353,2	Solo reforçado com fitas metálicase face em placas de concreto	43.471	19.750
221	98	-	5.479	5.479
13	260	Muro a Flexão	299.520	14.537
Total ECO2 (tCO2eq.)			**396**	**105**

Vantagens em relação ao impacto sócio-ambiental foram também verificadas com a alteração do projeto, que possibilitou o uso da área de terraplenagem das contenções como caminhos de serviço, minimizando intervenções no meio social da comunidade local e em áreas de proteção ambiental, executando a frente de trabalho unicamente pelo eixo de obra e não utilizando viário municipal. Como consequência, reduziu-se significativamente os transtornos causados pelas obras, promovendo a redução de ruído, a emissão de poeira e congestionamento no trânsito, mitigando os típicos impactos negativos promovidos pela abertura de novas vias. Importa ainda destacar que implantação de acessos provisórios nas obras de duplicação da Tamoios foi questionada em várias etapas do licenciamento da obra pelo Ministério Público devido a sensibilidade ambiental da Serra do Mar, sendo que essa alternativa prescindiu de caminhos de serviço adicionais em áreas contiguas.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Além dos benefícios econômicos e de aceleração do cronograma de execução da obra, a substituição das soluções iniciais por sistema com materiais alternativos promoveu uma significativa redução da emissão de gases de efeito estufa, de cerca de 300 t CO2eq., verificada na avaliação comparativa de emissões relacionadas aos ciclos de vida dos materiais empregados em cada alternativa, com base em informações acreditadas nas Declarações Ambientais de Produtos dos materiais industrializados e bases de dados públicas para materiais naturais.

Evidentemente, os valores obtidos de ECO2 não representam a totalidade do impacto ambiental da construção da estrutura estudada, porém fornecem um bom indicador do potencial de redução de impacto ambiental que pode ser obtida pela substituição de soluções tradicionais por soluções alternativas, mesmo em estruturas de grande altura, e com sistemas mais complexos, como paramento em telas metálicas galvanizadas.

O uso de material granular proveniente de detonações da obra para composição do paramento também agregou à sustentabilidade ambiental e econômica, promovendo vantagens múltiplas decorrentes da escolha pela alternativa de construção adotada.

Este estudo demonstrou o potencial de redução de impactos sociais e ambientais, mantendo a viabilidade econômica em projetos que buscam por soluções alternativas com materiais e práticas conscientes e inovadoras desde a fase de concepção e estudo de alternativas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN GALVANIZERS ASSOCIATION. *Environmental Product Declaration According to ISO 14025 and ISO 21930:2017*. Hot-Dip Galvanized Steel After Fabrication. 2022.

ARCELOR MITTAL BRASIL. *Declaração Ambiental de Produto conforme ISO 14025 e EN 15804. Barras de aço reforçado*. Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU). 2018.

BIZJAK, K. F.; LENART, S. Life cycle assessment of a geosynthetic-reinforced soil bridge system– A case study. *Geotextiles and Geomembranes*, 46(5), 543-558. 2018.

CRUZ, P. L.; ÀVILA, L. V.; DINIS, M. A. P.; BAGGIO, D. K. Environmental, social and governance (ESG) and innovation in the construction sector: Systematic Literature Review. *Brazilian Journal of Management*. 2023.

FRASER, I. et al. Comparative life cycle assessment of geosynthetics versus conventional construction materials, a study on behalf of the EAGM, Case 4, Soil retaining wall. *In: Proceedings of the 5th European Geosynthetics Congress*, Valencia, Spain. España: International Geosynthetics Society, 2012. p. 218-222.

HUESKER SYNTHETIC GMBH. *Environmental Product Declaration as per ISO 14025 and EN 15804 +A1*. Fortrac T. Kiwa BCS Öko-Garantie GmbH - Ecobility Experts. Fortrac T. 2021.

HUESKER SYNTHETIC GMBH. *Environmental Product Declaration as per ISO 14025 and EN 15804 +A1*. Stabilenka. Kiwa BCS Öko-Garantie GmbH - Ecobility Experts. Fortrac T. 2021.

ICE DATABASE. *University of Bath & Carbon Trust, Inventory of Carbon & Energy (ICE).* Document undertaken by the University of Bath's Department of Engineering, with support from the Carbon Trust and EPSRC. 2011.

ISO - INTERNATIONAL STANDARDS ORGANIZATION. *Environmental Management – Life Cycle Assessment: principles and framework*. Draft International Standard 14040. 1996.

JOSA, I.; AGUADO, A. Infrastructures and society: from a literature review to a conceptual framework, *Journal of Cleaner Production*, Volume 238, 2019.

PASSUELLO, A. C. B.; OLIVEIRA, A. F. de; COSTA, E. B. da; KIRCHHEIM, A. P. Aplicação da Avaliação do Ciclo de Vida na análise de impactos ambientais de materiais de construção inovadores: estudo de caso da pegada de carbono de clínqueres alternativos. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 14, n. 4, p. 7-20, out./dez. 2014. ISSN 1678-8621 Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído.

SILVA, V. G.; SILVA, M. G. Análise do ciclo de vida aplicada ao setor de construção civil: revisão da abordagem e estado atual. *Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Anais.* ENTAC, 51-59. 2000.

STUCKI, M.; BUSSER, S.; ITTEN, R.; FRISCHKNECHT, R.; WALLBAUM, H. (2011*). Comparative life cycle assessment of geosynthetics versus conventional construction materials*. ESU-services Ltd. commissioned by European Association for Geosynthetic Manufacturers (EAGM), Uster and Zürich, CH.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. *Global Status Report for Buildings and Construction: Towards a Zero-emission, Efficient and Resilient Buildings and Construction Sector*. Nairobi. 2022

VOTORANTIM CIMENTOS S.A. *Environmental Product Declaration for Cement CP III 40 RS In accordance with ISO 14025 and EN 15804:2022+A2:2019*. The International EPD® System. 2023.

WRAP Waste and Resource Action Plan. *Sustainable Geosystems in Civil Engineering Applications*. UK. 2010

WRI, WBCSD. *GHG protocol corporate accounting and reporting standard*. World Resources Institute and World Business Council for Sustainable Development.