

Balço das Nações: uma reflexão contábil sob o cenário das mudanças climáticas globais

José Roberto Kassai¹, Rafael Feltran-Barbieri², Francisco Carlos B. Santos³, Luiz Nelson Guedes de Carvalho⁴, Yara Consuelo Cintra⁵, Alexandre Foschine⁶ e Miguel Juan Bacic⁷

¹ Professor da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo (FEA/USP), pesquisador da Fundação Instituto de Pesquisas Contábeis, Atuariais e Financeiras (FIPECAFI) e do Instituto de Pesquisas da Civilização Yoko (IPCY), doutor em contabilidade e controladoria – jrkassai@usp.br

² Biólogo, mestre e doutorando em gestão ambiental pelo Programa de Pós-Graduação Ambiental da Universidade de São Paulo (PROCAM/USP), pesquisador na área de biologia das mudanças climáticas – rafaelfb@usp.br

³ Físico e economista, doutorando pelo Programa de Pós-Graduação do Instituto de Pesquisas em Energia Nuclear da Universidade de São Paulo (IPEN/USP), pesquisador na área de energia das mudanças climáticas – fcarlos@usp.br

⁴ Professor da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo (FEA/USP), diretor da Fundação Instituto de Pesquisas Contábeis, Atuariais e Financeiras (FIPECAFI), diretor da Comissão de Valores Mobiliários – CVM (1990-1991), diretor do Banco Central do Brasil (1991-1993), *Chairman of Standards Advisory Council of International Accounting Standards Board (IASB), London/UK*, membro do Conselho de Administração da Fundação Amazonas Sustentável (FAS), *do Grupo ORSA*, Economista e doutor em contabilidade e controladoria – lnelson@usp.br

⁵ Mestre em administração de empresas, doutoranda pelo Programa de Pós-Graduação em Controladoria e Contabilidade da Universidade de São Paulo, pesquisadora na área socioambiental – yaracindra@usp.br

⁶ Engenheiro agrônomo, Master Business Administration em Finanças, executivo de finanças, consultor da Yokonoen Organic Gardening, pesquisador do Instituto de Pesquisas da Civilização Yoko (IPCY) – afoschine@uol.com.br

⁷ Professor do Instituto de Economia da Unicamp, membro do NECMA/USP, livre docente em economia – bacic@eco.unicamp.br

Resumo

O objetivo deste trabalho é elaborar o balanço patrimonial de alguns dos principais países com base nos cenários de mudanças climáticas e aquecimento global apontados pelo *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*, da Organização das Nações Unidas (ONU). O estudo leva em consideração o estoque de recursos florestais e o saldo residual entre as emissões e capturas de carbono (GHG) estimadas para cada país até os anos de 2020 e 2050, previstas nos relatórios *Special Report on Emission Scenarios (SRES) A1B1 e A2B2*. A pesquisa foi conduzida de forma multidisciplinar, envolvendo conceitos das áreas de biologia das mudanças climáticas, energia, geociência, economia e contabilidade, sendo esta utilizada para delimitar o objeto da pesquisa e servir de método, por meio da técnica *Inquired Balance Sheet*, para mensuração e classificação dos custos e do patrimônio natural em ativos, passivos e patrimônio líquido ambiental. Selecionou-se uma amostra de sete países representantes do BRIC (Brasil, Rússia, Índia e China) e de países desenvolvidos da América, Europa e Ásia (EUA, Alemanha e Japão). Os balanços contábeis de cada país foram avaliados em unidades equivalentes de produto interno bruto (PIB), ajustado pelo consumo de energia per capita em toneladas equivalente de petróleo (TEP) e em mega toneladas de carbono (MtonC) precificadas (US\$) pelo custo de captura de carbono sugeridos pela ONU. Os resultados da pesquisa mostram que os cidadãos dos países mais desenvolvidos, e que no início deste século apresentaram maior consumo de energia e maiores PIB per capita, estariam consumindo recursos não apenas de outras nações, mas também de gerações futuras, ao contrário dos países de baixíssimo consumo de energia, que têm altas taxas de mortalidade infantil, analfabetismo e fertilidade. O balanço consolidado aponta para uma situação deficitária ou falimentar, com “passivo a descoberto” equivalente a US\$2,3 mil anuais para cada um dos atuais 6,6 bilhões de habitantes e um passivo ambiental equivalente a um quarto do PIB Mundial. Este relatório contábil é uma prestação de contas à humanidade (*accountability*) sujeita à consciência de cada cidadão planetário e a seus valores éticos e morais e sugere não apenas ações economicamente viáveis, mas também socialmente justas, ambientalmente corretas e culturalmente aceitas.

1. Introdução

Foram necessários milhares de anos para que a humanidade atingisse o seu primeiro bilhão de habitantes, o que ocorreu mais precisamente em 1802 segundo dados obtidos da Organização das Nações Unidas - ONU (www.un.org). Nesses últimos dois séculos houve um crescimento exponencial, atribuído ao aumento da produção de alimentos e às melhorias nas condições de saúde e de saneamento básico e, segundo estimativas, a população mundial pode atingir 9 bilhões em poucas décadas, com aumento de um bilhão de habitantes a cada 15 anos.

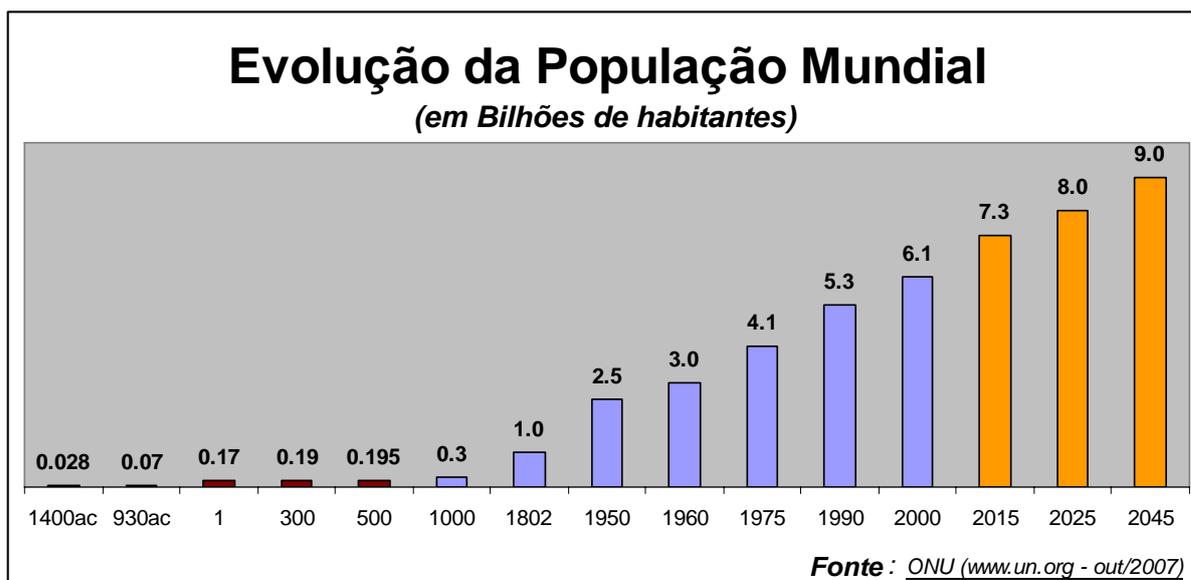


Figura 1 – Evolução e perspectivas da população Mundial (ONU)

Essa população terá de comer, vestir-se, morar, locomover-se, aquecer-se e, para manter o nível atual de consumo de recursos, considerados escassos e em parte não renováveis, continuará emitindo os gases que provocam o efeito estufa (GHG)¹, que por consequência, contribuem para o aquecimento global. A Agência Internacional de Energia estima que em 2050 a necessidade energética demandada pela população global deverá ser 110% maior que a observada em 2004, enquanto o crescimento do uso do petróleo será de 30%. (IEA, 2007)

Marcovitch (2006, 13), ex-reitor da Universidade de São Paulo, em seu livro “*Para mudar o Futuro - mudanças climáticas, políticas públicas e estratégias empresariais*”, diz que algumas conclusões assustam, e ressalta os questionamentos em que pesquisadores e estudiosos estão se debruçando:

“...aquecimento global afeta a saúde humana e a oferta de alimentos? Em que intensidade o uso de energias fósseis agrava a concentração de gases de efeito estufa? Quais as alternativas para estabilizar este nível de concentração? Qual a probabilidade de elevação dos níveis do mar e quais as áreas mais vulneráveis? Como decisões de nível local, regional ou nacional resultam em mudanças climáticas globais? Como reduzir os impactos de hábitos de consumo insustentáveis

¹ GHG (*Greenhouse gas*), os gases do efeito estufa (GEE) são substâncias gasosas que absorvem parte da radiação infra-vermelha, emitida principalmente pela superfície terrestre, e dificultam seu escape para o espaço. Isso impede que ocorra uma perda demasiada de calor para o espaço, mantendo a Terra aquecida. O efeito estufa é um fenômeno natural. Esse fenômeno acontece desde a formação da Terra e é necessário para a manutenção da vida no planeta, pois sem ele a temperatura média da Terra seria 33°C mais baixa impossibilitando a vida no planeta, tal como conhecemos hoje. O aumento desses gases na atmosfera tem potencializado esse fenômeno natural, causando um aumento da temperatura (fenômeno denominado mudança climática).

sobre a natureza? Como a oferta de água potável poderá ser diminuída pelas mudanças climáticas?.”

Com isso, a pergunta que fica é: “Os filhos e netos desta atual geração irão pagar esta conta? Ou é possível tomar medidas coletivas para minimizar esse passivo ambiental?”

Os autores desta pesquisa se reuniram diante dessas duas questões e acreditam em ambas as hipóteses; ou seja, medidas serão tomadas pelas nações para atingirem um desenvolvimento sustentável, a exemplo do protocolo de Kyoto, e as gerações futuras terão que arcar com o saldo desta conta, ainda que deficitária.

O protocolo de Kyoto é um tratado internacional, por força do qual os países desenvolvidos têm a obrigação de reduzir a emissão dos seis GHG (dióxido de carbono-CO₂, metano-CH₄, óxido nitroso-N₂O, perfluorcarbonetos-PFCs, hidrofluorcarbonetos-HFCs, hexafluoreto de enxofre-SF₆) em, pelo menos, 5,2% em relação aos níveis de 1990. Negociado em Kyoto no Japão em 1997, foi aberto para assinaturas em 16/03/98, ratificado em 16/03/99, e entrou em vigor em 16/03/2005; os países devem cumpri-lo a partir de 2008 até o ano de 2012, com efetivas reduções ou meios alternativos como investimentos em mecanismos de desenvolvimento limpo (MDL)² e créditos de carbono.

Assim, de modo genérico, o problema objeto deste estudo é identificar essa conta que cada cidadão de todas as nações terá arcar, convertendo informações de natureza qualitativa em informações de natureza monetária ou contábil.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho é elaborar o balanço patrimonial das nações, isto é, dos principais países e do planeta consolidado e, reunindo informações de natureza multidisciplinar, propor a classificação do que seriam os ativos, os passivos e o patrimônio líquido, de acordo com os seus recursos naturais e respectivas capacidades de *carbon sequestration*.

Os países escolhidos para compor a base de dados desta pesquisa são representantes do BRIC (Brasil, Rússia, Índia, China) e de países desenvolvidos da América, Europa e Ásia (EUA, Alemanha e Japão). A amostra representa 32% da área emersa do planeta, 50% da população mundial, 68% do produto interno bruto (PIB) mundial e envolve os principais blocos econômicos, como a União Européia (UE), Mercado Comum do Sul (MERCOSUL), Cooperação Econômica da Ásia e do Pacífico (APEC), Tratado Norte Americano de Livre comércio (NAFTA) e Área Livre de Comércio das Américas (ALCA). Curiosamente, contém os cinco “*monster country*” (KENNAN, 1994), isto é, países com territórios continentais, populações gigantescas e com missões importantes no futuro da humanidade.

A figura seguinte ilustra a localização desses países, bem como a participação no PIB mundial.

² O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) é um dos mecanismos de flexibilização, criado pelo Protocolo de Kyoto, para auxiliar o processo de redução de emissões de gases do efeito estufa (GEE) ou de captura de carbono (sequestro de carbono) por parte dos países do Anexo I. O propósito do MDL é prestar assistência às Partes Não Anexo I da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CQNUMC, ou com a sigla em inglês UNFCCC) para que viabilizem o desenvolvimento sustentável através da implementação da respectiva atividade de projeto e contribuam para o objetivo final da convenção e, por outro lado, prestar assistência às Partes Anexo I para que cumpram seus compromissos quantificados de limitação e redução de emissões de gases do efeito estufa.

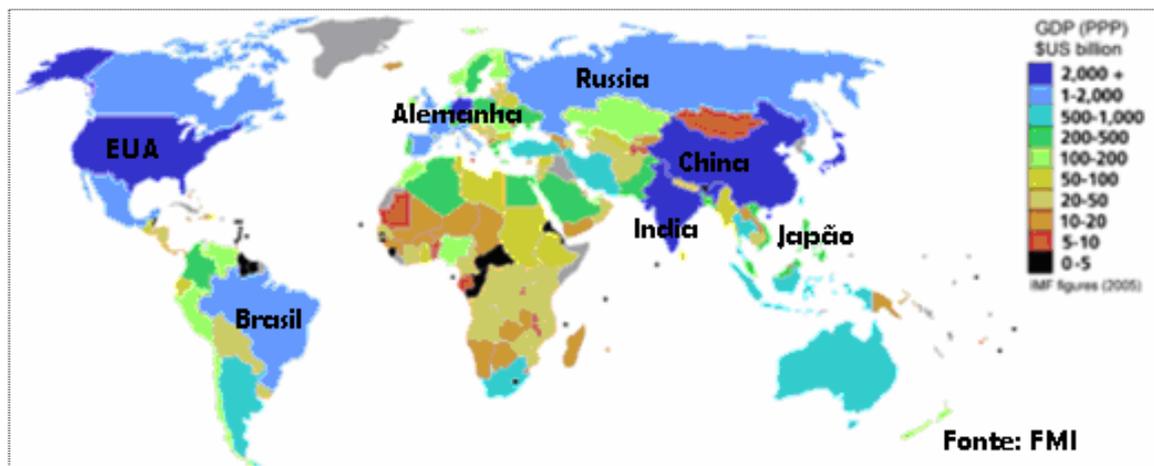


Figura 2 – Países selecionados na amostra (Brasil, Rússia, Índia, China, EUA, Japão e Alemanha)

Os cenários futuros serão os estabelecidos pelo *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)* da Organização das Nações Unidas (ONU), mais especificamente as previsões constantes dos relatórios *Special Report on Emission Scenarios (SRES) A1B1 e A2B2*, e com refinamento propostos neste trabalho, referentes a simulações de outras variáveis na questão de seqüestro de moléculas de carbono, como: tipo de florestas, desmatamento e uso de tecnologia.

A equação básica da contabilidade (ativo menos passivo é igual ao patrimônio líquido) orientará a mensuração das variáveis envolvidas, pois traduz a lei de equilíbrio entre os débitos e créditos, entre as origens e aplicações, entre as causas e os efeitos. E, ao invés de registros analíticos em livros diários, será utilizado o método “*inquired balance sheet*” ou “balanço perguntado” (KASSAI, 2004), uma técnica que permite elaborar relatórios contábeis em situações de escassez e imprecisão das informações, a exemplo do que ocorrem nas micro e pequenas empresas.

A hipótese inicial é de que os países mais desenvolvidos tenderiam a apresentar contas deficitárias, passivo a descoberto, ou patrimônio líquido negativos.

Como seriam os balanços desses países e o consolidado para o planeta? Qual a classificação do país que mais emite CO₂ na atualidade? Como ficaria a situação per capita de cada cidadão? Essas são questões que orientam este trabalho.

É neste contexto que a presente pesquisa se insere. Como introdução aos aspectos metodológicos, esta pesquisa se caracteriza como de natureza descritiva e exploratória, com a obtenção de informações de bancos de dados oficiais, revisões bibliográficas e definições de alguns constructos que possibilitem atingir o objetivo almejado, ou seja, a contabilização dessas contas.

O trabalho se justifica pela importância das questões envolvidas e, apesar da hipótese pessimista, os relatórios contábeis elaborados permitirão análises e interpretações sobre o futuro das nações. Da mesma forma como são utilizados nas reuniões empresariais, poderão contribuir para o processo decisório, desta vez por parte de cada cidadão ou gestor planetário e, compartilhando-se da opinião de MARCOVITCH (2006, 26) “*com um único propósito: mudar o futuro e permitir a sobrevivência da espécie humana, revigorando o conceito de que o homem também habita o mundo, e não somente sua casa, cidade ou país.*”

2 O Aquecimento Global e os principais eventos relevantes

Apesar de estudos atmosféricos da década de 1960 já revelarem aumento significativo da temperatura global, só recentemente houve consenso de que tal aquecimento é provocado pela ação humana. A linha conservadora argumentou até o início dos anos 2000 que as variações climáticas dos últimos dois séculos eram repetições extremas de oscilações naturais dos processos glaciais, e que tecnologias disponíveis não permitiam afirmar o contrário. Mas o argumento foi derrubado justamente em seu alicerce: cilindros de gelo de mais de 3 mil metros de comprimento foram retirados dos pólos através de perfurações precisas. As bolhas de ar preservadas durante a formação das camadas de gelo ao longo de milhares de anos foram analisadas quanto às concentrações de gases de efeito estufa (GHG), revelando a composição atmosférica de cada época (RAMATHAN & CARMICHAEL, 2008).

Centenas de estudos de “ice-core” proporcionados pela exploração desses cilindros evidenciaram que as concentrações de GHG não mudaram significativamente até 1750. Mas, a partir dessa data, o aumento foi abrupto (ALLEY, 2000; OSBORN & BRITTA, 2006). As concentrações de Dióxido de Carbono (CO₂) aumentaram de 280 ppm³ em 1750 para 430 ppm em 2005, enquanto o metano (CH₄) os nitrosos (NO_x) saltaram, nesse mesmo período, de 715 ppb⁴ e 270 ppb para 1774 e 320 (HOWWELING *et al.*, 2008; OSTERBERG *et al.*, 2008). O duplo reconhecimento de que esses gases efetivamente agravam o efeito estufa, e que o repentino aumento de suas concentrações só poderia ser explicado pelas atividades industriais praticamente acabaram com a discórdia.

O reforço veio da *Union of Concerned Scientist – Citizen and Scientist for Environmental Solutions* (UCS) (www.ucsusa.org), representado por vinte detentores do Prêmio Nobel e mais dezenove norte-americanos detentores da Medalha Nacional de Mérito da Ciência. Após analisar os relatórios sobre mudanças climáticas discutidos no final do século, os cientistas não apenas confirmaram o quadro preocupante como também acusaram o governo Bush de manipular politicamente os órgãos reguladores para proteger as fontes de poluição. A influência das UCS, se não sensibilizou o governo federal dos EUA, que mantém o seu veto ao Protocolo de Kyoto, pelo menos promoveu a mobilização de 17 estados e mais de 400 cidades norte-americanas, entre elas Nova York, Los Angeles e Chicago, levando-os a estabelecerem suas próprias cotas de diminuição de emissões, muitas delas bem mais radicais do que as de Kyoto. O poder de convencimento da UCS resume-se no seguinte quadro:

- A temperatura média do planeta subiu 0.6 graus Celsius no século XX.
- O aquecimento no século XX é maior do que em qualquer época durante 400-600 anos.
- Sete dos dez anos mais quentes do século XX ocorreram na década de 90.
- As montanhas glaciais estão desaparecendo no mundo, a exemplo dos Permafrost⁵.
- O gelo flutuante do Ártico tem perdido 40% de sua espessura nas últimas 4 décadas.
- O nível do mar está aumentando cerca de três vezes mais rápidos nos últimos 100 anos.
- Há um número crescente de estudos que mostram plantas e animais mudando variedades e comportamento.

³ ppm – partícula por milhão

⁴ ppb – partícula por bilhão

⁵ O permafrost é o tipo de solo encontrado na região do Ártico. É constituído por terra, gelo e rochas permanentemente congelados. A camada de gelo e neve, que no inverno chega a atingir 300 metros de profundidade em alguns locais, ao se derreter no verão, reduz-se para de 0,5 a 2 metros, tornando a superfície do solo pantanosa, uma vez que as águas não são absorvidas pelo solo congelado.

- As correntes marinhas estão mudando de direções,
- O nível do mar poderá elevar-se 4,9 metros.

A quarta edição do relatório do IPCC (2007) teve um diferencial em relação às demais versões e relacionado com os métodos adotados nas análises climáticas. Desta vez foram utilizados computadores de grande capacidade de processamento, o que permitiu a simulação de um maior número de variáveis e com maior precisão. Os maiores computadores brasileiros utilizados pela comunidade científica ainda estão aquém ou próximos da capacidade de um terabyte de processamento, ao contrário dos americanos e japoneses que estão próximo de cinqüenta terabyte⁶.

Tão logo se fez clara a inexorável ligação entre aquecimento global e atividades humanas, a racionalidade econômica e o tino para os negócios do mundo empresarial encontraram novos nichos de atuação. Lucro e reputação ambiental começaram a caminhar juntos.

O mais completo e respeitado relatório financeiro sobre os impactos econômicos do aquecimento global, o “*Stern Review Report*” (STERN, 2006), foi encomendado pelo Tesouro Britânico em 2006 e se tornou rapidamente a cartilha de agenda política européia para investimento governamental e privado, ao mesmo tempo em que se transformou no mais criterioso manual da emergente “*Climate Change Economics*”. O *Stern Report* traz um quadro economicamente otimista ao se considerar o tamanho do estrago que podem provocar as catástrofes ambientais climáticas. Como um novo campo político e econômico de oportunidades, lucro com reputação ambiental deve ser a nova ordem mundial, desde que três mudanças sejam seguidas: (1) precificação do carbono, (2) tecnologia de eficiência energética e (3) mudança comportamental do consumo.

Convencer o Chanceler britânico e demais *policy makers* globais, garantir a adesão de industriais e ganhar a crítica científica dependeu de demonstrar em sofisticados modelos econométricos que o saldo de benefício sobre o custo dessas mudanças contabilizadas em valor presente para 2050 é de aproximadamente US\$ 5 trilhões, ou 10% do PIB Mundial de 2007. Esses cálculos incluem mitigar a perda de bem-estar per capita mundial com a poluição, que pode se refletir na diminuição do poder de compra de até 20%, substituir subsídios governamentais à manutenção de matrizes energéticas poluidoras, que hoje chega a US\$ 500 milhões todo ano, e investir anualmente US\$ 30 bilhões, até 2050, em países em desenvolvimento para substituição tecnológica menos poluente. Os investimentos poderiam ser via Governo ou iniciativa privada, na medida em que representariam vantagem competitiva para a imagem das empresas (LASH & WELLINGTON, 2008), uso de serviços ambientais (HEPBURN, 2007) e contratos futuros (EIGENRAAM et al., 2007).

Não obstante, o mercado financeiro se antecipou às recomendações do *Stern Review Report*. A Bolsa do Clima de Chicago ou “*Chicago Climate Exchange (CCX)*”, fundada em 2003, disponibiliza dois principais tipos de ações: cotas de carbono, via Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) previstas pelo protocolo de Kyoto, e seqüestro de carbono via projetos de reflorestamento e manutenção florestal, independentes do protocolo. No primeiro caso, empresas públicas ou privadas que reduzirem suas emissões para aquém do máximo estabelecido vendem seu “direito de poluir” ou suas “cotas de carbono evitado” para empresas que por opção ou incapacidade tecnológica não cumpriram suas metas. No segundo

⁶ Para se ter uma dimensão do tamanho de processamento, atente para essas unidades: 1 kilobyte (KB) = 1000¹ bytes, 1 megabyte (MB) = 1000² bytes, 1 gigabyte (GB) = 1000³ bytes, 1 terabyte (TB) = 1000⁴ bytes, 1 peta byte (PB) = 1000⁵ bytes, 1 exabyte (EB) = 1000⁶ bytes, 1 zettabyte (ZB) = 1000⁷ bytes, 1 yottabyte (YB) = 1000⁸ bytes. Curiosamente, as crianças americanas criaram uma rede de game na internet com os seus “play station III” e disponibilizaram os excedentes de memórias na rede que ultrapassa 1 petabyte!.

caso, projetos governamentais ou privados vendem cotas de carbono sequestrado pela biomassa, contabilizados através de manutenção de reservas florestais ou reflorestamentos. As empresas que detém essas ações “compensam” suas poluições como se estivessem resguardando ou plantando árvores, que para crescerem, consomem carbono da atmosfera (CCX, 2008).

Recentemente, instituições econômicas tradicionais, como o Fundo Monetário Internacional (FMI) e o Banco Internacional de Reconstrução e Desenvolvimento Mundial (BIRD), uniram-se para anunciar um conjunto de medidas para mudar as regras de financiamento agrícola, admitindo a gravidade e inexorabilidade dos problemas de financiamento para produção de alimentos, desmatamentos e emergência do aquecimento global, lançando como seu mais novo e duradouro “target”, equalizar essas questões (IMF, 2008).

A figura seguinte descreve o cronograma histórico, ou a curva do conhecimento, dos principais eventos relevantes sobre o aquecimento global, iniciando pela descoberta do dióxido de carbono em 1753 por Joseph Black até a proclamação do “Ano Internacional do Planeta Terra (AIPT)” pela ONU (2008), tendo como slogan: “As Ciências da Terra a Serviço da Humanidade”.

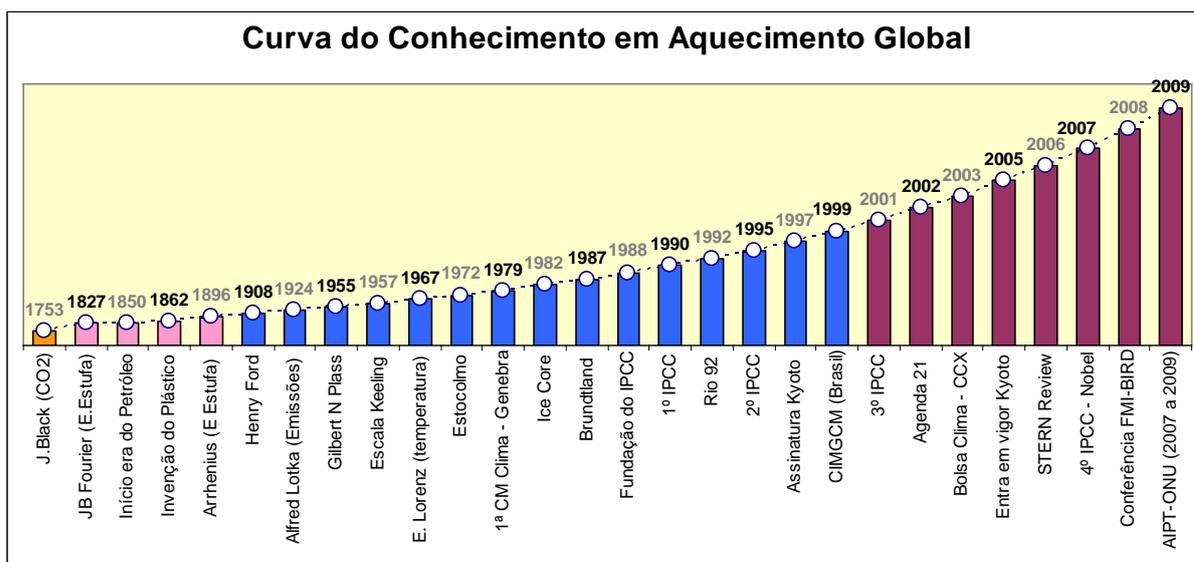


Figura 3 – Curva do conhecimento em aquecimento global

1753: Joseph Black (1728-1799), físico e químico escocês, descobre o Dióxido de Carbono e inicialmente o denomina de “ar fixo”.

1827: Jean Batiste Joseph Fourier (1768-1830), historiador, físico e matemático francês, desenvolve o conceito de “efeito estufa” ou (*greenhouse*) como condição *sine qua non* da estabilidade climática do planeta, possibilitando a vida.

1850: A moderna **era do petróleo** teve início em meados do século XIX quando o norte-americano conhecido como “Coronel Drake” encontrou petróleo a cerca de 20 metros de profundidade no oeste da Pensilvânia, e foi usado inicialmente como mistura no querosene. A gasolina foi inventada em 1886.

- 1862: Invenção do Plástico** por Alexandre Parkers a base de celulose, vinte anos depois o plástico se popularizou com a descoberta da “baquelita” pelo químico belga Leo Baekeland. Demora 400 anos para se decompor na natureza.
- 1896: Svante August Arrhenius** (1859-1927), químico sueco, ganhador do Prêmio Nobel de Química em 1903, lança a hipótese de que as atividades humanas, como a queima de carvão, elevariam o efeito estufa, tornando-o maléfico e elevando a temperatura do planeta.
- 1908: Henry Ford** inicia a produção em massa de carros. A patente da invenção do carro movido a combustão é de Karl Benz em 1885.
- 1924: Alfred James Lotka** (1880-1949), químico, demógrafo, ecologista e matemático, nascido em Lemberg, atual Ucrânia, afirma que as atividades industriais dobrariam a emissão de Dióxido de Carbono em 500 anos.
- 1955: Gilbert Norman Plass** (1921-2004), físico canadense residente nos EUA foi pioneiro nos estudos em que concluiu que o aumento do CO₂ intercepta os raios infravermelhos que seriam liberados para o espaço, ocasionando aumento de temperatura (efeito estufa).
- 1957: Curva de Keeling:** o ano de 1957 foi considerado o “Ano Geofísico Internacional” e o químico e oceanógrafo norte-americano Charles David Keeling (1928-2005) foi convidado para iniciar a primeira medição em escala global dos níveis de CO₂, no Monte Mauna Loa – Havaí. Ele, que havia descoberto que os níveis de carbono eram em torno de 315 ppm, surpreendeu-se com a elevação das medidas nos anos seguintes: 1958 (315,7ppm), 1959 (316,65ppm), 1960 (317,58ppm) e assim sucessivamente até 2004 (378,41ppm). E, segundo o IPCC, em 2005 (430ppm).
- 1967: Edward Norton Lorenz** (1917-2008), meteorologista e matemático norte-americano, formado pelo *Massachusetts Institute of Technology Meteorologist (MIT)*, desenvolveu um sistema não-linear, tridimensional e determinístico denominado “Atrator de Lorenz” e aplicação do “efeito borboleta” na “Teoria do Caos”. Fez a primeira simulação computadorizada sobre a elevação da temperatura global, calculando aumento de 0,50 graus Celsius quando a atmosfera atingisse o dobro da concentração de Dióxido de Carbono da encontrada no período pré-industrial.
- 1972: Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente**, conhecida como “Estocolmo 72”, onde representantes dos países desenvolvidos defendiam a diminuição do crescimento geral para amenizar efeitos deletérios da poluição, enquanto países subdesenvolvidos defendiam crescimento econômico e seu direito de poluir.
- 1979: Primeira Conferência Mundial sobre o Clima**, realizada em Genebra/Suíça, reconhece os problemas do aquecimento global.
- 1982:** Primeiros trabalhos científicos de “*Ice Core*” raso nas revistas de alto impacto “Science” e “Nature”.
- 1987: Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento**, conhecido como “Relatório *Brundtland*” ou “Nosso Futuro Comum”, no qual se cunhou oficialmente o termo “desenvolvimento sustentável” como aquele que levasse em conta oportunidades de trabalho decente e responsabilidade ambiental.
- 1988:** Fundação do **Painel Internacional sobre Mudanças Climáticas (IPCC)** a partir da Organização Internacional de Meteorologia e Programa das Nações Unidas para o

Meio Ambiente. É constituído de três grupos que tratam: (I) dos aspectos científicos das mudanças climáticas, (II) dos sistemas socioeconômicos e dos sistemas naturais, e (III) das limitações de GHG e outras ações necessárias.

- 1990: Primeiro Relatório do IPCC**, conhecido como *Assessment Report (AR-I)*, evidencia a responsabilidade das atividades humanas sobre o aquecimento global.
- 1992: Declaração do Rio de Janeiro** sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, conhecida como “RIO 92” ou “*Earth Summit*”, onde foi definida a “Agenda 21” e assinada a Convenção das Nações Unidas em Mudanças Climáticas (UNFCCC). A Conferência de “Estocolmo 72” foi insignificante diante da magnitude deste encontro ocorrido no Brasil.
- 1995: Segundo relatório do IPCC (AR-II)**, demonstrando os impactos do aquecimento global sobre os países. Início das reuniões anuais da COP (Conferência das Partes – 1) no âmbito da UNFCCC, em Berlim.
- 1997: Assinatura do Protocolo de Kyoto**, no âmbito da CPO-3, em que as nações desenvolvidas se comprometiam a reduzir suas emissões para que os níveis entre 2008-2012 se igualem aos observados em 1990 e normatização dos Mecanismos de Desenvolvimento Limpo (MDL) e créditos de carbono.
- 1999: Tendo em vista a adesão do Brasil ao Protocolo de Kyoto**, foi criada a **Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima (CIMGC)**, pelo decreto de 07/07/99 alterado pelo decreto de 10/01/06. Fica criada a Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima, com a finalidade de articular as ações de governo decorrentes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima e seus instrumentos subsidiários de que o Brasil seja parte.
- 2001: Terceiro Relatório do IPCC (AR-III)**, em que são propostas medidas econômicas para mitigação dos efeitos das mudanças climáticas.
- 2002: Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável**, conhecido como Rio+10, para avaliar a implementação da “Agenda 21”.
- 2003: Criação da Bolsa do Clima de Chicago (CCX)**, para negociação de ações ligadas ao crédito de carbono via Kyoto, e seqüestro de carbono via mecanismos de compensação.
- 2005: Entra em vigor o Protocolo de Kyoto**, no âmbito da COP-6, em 16/05/05. O Brasil assinou o acordo em 29/04/98 e o ratificou em 23/08/02. O presidente George W. Bush alegou que os compromissos deste acordo interfeririam negativamente na economia norte-americana e, por isso, os EUA continuam de fora desse pacto internacional, apesar das medidas isoladas por parte de um terço de seus estados e em mais de 400 de suas cidades.
- 2006: Relatório Stern ou “Stern Review Report”**, encomendado pelo governo do Reino Unido e elaborado por Nicolas Stern e numerosa equipe. Pela primeira vez reuniram-se grandes economistas a eminentes quadros das ciências, na denúncia dos riscos de uma hecatombe ecológica. Evidenciou-se que o custo das alterações climáticas equivale a uma perda anual de 5% do PIB, enquanto que os custos anuais de reduções calculados pelo IPCC chegam a 1% do PIB. Surge a terminologia “econometria do desenvolvimento sustentável” e abre-se uma janela de alternativas para empreendimentos no desenvolvimento de cada país.

- 2007: Quarto Relatório do IPCC (AR-IV)** e a atribuição ao IPCC o Prêmio Nobel da Paz, dividido com o ex-vice-presidente norte-americano Al Gore pela campanha e documentário “Uma Verdade Inconveniente” sobre os impactos físicos, econômicos e sociais provocados pelas mudanças climáticas globais.
- 2008: Conferência do FMI e BIRD** lança, em conjunto, novo modelo de financiamento agrícola, visando combater a fome, diminuir o desmatamento e mitigar aquecimento global, com aporte de bilhões de dólares para nações emergentes.
- 2009: Ano Internacional do Planeta Terra (AIPT)**, proclamado pela Organização das Nações Unidas (ONU), compreende o período de 2007-2009, sendo 2008 o ano principal. A meta número 1 é “Assegurar o uso maior e mais efetivo pela sociedade dos conhecimentos acumulados sobre o Planeta, graças ao trabalho de mais de 400 mil pesquisadores das Ciências da Terra”. O *slogan* é “*Earth Science For Society*”, ou “As Ciências da Terra a Serviço da Sociedade”.

3. Aspectos Metodológicos e Processamento da Pesquisa

Após um processo intenso de maturação e de discussões multidisciplinares, chegou-se ao seguinte modelo para mensuração e avaliação monetária das variáveis envolvidas nas mudanças climáticas, e objeto deste estudo. O processamento desta pesquisa consiste nos seguintes passos: (1) Apuração dos saldos residuais de carbono de cada país em MtonC e em dólares americanos nos cenários previstos; (2) Conversão do produto interno bruto (paridade de poder de compra – ppc⁷) de cada país em unidades equivalentes per capita de número de habitantes e de consumo médio de energia em tonelada equivalente de petróleo - TEP; e (3) Fechamento dos balanços contábeis dos países pela técnica *inquired balance sheet* ou balanço perguntado.

Os saldos residuais de carbono são apurados em função do estoque de carbono florestal e do solo de cada país, da parcela evitada menos as emissões estimadas nos cenários 2020 e 2050, medidas em MtonC e convertidas para dólares em função do valor sugerido pelo IPCC. O PIB per capita de cada país, paridade do poder de compra, é convertido por uma unidade equivalente relativa ao consumo médio de energia de cada nação, medido em tonelada equivalente de petróleo (TEP), para equalizar as diferenças regionais relacionadas às características geográficas e do nível de conforto de cada país e que, num cenário de mudanças climáticas, supõe-se que possam se alterar. Para o fechamento dos relatórios contábeis, será utilizado uma técnica contábil que simplifica o processo de escrituração, dado o grau de imprecisão e dificuldade no tratamento das informações, e que se baseia no princípio básico contábil e de equilíbrio entre causas e efeito: ativo menos passivo é igual ao patrimônio líquido.

Para fins deste estudo, o ativo será avaliado pelo PIB “equivalente” em dólares americanos per capita; o passivo corresponderá a obrigação ambiental de cada cidadão na meta de redução de carbono; e o patrimônio líquido estará correlacionado com o saldo residual superavitário (ou deficitária) de cada cidadão ou país, diante de todas as nações, conforme ilustra a figura abaixo.

⁷ O PIB PPC é a forma mais adequada para comparações internacionais, já que todos os países tem a mesma base de referência: os preços das mesmas mercadorias e serviços nos Estados Unidos, multiplicados pelas quantidades de bens e serviços produzidas em cada país. Como são os mesmos preços para todos os países, o PIB PPP representa então a variação real da atividade econômica dos países, independente de variações de sua política cambial. E, por essa razão, foi adotado neste trabalho.

BALANÇO PATRIMONIAL AMBIENTAL - per capita

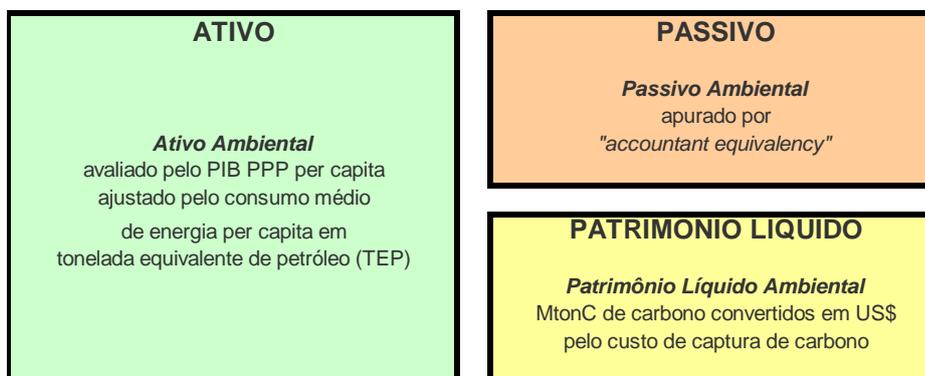


Figura 4 – *Constructos do modelo “Balanço Patrimonial Ambiental” das Nações*

3.1- Apuração dos saldos residuais de carbono de cada país em MtonC e conversão em dólares americanos

Para a apuração dos saldos residuais e do balanço de emissão/captura de carbono foram realizadas consultas à literatura especializada, com cruzamento de informações que permitiram gerar dados compostos, específicos, não prontamente disponíveis. Os dados obtidos foram distribuídos em 4 tabelas similares, 2 considerando ausência de desmatamento e 2 considerando taxas fixas de desmatamento nos países, todas em unidades Mega Tonelada de Carbono (MtonC). Essas tabelas foram replicadas uma vez, convertendo-se as unidades em dólar americano (US\$), levando em consideração o custo médio de captura de carbono, dadas as tecnologias atuais, sugerido pelo IPCC, de US\$ 45,00/tonC. As tabelas encontram-se anexas no final do trabalho.

Cada uma das 4 tabelas elementares – tabelas de 1 a 4 – e das réplicas em valores monetários – numeradas de 5 a 8 - contém 9 colunas com as seguintes rubricas: país, estoque de carbono florestal potencial, emissão acumulada de carbono em cenário A1B1 do IPCC, emissão acumulada de carbono em cenário A2B2, captura de carbono pela biomassa florestal e solo, captura industrial de carbono com alta tecnologia, captura industrial de carbono com baixa tecnologia, saldo acumulado de carbono (melhor cenário relativo), saldo acumulado de carbono (pior cenário relativo).

Detalhes da obtenção dos dados específicos de cada coluna são apresentados abaixo:

Tabelas de 1 a 4:

1. Coluna PAÍS: países analisados neste artigo
2. Coluna ESTOQUE DE CARBONO FLORESTAL E DE SOLO: Considera-se estoque todo o carbono contido na biomassa e nos compostos orgânicos no solo. Nesse sentido, florestas são depositários de “carbono evitado” na atmosfera. É comum a literatura empregar os dados de estocagem como sugerido pelo *Human Development Report 2007/2008* (ONU, 2007), cujo método consiste na utilização de um único índice médio de estoque para todos os biomas, em função da área de cobertura vegetal por país. Neste estudo optou-se, entretanto, por um método que se acredita mais preciso, utilizando-se os índices específicos de estocagem de cada um dos diferentes biomas (savanas, florestas tropicais, florestas temperadas e florestas boreais), sugerido pelo IPCC (2000), multiplicado pelas áreas residuais dos respectivos biomas presentes

em cada país analisado, retiradas de FAO (2007). Na situação “com desmatamento” – tabelas 3, 4, 7 e 8 - as taxas de desmatamento para cada país seguiram as projeções da FAO (2007), assumindo-as como fixa ano a ano. Nesses casos, o estoque de carbono diminuem no acumulado, proporcionalmente nos anos 2020 e 2050, se comparados com aquelas da situação “sem desmatamento” das tabelas 1, 2, 5 e 6.

3. Coluna EMISSÃO ACUMULADA DE CARBONO SITUAÇÃO *Special Report on Emission Scenarios* (IPCC SRES A1B1). Emissão acumulada diz respeito a todo carbono lançado na atmosfera, num determinado período, originário de atividades industriais, veiculares, geração de energia térmica e queimadas florestais (quando há desmatamento). Apresentam-se nessa coluna valores, por nós estimados, de emissões acumuladas de carbono entre 2006 e 2020 e entre 2006 e 2050, tendo como valor de referência a emissão de cada país no ano de 2006 (NEAA, 2007) e UNSD (2007), e os valores apresentados pelo IPCC (2000) para os anos de 2020 e 2050, no cenário A1B1, que prevê continuidade de crescimento no uso de combustíveis fósseis, baixa substituição por fontes energéticas renováveis e crescimento populacional global. Consideramos taxas anuais médias fixas para cada país.
4. Coluna EMISSÃO ACUMULADA DE CARBONO SITUAÇÃO (IPCC SRES A2B2): Nessa coluna são expostos valores, por nós estimados, de emissões acumuladas de carbono entre 2006 e 2020 e entre 2006 e 2050, tendo como valor de referência a emissão de cada país no ano de 2006 (NEAA, 2007) e UNSD (2007), e os valores estimados pelo IPCC (2000) para os anos de 2020 e 2050, no cenário A2B2, que prevê taxas anuais decrescentes no uso de combustíveis fósseis, alta substituição por fontes energéticas renováveis e crescimento populacional global. Para estimar o acumulado no período, consideramos taxas anuais médias fixas para cada país.
5. Coluna CAPTURA DE CARBONO PELA BIOMASSA FLORESTAL E SOLO: Considera-se captura a quantidade de carbono que a floresta e o solo retiram da atmosfera nos processos de fotossíntese e outros processos biogeoquímicos. Estimou-se a captura acumulada nos períodos entre 2006 e 2020 e entre 2006 e 2050, utilizando-se índices de captura anual específicos aos biomas (IPCC, 2000) em função da área ocupada por cada um deles, nos países analisados (FAO, 2007). Para as 2 tabelas relativas a cenários sem desmatamentos, as taxas anuais de captura foram fixas e constantes. Para as 2 tabelas relativas a cenários com desmatamentos, as taxas de captura anual foram consideradas fixas, idênticas às próprias taxas de desmatamentos de cada país, retirados da FAO (2007).
6. Coluna CARBONO INDUSTRIAL EVITADO, COM BAIXA TECNOLOGIA (IPCC SRES A1B1). Carbono Industrial evitado é a quantidade de carbono que as indústrias deixam de despejar na atmosfera (BP, 2007). A quantidade depende do número de indústrias, mas principalmente do nível tecnológico para emprego eficiente da matriz energética, mudando para fontes não fósseis, o que poupa emissões. Considerou-se nessa coluna a quantidade acumulada de carbono evitado nos períodos de 2006 a 2020 e 2006 a 2050, segundo o cenário de capacidade industrial de baixa eficiência, A1B1, sugerida pelo IPCC (2000), com taxas anuais fixas.
7. Coluna CARBONO INDUSTRIAL EVITADO, COM ALTA TECNOLOGIA (IPCC SRES A1B1) Idem para a coluna 6, aplicada ao cenário de capacidade industrial de alta tecnologia de eficiência energética A2B2, sugerida pelo IPCC (2000), com taxas anuais fixas.

8. Coluna SALDO ACUMULADO DE CARBONO (pior cenário relativo). Apresentam-se os saldos de carbono por país em cada tabela, dados por estoque + captura – emissão, considerando cenário A1B1 de emissão e captura industrial.
9. Coluna SALDO ACUMULADO DE CARBONO (melhor cenário relativo/pior cenário relativo). Apresentam-se os saldos de carbono por país em dados por estoque + captura – emissão considerando cenário A2B2 de emissão e captura industrial.

Nas tabelas de 5 a 8, apresenta-se a conversão das quantidades em toneladas de Carbono (tonC) para dólar americano (US\$), seguindo o sugerido por Metz *et.al.* (2005) contido no “*Special Report on Carbon Dioxide Capture and Storage*” do IPCC. Tal relatório estima custos de “captura de carbono” variando entre 39-51 dólares/tonelada de carbono. Esses valores são entendidos como o custo necessário para que cada tonelada de carbono emitida na produção industrial seja capturada e estocada no subsolo, ao invés de despejada na atmosfera. Os custos oscilam conforme uma série de variáveis, destacando-se o setor da atividade industrial, o volume de produção, a matriz energética utilizada e o tipo de captura de carbono (depósito bruto em fissuras de subsolo, depósitos com processamento em derivados de carbonatos, depósito bruto em fissuras marinhas ou dissolução), todas tecnologias disponíveis atualmente. Utilizou-se no presente estudo o valor US\$ 45,00/tonC, média simples dos extremos estimados no referido relatório, por opção destes autores, pela indisponibilidade de instrumentos mais precisos para ponderar melhor o custo.

A seguir apresenta-se um quadro com o resumo das oito tabelas (1 a 8), constantes do anexo deste trabalho, e que possibilitam a compreensão dos cálculos elaborados nos principais cenários.

Tabela 9: Resumo das Simulações dos Cenários 2020 e 2050

PAÍS	Em MTONC				Em Bilhões US\$			
	(1) CD-BT	(2) SD-AT	(3) CD-BT	(4) SD-AT	(1) CD-BT	(2) SD-AT	(3) CD-BT	(4) SD-AT
	Pior 2020	Melhor 2020	Pior 2050	Melhor 2050	Pior 2020 CD	Melhor 2020	Pior 2050	Melhor 2050
Alemanha	(4.566,33)	(3.077,77)	(14.289,26)	(2.094,99)	(205,49)	(138,50)	(643,02)	(94,28)
Brasil	3.997,42	6.624,43	2.171,49	22.013,98	179,88	298,10	97,72	990,62
China	(31.504,78)	(20.747,24)	(119.340,33)	(25.654,17)	(1.417,72)	(933,63)	(5.370,32)	(1.154,44)
EUA	(29.877,93)	(19.587,00)	(103.269,48)	(17.810,23)	(1.344,51)	(881,41)	(4.647,13)	(801,46)
Índia	(5.953,65)	(3.761,62)	(20.359,29)	(2.292,48)	(267,91)	(169,27)	(916,17)	(103,16)
Japão	(6.691,99)	(4.513,16)	(21.448,74)	(4.516,80)	(301,14)	(203,09)	(965,20)	(203,28)
Rússia	(392,88)	4.683,66	(20.937,82)	27.876,83	(17,68)	210,76	(942,20)	1.254,46
Total	(74.990,14)	(40.378,70)	(297.473,43)	(2.477,86)	(3.374,57)	(1.817,04)	(13.386,32)	(111,51)
Mundo	(119.893,93)	(51.896,96)	(660.401,52)	(21.982,88)	(5.395,21)	(2.321,87)	(29.718,08)	(989,23)

Legenda: CD-BT = com desmatamento e baixa tecnologia SD-AT = sem desmatamento e alta tecnologia

Figura 5 – Resumo dos principais cenários de emissões e capturas de carbono (em MtonC e em US\$ Bilhões)

A figura anterior demonstra o resumo das quatro principais simulações do saldo acumulado das emissões e capturas de carbono, para os períodos até 2020 e 2050 e considerando-se os piores e melhores cenários, isto é, com desmatamento e baixa tecnologia (CD-BT) e sem desmatamento e alta tecnologia (SD-AT), para cada um dos países estudado, para a soma desses e para todo o planeta.

Os gráficos a seguir ilustram a situação desses países e do mundo. Observe que apenas dois países apresentam saldos acumulados “positivos” e o déficit planetário é apontado em ambos os cenários. Ao compararmos 2020 com 2050, as projeções otimistas e pessimistas, fica evidente que o “tempo” é a variável relevante nessas simulações, e isso permite inferir

que, independentemente do grau de precisão das variáveis estudadas, o cenário crítico para o futuro é uma realidade.

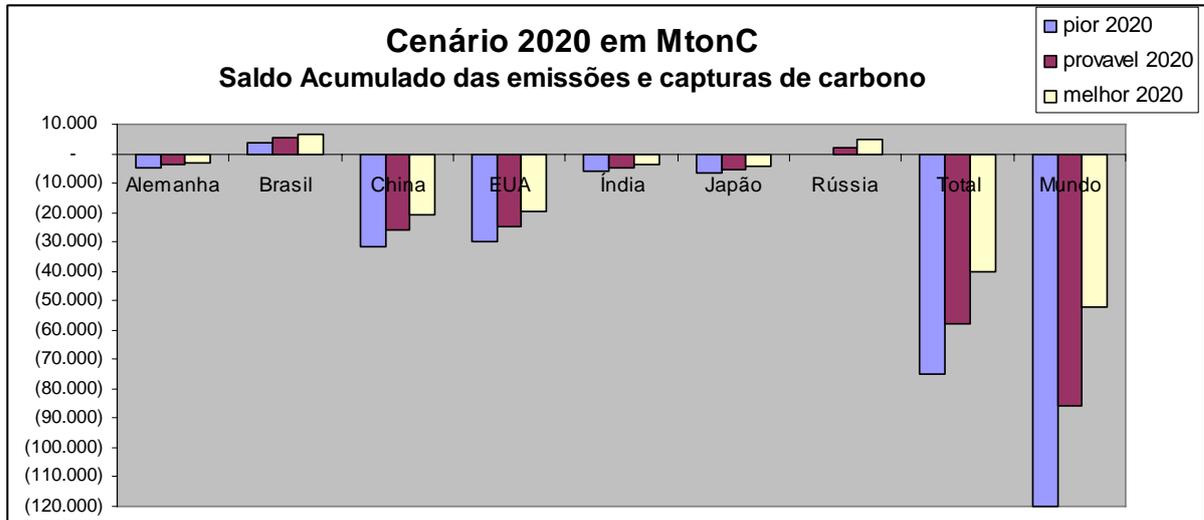


Figura 6 – Cenário 2020 em MtonC – saldo das emissões e capturas de carbono

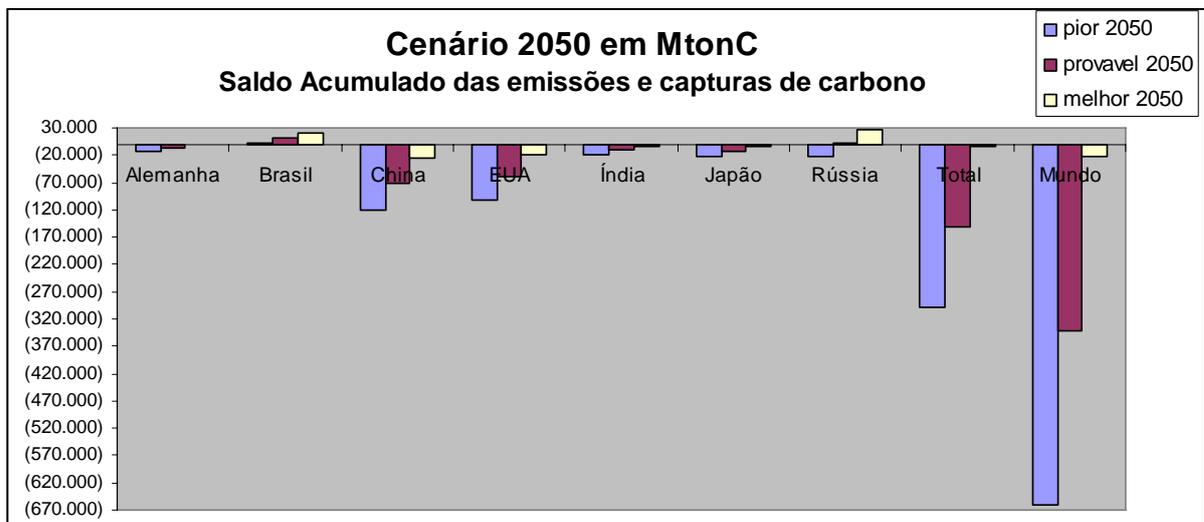


Figura 7 – Cenário 2050 em MtonC – saldo das emissões e capturas de carbono

Cabe observar que, se o crescimento populacional continuar nas mesmas taxas, bem como o consumo de energia, a capacidade de resiliência da biosfera poderá sofrer uma ruptura (*threshold*), sendo que o ajuste será muito mais difícil, como indica a figura 7 abaixo.

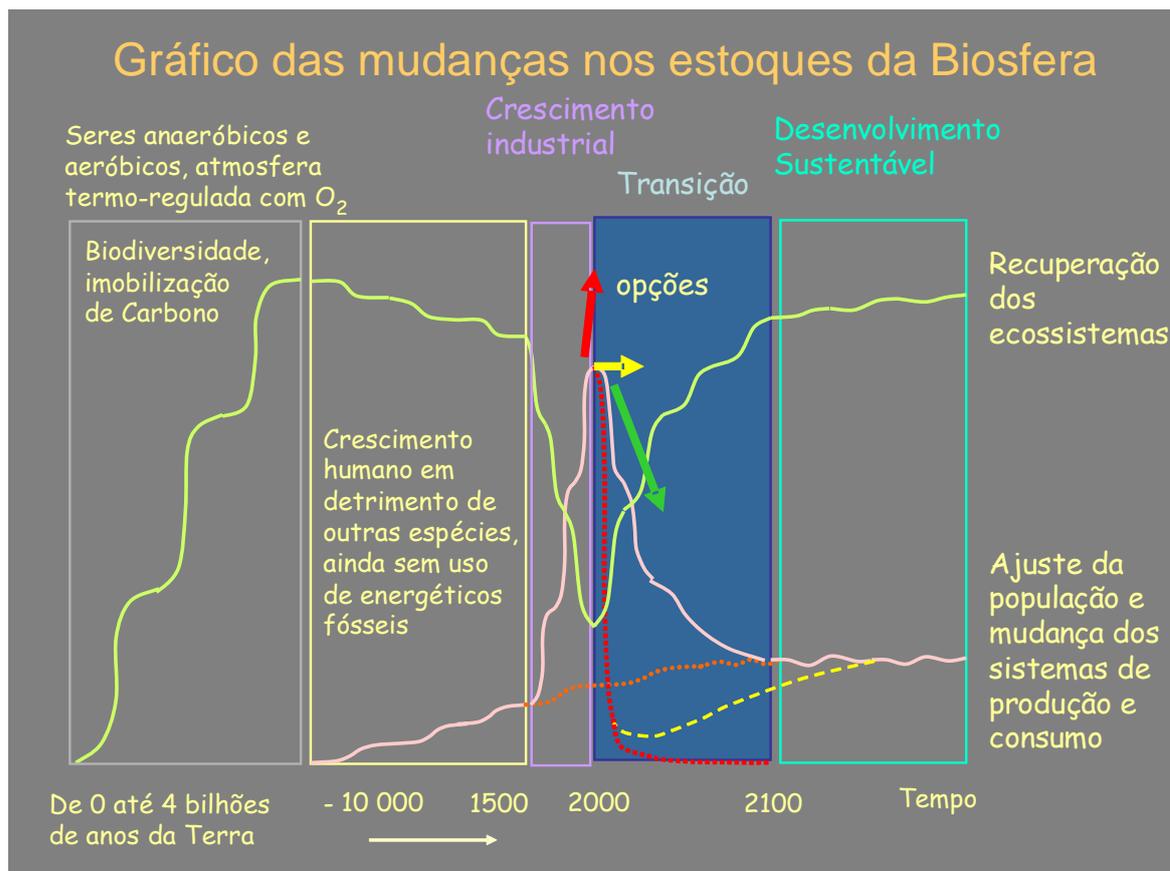


Figura 8 – “O mundo como sistema” (fonte: Daniel Ortega – Faculdade de Engenharia da Unicamp)

Segundo os cenários de ORTEGA (2008), e o gráfico acima, há apenas duas alternativas: a recuperação dos ecossistemas, ou ajuste da população e mudança dos sistemas de produção e consumo e, visualmente, vê-se que o gráfico aponta para uma linha em torno de apenas 1 bilhão de habitantes.

3.2- Conversão do produto interno bruto (PIB) de cada país em unidades equivalentes per capita de número de habitantes e de consumo médio de energia em tonelada equivalente de petróleo (TEP)

O produto interno bruto (PIB) ou *gross domestic product* (GDP), representa a soma em valores monetários de todos os bens e serviços produzidos em um determinado país e, por este motivo, foi definido como parâmetro para avaliação dos ativos. Para facilitar a comparabilidade entre os países estudados, escolheu-se o PIB avaliado pelo método paridade de poder de compra (ppc) ou *purchasing power parity* (ppp), adotado pelas Nações Unidas e pelo Banco Mundial, e que mede quanto uma determinada moeda pode comprar em termos internacionais (dólares americanos).

A figura abaixo ilustra o montante do PIB desses países, de acordo com o *International Monetary Fund, World Economic Outlook Database, April 2008* (www.imf.org) e mostra a participação relevante (54%) desses países na composição do PIB mundial.

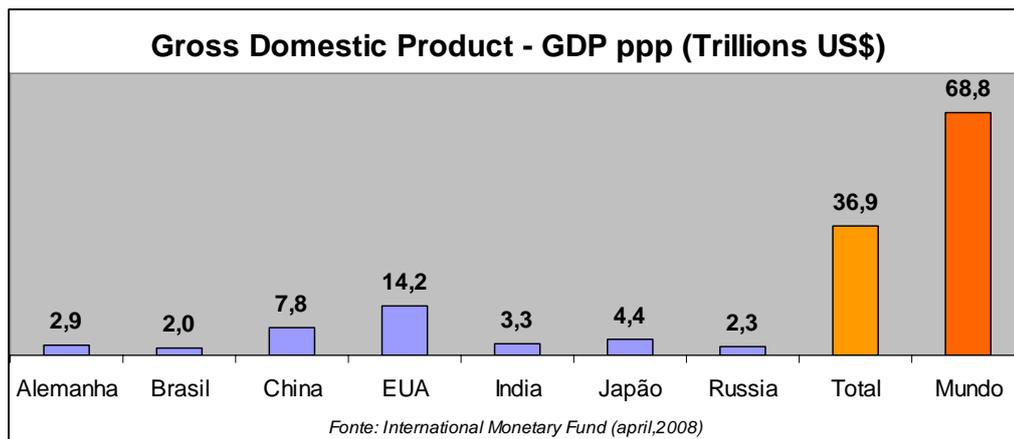


Figura 9 – *Gross Domestic Product - purchasing power parity (Trillion US\$)*

A figura a seguir ilustra o número de habitantes dos países envolvidos neste estudo, sendo que, segundo o *U.S. Popclock Projection, do US Census Bureau (2008)*, há o nascimento de uma nova pessoa a cada 7 segundos.

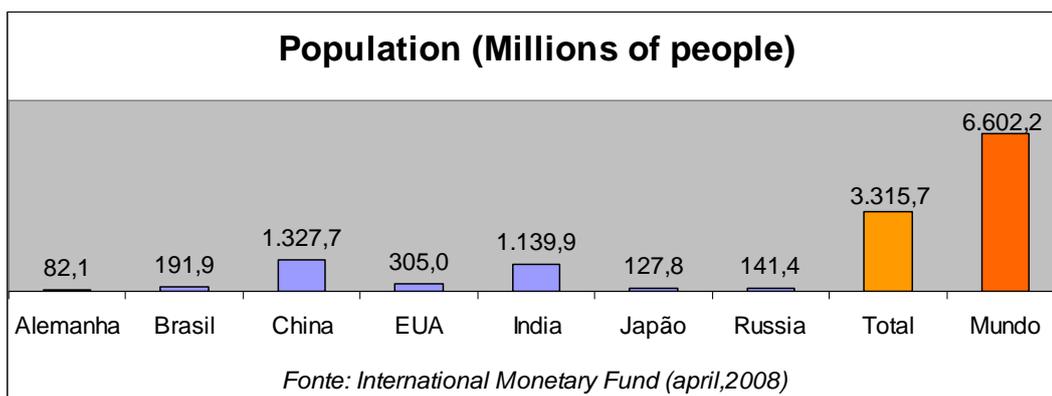


Figura 10 – *População (em Milhões de habitantes)*

Nos propósitos deste trabalho, o PIB per capita será ajustado pelo consumo médio de energia de cada país, visando equalizar as diferenças regionais devidas às características geográficas e o nível de conforto de cada um dos países; num país de clima tropical a necessidade de energia certamente é inferior à de um país onde o calor ou frio são excessivos.

Aspectos de redução do nível de consumo dos países desenvolvidos, ou de aumento nos países pobres não estão contemplados neste trabalho e podem ser objetos de um novo estudo.

Vivemos as fases da lenha, do carvão vegetal, do carvão mineral e hoje estamos em pleno auge da fase do petróleo. Muitos estudiosos, a exemplo de SACHS (2007), afirmam que quando o preço do barril de petróleo ultrapassasse a barreira dos cem dólares outras fontes de energias se tornariam viáveis⁸.

Assumindo-se grandes tendências para variáveis como crescimento econômico mundial, a intensidade energética, o progresso das tecnologias e a evolução dos custos relativos das energias, extrapola-se o consumo futuro de energia. Admite-se que o sistema energético é rígido e tem grande inércia, fazendo com que grandes rupturas sejam

⁸ Durante a redação desta pesquisa, o petróleo atingiu o preço recorde de US\$122 (06/maio/08).

improváveis. Assim, as condições atuais do sistema constituem uma referência fundamental para o futuro.

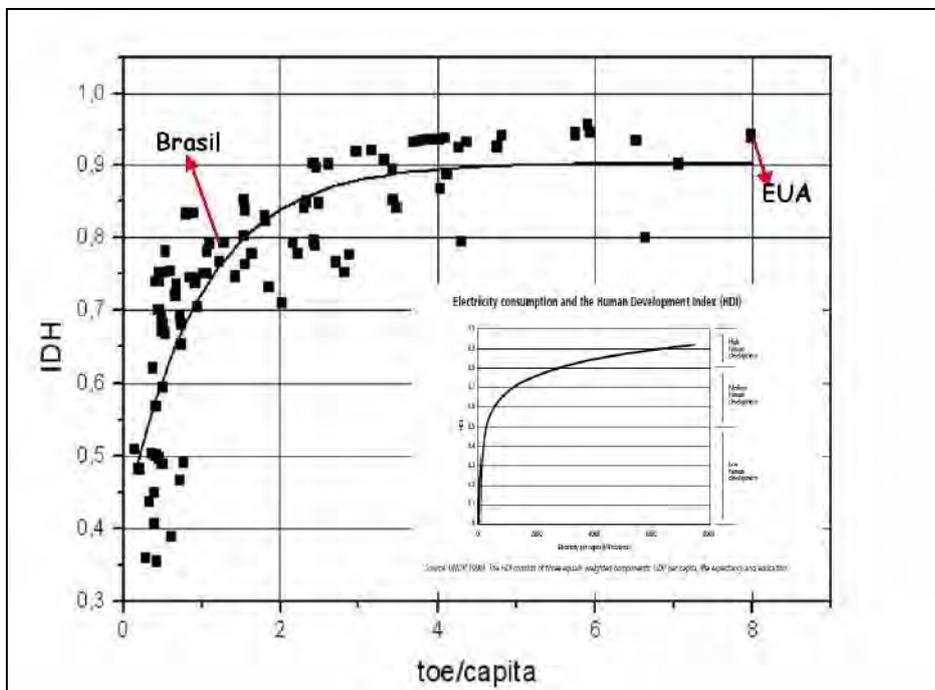


Figura 11 – Relação IDH e Consumo de Energia dos países em TEP (Fonte: UNPD, 1998)

A figura anterior apresenta a relação entre o IDH (Índice de Desenvolvimento Humano) de vários países e o consumo de energia em tonelada equivalente de petróleo (TEP). Observa-se que há uma relação direta entre melhoria dos índices sociais, qualidade de vida, renda equidade (distribuição de renda) e consumo de energia, ao mesmo tempo em que há uma migração para o uso da energia elétrica.

O IDH⁹ é uma medida comparativa de longevidade, educação e renda e que contempla em sua formulação expectativa de vida, taxa de alfabetização, taxa de escolarização e logaritmo decimal do PIB per capita. (*UM Human Development Index Report, 2007*). Foi desenvolvido em 1990 pelo economista paquistanês Mahbub ul Haq, com a colaboração do indiano Amartya Sen, ganhador do Prêmio Nobel de Economia de 1998, e vem sendo utilizado pelo Programa das Nações Unidas em seus relatórios.

O Mapa abaixo mostra a visualização do IDH dos países membros da ONU:

$$IDH = \frac{L + E + R}{3}$$

9 onde

$$L = (\text{expectativa de vida} - 25) \div 25$$

$$E = (2 \times \text{Taxa Alfabetização} + \text{Taxa Escolarização}) \div 3$$

$$R = (\text{Log}_{10} \text{ PIB pc} - 2) \div 2,60206$$

$$0 < \text{baixo} < 0,5 < \text{Médio} < 0,8 < \text{Alto} < 1$$

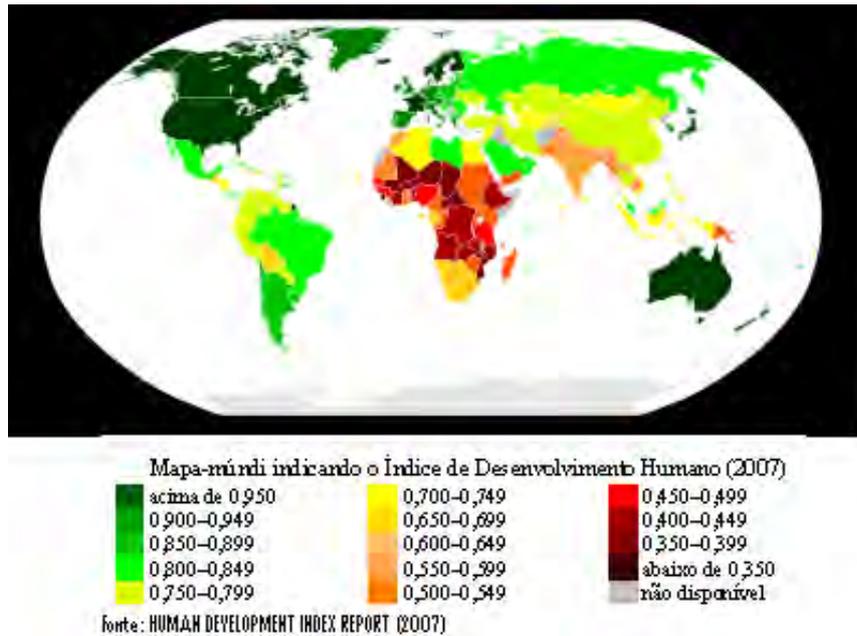


Figura 12 – Mapa Mundi indicando o índice de Desenvolvimento Humano – 2007 (IDH)

Segundo o Balanço Energético Nacional elaborado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), do Ministério de Minas e Energia do Governo Federal (2006), o consumo anual de energia em 2030 pode chegar a 18.185 milhões de tonelada equivalente de petróleo (TEP), elevando o consumo médio per capita dos atuais 1,69 TEP para 2,22 TEP.

Nos países cujo consumo médio de energia é inferior a 1 TEP anual, as taxas de analfabetismo, mortalidade infantil e fertilidade são altas, enquanto a expectativa de vida e o IDH são baixos. Assim, apesar da necessidade de redução emergente do consumo de energia, ou de substituição por outras fontes não poluentes, é vital aumentar a barreira de 1 TEP nos países pobres (GOLDEMBERG, 2007).

Uma TEP corresponde a 10.000.000 Kcal e pode ser convertida para o consumo médio diário da seguinte forma, tomando-se por base o consumo médio mundial (1,69 TEP):

$$\text{Consumo Médio Mundial} = \frac{1,69 \text{ Tep} \times 10.000.000 \text{ Kcal}}{365 \text{ dias}} = 46.301 \text{ Kcal por Dia}$$

Adotando-se que uma refeição básica tem em torno de 2.000 Kcal e a energia gasta durante todas as atividades diárias, como tomar banho, iluminação, fazer comida, TV, internet, aquecimento, refrigeração, transporte etc. chega-se ao consumo médio diário. Enquanto que o consumo médio diário do Brasil é de 29.800 Kcal, os EUA ultrapassam 230.000 Kcal e países como Bangladesh é em torno de 4.000 Kcal. Veja o gráfico a seguir.

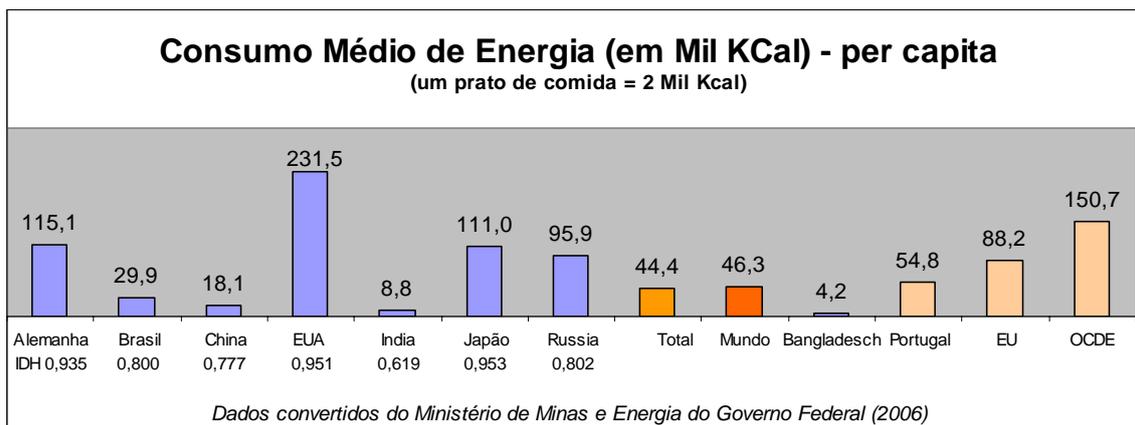


Figura 13 – Consumo médio diário per capita de energia dos países (em Mil Kcal)

Assim, para os propósitos deste trabalho, e para poder melhor avaliar o ativo de cada um dos países estudados, como o conjunto de recursos auto-sustentável, decidiu-se ajustar o PIB per capita por uma unidade equivalente de consumo de energia - TEP, por meio da seguinte formulação:

$$PIB \text{ per capita equivalente de energia} = \frac{PIB \text{ ppp per capita anual}}{\text{Consumo Médio de Energia Anual (emTep)}}$$

E, de acordo com o Dossiê Energia e Desenvolvimento (GOLDEMBERG, 2007) e comparações com diversas outras fontes, com estimativas do consumo médio de energia dos países, fizemos os seguintes ajustes no PIB ppp per capita dos países estudados, e que são evidenciados no gráfico a seguir.

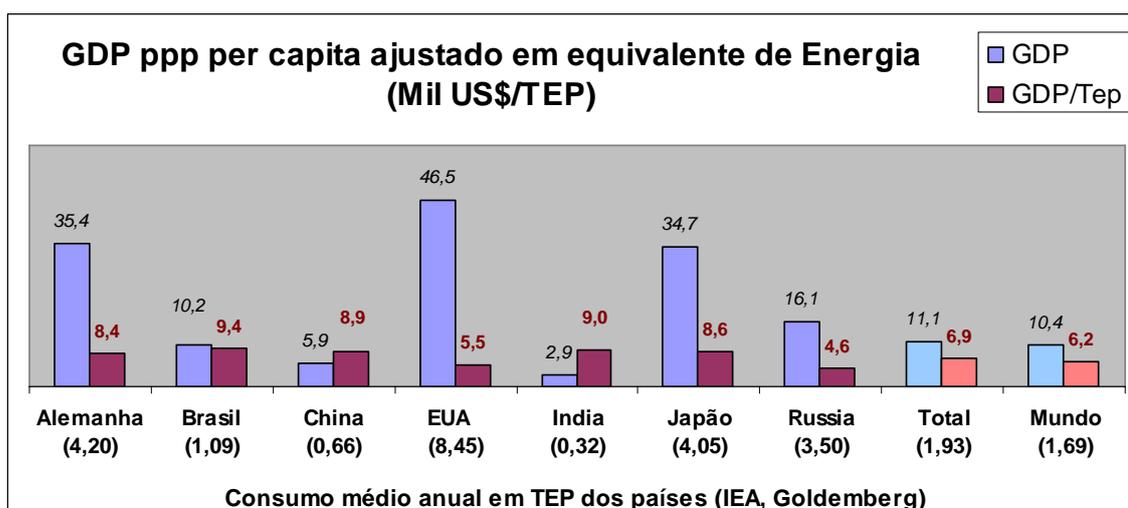


Figura 14 – PIB ppp per capita equivalente de energia (TEP)

Com esses ajustes propostos, o PIB per capita expressa não apenas o *purchasing power parity (ppp)*, mas também a paridade do consumo de energia, o que permite depurar o objeto do presente estudo na avaliação dos ativos ambientais, pois associa o consumo de energia com as mudanças climáticas.

3.3- Fechamento dos balanços contábeis dos países pela técnica *Inquired Balance Sheet*

Em relação aos desafios do século XXI, a contabilidade tem se mostrado mais lenta em relação aos demais conhecimentos acumulados ou às “ciências da Terra”. O movimento rumo à harmonização e internacionalização das normas contábeis sinaliza boas perspectivas e é um primeiro passo para se estabelecer padrões globais de contabilidade ambiental. O passivo ambiental, visto como mera provisão diante de reclamações de terceiros, ainda tem sido o enfoque principal, mas o alinhamento com a Contabilidade Social de intangíveis caminha para o reconhecimento das questões do aquecimento global (CROWTER, 2000).

Os sistemas de contas nacionais (SCN) ainda são incompletos em relação à avaliação dos recursos naturais e utilizam medidas, por ex. o PIB, que não reconhecem a qualidade e a degradação dos recursos naturais (depreciação e resiliência). Para corrigir essa deficiência, a ONU estabeleceu uma nova ferramenta contábil que poderá contribuir na monitoração do esgotamento dos recursos naturais e a degradação ambiental, denominado “*System of Integrated Environmental and Economic Accounting*” (SEEA). Sugere um sistema “híbrido” com contas que registram medidas física (materiais, energia, emissões), eventos de gestão ambiental, bens ambientais, e impactos que a economia exerce sobre o meio ambiente (esgotamento, defesa, degradação), e sugere que essas medidas físicas sejam avaliadas monetariamente (LANGE, 2007). Essa iniciativa é importante, pois incentiva o desenvolvimento da contabilidade ambiental, ou “sócio-ambiental” como preferem estes autores, de forma mais ampla e multidisciplinar.

A ciência contábil, quando comparada com outros ramos das ciências naturais, mais se assemelha a uma técnica administrativa. Mas, ao longo dos séculos ela preserva alguns princípios básicos e importantes, como: a lei do equilíbrio e *accountability*. O equilíbrio está retratado na equação fundamental da contabilidade: ativo menos passivo é igual ao patrimônio líquido (Luca Pacioli, 1445-1517) e se baseia no princípio do débito e crédito, das origens e aplicações, da oferta e procura, do risco e retorno, ou nas leis da causa e do efeito. O outro princípio básico é o de *accountability* (CARVALHO, 1991; NAKAGAWA, 1991/2003), um conceito da esfera ética e que remete à obrigação de prestação de contas e de responsabilidade social (SCHEDLER, 1999).

Este trabalho procura contribuir para a questão emergente de mudanças climáticas, expande os significados de passivo ambiental e sugere o patrimônio líquido ambiental, relacionando-os com a preservação de todo o patrimônio natural. È uma prestação de contas à Humanidade e que, por isso, aqui a ciência contábil não estaria limitada por aspectos normativos, auditorias e tribunais de contas, mas à consciência de cada cidadão, valores estes implícitos nos conceitos de equilíbrio e *accountability*.

A Organização das Nações Unidas (ONU) proclamou o período de 2007-2009 como o ano Internacional do Planeta Terra (AIPT) e a meta número 1 é “o uso maior e mais efetivo pela sociedade dos conhecimentos acumulados sobre as ciências da Terra, graças ao trabalho de mais de 400 mil pesquisadores mundiais. É nesse contexto que a contribuição deste trabalho se insere.

Devido ao grau de imprecisão dos dados coletados neste trabalho e a dificuldade no tratamento de informações multidisciplinares, escolheu-se um método contábil que simplifica a escrituração dos eventos econômicos, denominado *inquired balance sheet* ou balanço perguntado (KASSAI, 2004). O método dispensa os registros analíticos e simultâneos e procura montar as “peças de um balanço”, respeitando-se o princípio básico de equilíbrio.

Como em uma balança, portanto, os dados apurados até então neste trabalho serão contabilizados da seguinte forma:

- **Ativo:** corresponde a produto interno bruto, avaliado pelo método paridade do poder de compra (ppc), per capita, convertido em unidade equivalente de energia em tonelada equivalente de petróleo (TEP). Com essa medida “equivalente”, o Ativo representa os recursos naturais que cada cidadão de determinado país possui para gerar benefícios futuros para o seu sustento e preservação do meio ambiente.
- **Patrimônio Líquido (PL):** corresponde ao saldo residual do potencial dos estoques de florestas, das emissões e capturas de carbono, medidos em mega toneladas de carbono e convertidos para dólares americanos de acordo com este trabalho.
- **Passivo:** corresponde ao saldo de obrigações que cada cidadão de determinado país tem em relação ao seu sustento e à preservação do meio ambiente, é apurado por *accountant equivalency* ou “por diferença” por meio da equação fundamental da contabilidade.

A contabilização dos eventos, de acordo com o modelo proposto, permite a apuração de três resultados possíveis, a saber:

- **Patrimônio líquido ambiental “positivo”:** quando a situação econômica de cada cidadão de determinado país é “superavitária”, ou seja, gera uma renda mais do que suficiente para honrar seus compromissos com a preservação do meio ambiente, e ainda sobram créditos de carbono excedentes.
- **Patrimônio líquido ambiental “nulo”:** quando a situação econômica de cada cidadão de determinado país é “nula”, ou seja, gera uma renda suficiente para honrar seus compromissos com a preservação do meio ambiente.
- **Patrimônio líquido ambiental “negativo”:** quando a situação econômica de cada cidadão de determinado país é “deficitária”, ou seja, gera uma renda insuficiente para honrar seus compromissos com a preservação do meio ambiente, necessitando reduzir as emissões ou negociar créditos de carbono de outras nações.

A interpretação desses resultados possíveis pode ser focada no (1) balanço patrimonial individual de determinado país, ou no (2) balanço patrimonial consolidado como um todo. Independentemente da situação econômica em que cada país se encontre neste início de século, e sem considerar a análise qualitativa e social desta situação, pressupõe-se que cada cidadão irá continuar a consumir inercialmente o montante de seu ativo e o saldo superavitário (ou deficitário), apurado neste trabalho, somente será percebido no balanço consolidado do planeta.

Em uma situação individual de patrimônio líquido negativo (deficitário), o cidadão não consciente estará consumindo recursos de outros cidadãos de determinados países. Em uma situação de patrimônio positivo (superavitário), o cidadão tem que estar consciente para manter o seu nível de contribuição para com a sociedade e ao meio ambiente.

No balanço patrimonial consolidado, para o planeta como um todo, uma situação de patrimônio líquido positivo demonstra que a situação está sob controle, necessitando apenas coordenar as ações políticas e econômicas entre as nações superavitárias e deficitárias. Em uma situação deficitária, de patrimônio líquido negativo ou “passivo a descoberto”, indica uma situação crítica e falimentar e a necessidade de fortes mudanças nos processos decisórios das nações.

Para a preparação do fechamento contábil das contas, as informações constantes da tabela 9 e apresentada na figura 4 (Resumo dos principais cenários de emissões e capturas de carbono) serão convertidas em unidades per capita em função do número de habitantes de cada país e para cada um dos cenários escolhidos. O resultado é retratado no quadro a seguir.

Tabela 10: Simulações de Cenários 2020 e 2050 em US\$Mil per capita

PAÍS	População (mil)	Em US\$-Mil per capita					
		(1) CD-BT	(2) SD-AT	(3) CD-BT	(4) SD-AT	2020	2050
		Pior 2020	Melhor 2020	Pior 2050	Melhor 2050	provável	provável
Alemanha	82.599	(2,5)	(1,7)	(7,8)	(1,1)	(2,1)	(4,5)
Brasil	191.791	0,9	1,6	0,5	5,2	1,2	2,8
China	1.328.630	(1,1)	(0,7)	(4,0)	(0,9)	(0,9)	(2,5)
EUA	305.826	(4,4)	(2,9)	(15,2)	(2,6)	(3,6)	(8,9)
Índia	1.169.016	(0,2)	(0,1)	(0,8)	(0,1)	(0,2)	(0,4)
Japão	127.967	(2,4)	(1,6)	(7,5)	(1,6)	(2,0)	(4,6)
Rússia	142.499	(0,1)	1,5	(6,6)	8,8	0,7	1,1
Total	3.348.328	(1,0)	(0,5)	(4,0)	(0,0)	(0,8)	(2,0)
Mundo	6.602.224	(0,8)	(0,4)	(4,5)	(0,1)	(0,6)	(2,3)

Legenda: CD-BT = com desmatamento e baixa tecnologia SD-AT = sem desmatamento e alta tecnologia

Figura 15 – Simulações das emissões nos cenários 2020 e 2050 em US\$-Mil per capita

Finalmente, para o fechamento dos balanços patrimoniais, serão utilizadas as informações da figura 10 (PIB ppp per capita equivalente de energia TEP) e da figura 11 (Simulações das emissões nos cenários 2020 e 2050 em Mil-US\$ per capita), respectivamente para avaliação monetária dos ativos e patrimônio líquido. O passivo é obtido por *accountant equivalency*, segundo o método *Inquired Balance Sheet*.

Para exemplificar o processo de contabilização, demonstra-se a seguir o fechamento dos balanços do Brasil e do Mundo no cenário 2050 (provável).

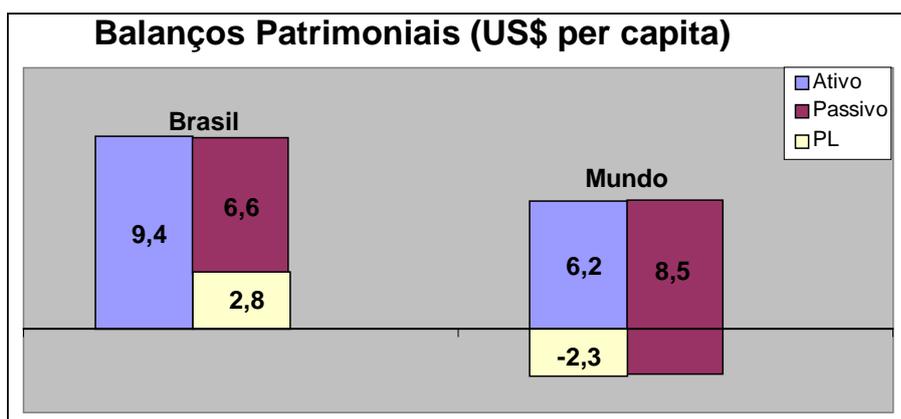


Figura 16 – Balanços Patrimoniais – Brasil e Mundo – Cenário provável 2050

O Brasil apresenta um patrimônio líquido superavitário (US\$2.800), pois o total do ativo individual de cada brasileiro (US\$9.400) é superior ao montante de seu passivo (US\$6.600). Isso demonstra que, no cenário previsto para 2050 (provável), possui hoje um patrimônio suficiente para arcar com seus compromissos individuais e, ainda, contribuir positivamente para o meio ambiente da Terra com cotas excedentes de carbono. Essas cotas, se convertidas pelo preço sugerido pelo IPCC, corresponde a 62,2 tonC per capita ou em torno

de 11,9 bilhões de TonC para todo o país, e poderia ser utilizada para compensar as necessidades de outros países por meio dos créditos de carbono. **E, se considerar que em uma única árvore contém em torno de 7 Ton de carbono sequestrado, cada brasileiro corresponderia a um saldo excedente de 9 árvores ou um total de 1.7 bilhões de árvores para esta nação.**

Por outro lado, o balanço para o Mundo apresenta uma situação deficitária (US\$ 2.300 per capita), com “passivo a descoberto” ou patrimônio líquido negativo, e, mesmo havendo países com saldos positivos, como o Brasil, a situação global prevalece sobre a individual de cada país, denotando uma situação falimentar.

4. Resultados obtidos

Os dois quadros abaixo apresentam os balanços das nações obtidos pelas tabelas elaboradas e disponíveis em anexo, demonstrando três simulações (pior, melhor e provável) para cada um dos cenários 2020 e 2050 deste trabalho. São 6 das 10 simulações possíveis, as quais se considerou neste trabalho as mais representativas. É importante salientar que os “piores cenários” são aqueles em que desmatamento e tecnologia de captura de carbono seguem tendência atual, considerando taxas de desmatamento anual fixa e igual à observada em 2005, enquanto que nos “melhores cenários” são considerados desmatamento zero e tecnologia de captura com taxas de eficiência crescentes ano a ano, estimada pelo próprio relatório do IPCC (METZ *et al.*, 2005).

Tabela 11: Balanços Patrimoniais das Nações (US\$ per capita) - Cenários 2020

PAÍS	Pior			Melhor			Provável		
	Ativo	Passivo	PL	Ativo	Passivo	PL	Ativo	Passivo	PL
Alemanha	8,4	10,9	(2,5)	8,4	10,1	(1,7)	8,4	10,5	(2,1)
Brasil	9,4	8,5	0,9	9,4	7,8	1,6	9,4	8,2	1,2
China	8,9	10,0	(1,1)	8,9	9,6	(0,7)	8,9	9,8	(0,9)
EUA	5,5	9,9	(4,4)	5,5	8,4	(2,9)	5,5	9,1	(3,6)
Índia	9,0	9,2	(0,2)	9,0	9,1	(0,1)	9,0	9,2	(0,2)
Japão	8,6	11,0	(2,4)	8,6	10,2	(1,6)	8,6	10,6	(2,0)
Rússia	4,6	4,7	(0,1)	4,6	3,1	1,5	4,6	3,9	0,7
Total	6,9	7,9	(1,0)	6,9	7,4	(0,5)	6,9	7,7	(0,8)
Mundo	6,2	7,0	(0,8)	6,2	6,6	(0,4)	6,2	6,8	(0,6)

Figura 17 – Balanços das Nações – Cenários 2020

Tabela 12: Balanços Patrimoniais das Nações (US\$ per capita) - Cenários 2050

PAÍS	Pior			Melhor			Provável		
	Ativo	Passivo	PL	Ativo	Passivo	PL	Ativo	Passivo	PL
Alemanha	8,4	16,2	(7,8)	8,4	9,5	(1,1)	8,4	12,9	(4,5)
Brasil	9,4	8,9	0,5	9,4	4,2	5,2	9,4	6,6	2,8
China	8,9	12,9	(4,0)	8,9	9,8	(0,9)	8,9	11,4	(2,5)
EUA	5,5	20,7	(15,2)	5,5	8,1	(2,6)	5,5	14,4	(8,9)
Índia	9,0	9,8	(0,8)	9,0	9,1	(0,1)	9,0	9,4	(0,4)
Japão	8,6	16,1	(7,5)	8,6	10,2	(1,6)	8,6	13,2	(4,6)
Rússia	4,6	11,2	(6,6)	4,6	(4,2)	8,8	4,6	3,5	1,1
Total	6,9	10,9	(4,0)	6,9	6,9	(0,0)	6,9	8,9	(2,0)
Mundo	6,2	10,7	(4,5)	6,2	6,3	(0,1)	6,2	8,5	(2,3)

Figura 18 – Balanços das Nações – Cenários 2050

Das simulações apresentadas nos quadros anteriores, ilustram-se a seguir dois gráficos com os cenários “prováveis” de 2020 e 2050, considerados aqui como a média aritmética entre os piores e melhores cenários.

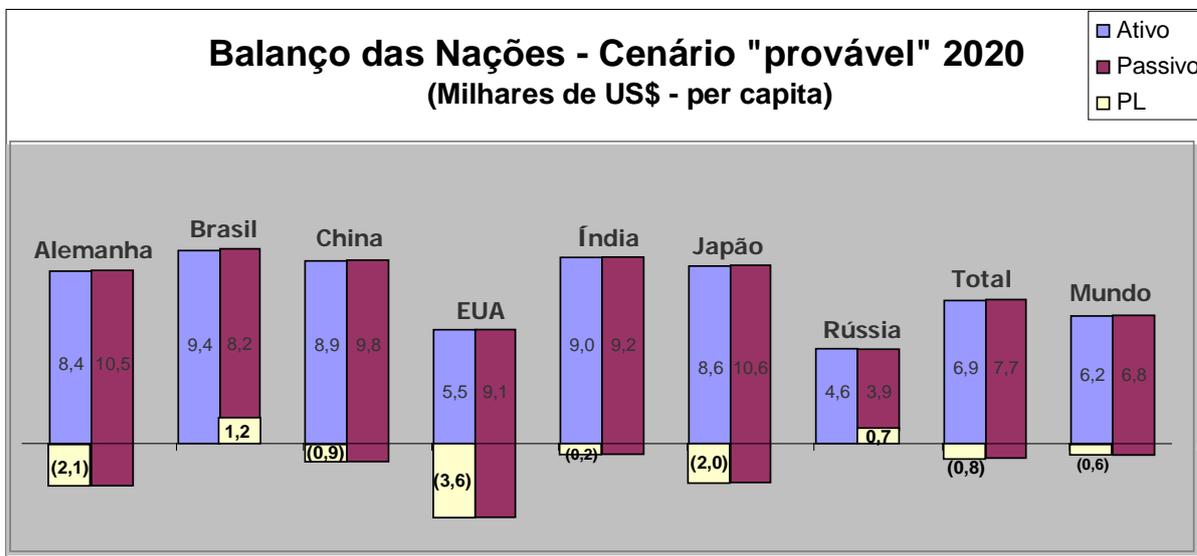


Figura 19 – Balanços das Nações – Cenário “Provável” 2020

No cenário “provável” 2020, apenas Brasil e Rússia apresentam patrimônios líquidos “positivos”, enquanto que os demais países encontram-se em situação deficitária quanto às suas contas de emissões de carbono. Note-se que a situação do Mundo é negativa, significando que a situação é crítica nesse cenário e o saldo per capita (US\$600) representa um valor deficitário em torno de 4 trilhões de dólares.

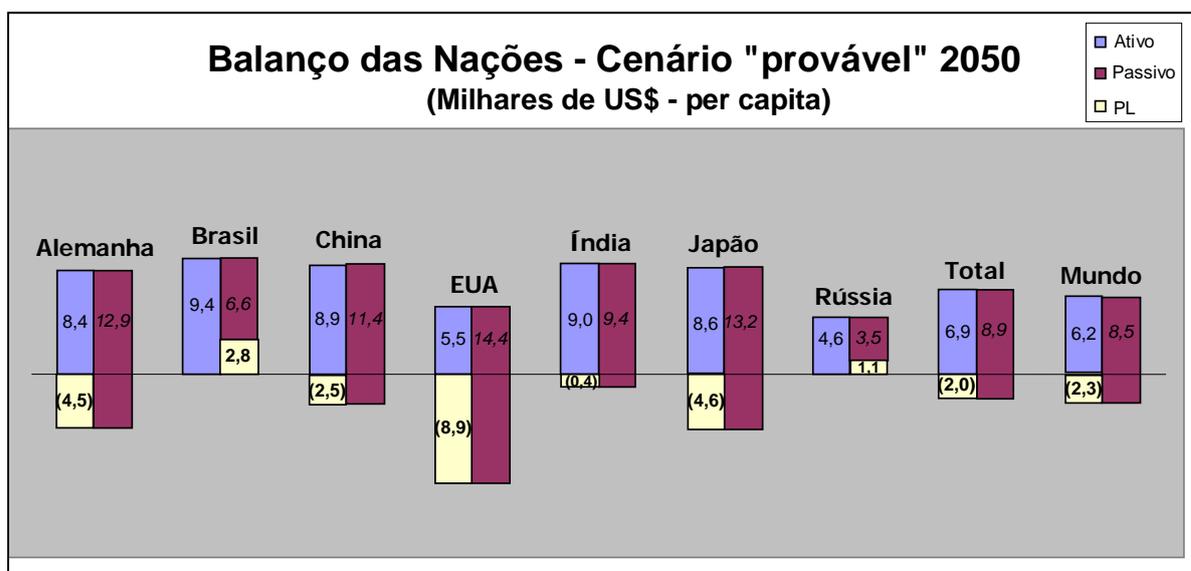


Figura 20 – Balanços das Nações – Cenário “Provável” 2050 (per capita)

No cenário “provável” 2050, Brasil e Rússia confirmam a situação favorável com saldos excedentes de carbono, e evidenciam a importância de suas florestas no cenário global. O déficit mundial eleva-se para 15,3 trilhões de dólares.

A figura seguinte compara a evolução entre os dois cenários (2020 e 2050). Nota-se, nessas três décadas, que a situação mundial piora (298%), de um lado Brasil e Rússia sustentam a situação favorável, enquanto que do outro China e EUA despontam com os maiores emissores de carbono e de patrimônio líquido ambiental negativo (PLA).

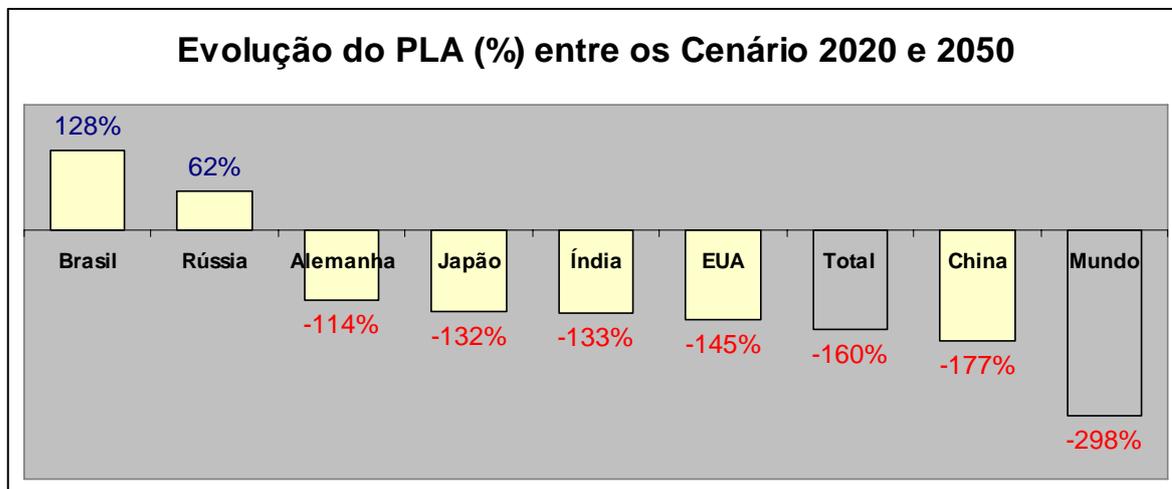


Figura 21 – Evolução do PLA entre os cenários 2020 e 2050 (%)

O gráfico seguinte demonstra o cenário “provável” 2050, mas convertidos para valores totais de cada país, pelo número de habitantes, e se visualiza a conta total de cada país ou planeta consolidado. Observe.

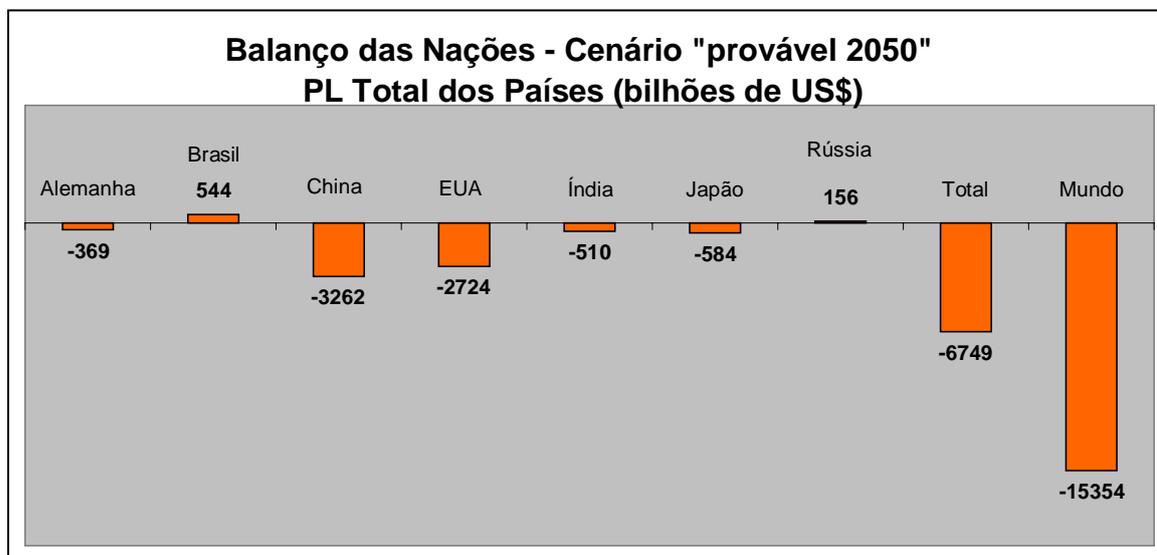


Figura 22 – Balanços das Nações – Cenário “Provável” 2050 (Valores Totais)

Assim, o quadro apresentado na figura anterior, apresenta o valor total da “conta” devida pelas nações em virtude dos cenários de mudanças climáticas. Apenas o Brasil (US\$ 544 bilhões) e Rússia (US\$ 156 bilhões) apresentam patrimônio líquido ambiental (PLA) positivos; esses dois “monster country” equivalem a 2,22 trilhões de árvores prontas. Infelizmente, o saldo total da conta, ou o Balanço Consolidado do mundo é deficitário (US\$ 15,3 trilhões) e equivale a 48,7 trilhões de árvores.

Fica evidente, diante da magnitude desses números, que as soluções para a situação emergente do Mundo requer a ação de todas as nações; as situações privilegiadas do Brasil e Rússia são insuficientes, pois representam menos de 5% do déficit global. Requer, portanto, a ação das nações mais desenvolvidas. Queremos crer que seja por isso que os EUA se recusaram a assinar o protocolo de Kyoto, que já sabiam que somente esse protocolo é insuficiente, e que a sua responsabilidade diante do quadro global é inexorável.

Por outro lado, com um pouco de otimismo, esse relatório contábil mostra que é possível encontrar alternativas para quitar esta conta, observe que a dívida total representa menos de um quarto do PIB do Planeta, demonstrado no gráfico seguinte em porcentagem.

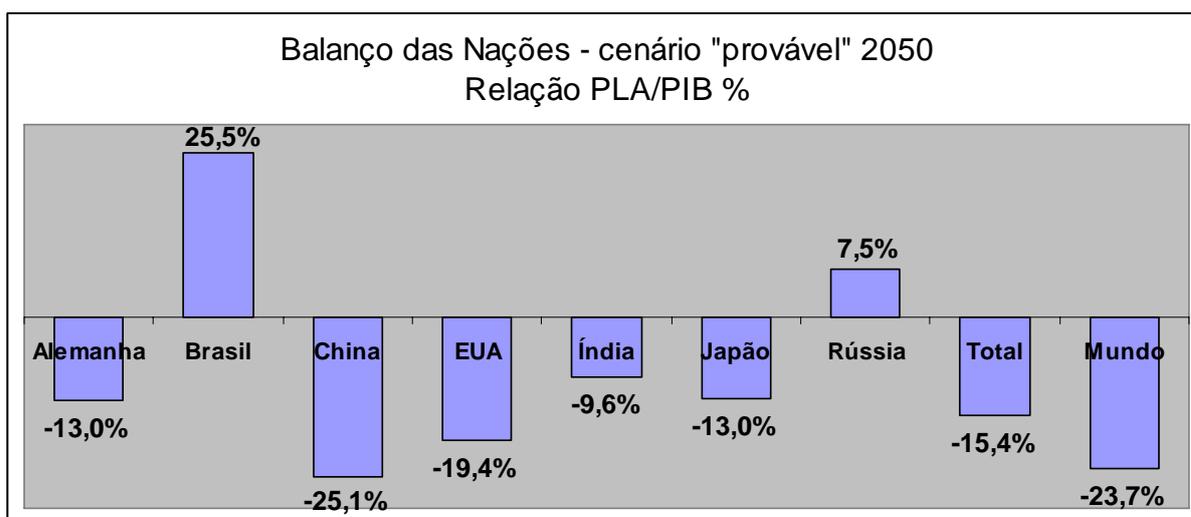


Figura 23 – Balanços das Nações – PLA de cada país em relação ao seu PIB

O déficit planetário representa 23.7% do PIB Mundial. Os EUA podem contribuir com 19.4% de seu PIB. A conta da China de 25.1% é assustadora em virtude de sua população (eles não podem adquirir o hábito de comer carnes bovina). O Japão e Alemanha se equivalem com 13% de seus respectivos PIB, não são países de dimensões continentais, mas têm papeis importantes no cenário internacional, pois podem contribuir com ciência e tecnologia. A Índia também tem uma conta elevada de 9.6% de seu PIB, mas é uma situação adversa, pois, ao contrário das nações desenvolvidas, precisa elevar a sua renda e ultrapassar o consumo médio de energia acima de uma TEP. Obviamente, todas essas ações têm que ser coordenadas de forma harmônica. E este é o grande desafio.

Não se trata de meras simulações de débitos/créditos, ou de aportes financeiros, mas de um grande teatro da vida real, em que os atores terão que fazer a diferença, terão que utilizar os conhecimentos acumulados nas ciências e tecnologias, ao longo da história da humanidade, no âmbito físico, social, econômico e político, e tendo como premissa a responsabilidade social ou *accountability*, baseada em valores éticos e morais. É um plano que envolve toda a coletividade e exige a cooperação conjunta, não é um jogo de soma zero, ou todos ganham, ou todos perdem.

O primeiro ponto a se considerar é que tanto a quantidade acumulada de emissões quanto a capacidade de captura variam em função do tempo. Isso demonstra que as opções de cada nação e o esforço global terão tanto mais resultados favoráveis quanto antes forem adotadas medidas de mitigação de emissões. Nossos resultados demonstram claramente que o estoque de carbono contido nas florestas, bem como a capacidade de captura de carbono por

elas, é fundamental, sendo o desmatamento fator crucial no balanço das nações, resultado que se harmoniza com as assertivas do relatório Stern. Pelo relatório, dentre todas as alternativas de rearranjo das nações para mitigar o aquecimento global, coibir o desmatamento é a mais “*highly cost-effective*”. O relatório Stern Review (STERN, 2006) ressalta que 18% de todo o carbono lançado na atmosfera provém das queimadas de desmatamentos florestais, sendo a única fonte de carbono não estrutural – como são as atividades de geração de energia (24%), industriais (14%), transporte (14%) e agricultura (14%) – e que, portanto, a redução não dependeria de grandes investimentos tecnológicos nem provocariam impacto econômico na produção e demanda por bens e serviços, ainda mais por serem os usos tradicionais das terras desmatadas, geralmente extensivos e improdutivos. O custo de oportunidade de se manter as florestas em pé, calculadas para os oito países responsáveis conjuntamente por mais de 70% das queimadas, encabeçados pelo Brasil, é de US\$ 10 bilhões anuais, ou seja, 1 terço dos US\$ 30 bilhões de crédito de carbono já negociados na Bolsa do Clima de Chicago (CCX).

Outra contribuição deste trabalho diz respeito às possibilidades de complementar medições ambientalmente sensíveis como o “PIB verde” (*green GDP*). O PIB verde tem tentado oferecer o que o PIB convencional faz de melhor: um *bottom line* pelo qual é possível avaliar o quanto os mercados consumidores afetam bens públicos, permitindo comparabilidade entre períodos para uma mesma nação e entre nações em quaisquer períodos. Nesse sentido, o *green GDP* contabiliza todos os bens e serviço públicos, em valores não monetários, como quantidade de água potável ou tamanho das áreas verdes em uma cidade, que numa série histórica servem para avaliação de aumento ou diminuição de bem-estar, se aquele bem tem se tornado escasso com o passar dos anos, e em relação aos outros países (BOYD, 2007). O autor deixa claro as dificuldades em se converter esses valores em moeda corrente, mas oferece a solução ao definir serviços ambientais como “...are the aspects of the nature that society uses, consumes, or enjoys to experience those benefits... that are valued by people (BOYD, 2007;719).

A valoração pelas pessoas não é fácil de se obter, justamente porque são bens livres, não precificados e nem de consumo excludente. Entretanto, como definido por Boyd, pode-se neste trabalho considerar o Balanço em termos de “custo monetário de abatimento evitado” como o reflexo do esforço das nações no oferecimento do serviço ambiental elementar dado pela manutenção da qualidade do ar, em termos de MtonC evitado, tentando administrar os níveis médios de 430 ppm de CO₂, nível medido em 2005 (HOWWELING *et al.*, 2008). É claro que esses benefícios se reverberam para além do bem-estar de se respirar ar pouco poluído, como conforto térmico, menor exposição a catástrofes climáticas, mas são, no limite, todos amenizados pela mesma ação concreta dos “gastos com abatimento evitados”. Esse é o custo de oportunidade implícito neste trabalho.

Dessa maneira, o Balanço das Nações aqui proposto também poderia incrementar os *National Emission Inventories (NEI)* oferecendo valores monetários, procurando sanar o defeito da não comparabilidade de valores não-monetários com evidencia PETERS (2008), ao mesmo tempo em que escapa das ineficientes “contas satélites” como destacam MORILLA, DÍAZ-SALZAR & CARDENETE (2007). O patrimônio líquido ambiental (PLA), proposto neste trabalho, seria uma proposta de avaliação do PIB verde ou *Green GDP*.

E, com base no conjunto dessas informações, poder-se-ia reunir os cidadãos em uma assembléia geral extraordinária (AGE) global, composta de cidadãos representantes de todas as nações, e exercitar uma governança corporativa, mas desta vez tendo-se como estratégia a gestão do planeta, sendo cada cidadão ou país uma unidade de negócio, e os seus resultados estivessem fortemente correlacionados, e o futuro das próximas gerações dependesse das decisões a serem tomadas a partir de hoje.

5. Conclusões

A ciência contábil, portanto, evidencia a importância de seu papel no contexto das ciências da Terra, a avaliação monetária amplia os horizontes e possibilidades para se discutir alternativas diante das questões de mudanças climáticas. O método de mensuração aqui sugerido permite a avaliação monetária como o custo de oportunidade de poupar carbono atmosférico das nações e pode complementar as informações dos relatórios NEI, no âmbito da UNFCCC, das “contas satélites”, dos GDP e suas contabilizações.

Países como o Brasil e Rússia desempenharão importante papel. Primeiro porque a preservação das florestas e savanas, como visto, constitui a melhor relação custo-benefício na reciclagem do carbono atmosférico global (STERN, 2006), além de preservar a biodiversidade. Depois, porque, sabendo aproveitar esse trunfo, poderão ser destinatário de volumosos investimentos estrangeiros via Mecanismos de Desenvolvimento Limpo (MDL) e compensação.

Independentemente das projeções tecnológicas de capturas e de carbono evitado, o desmatamento deverá ser a principal causa a ser combatida pelos países para equilibrar melhor seu patrimônio líquido ambiental, por uma dupla razão: desmatamento emite carbono no curto prazo, na ocasião do desmate, e reduz na mesma proporção o estoque de captura, nos médio e longo prazos. Em termos monetários, pode-se afirmar, portanto, aumento das despesas com carbono não evitado no curto prazo, e diminuição do patrimônio líquido ambiental nos médio e longo prazos. Por outro lado, compartilha-se do *Stern Review* (2006), onde o custo de oportunidade de conter o desmatamento é o menor dentre as alternativas estruturais, o que reafirma a manutenção das florestas como trunfo para sustentar o PLA.

Conclui-se, portanto, diante dos resultados obtidos e aqui demonstrados, que as questões apresentadas nos aspectos metodológicos desta pesquisa foram respondidas a contento. O objetivo foi atingido ao propor o modelo de contabilização e elaboração dos balanços contábeis das nações; com ativos avaliados pelo PIB “equivalente” per capita, o patrimônio líquido pelo saldo residual de carbono e o passivo como uma obrigação ambiental global. O conceito de passivo ambiental teve uma abordagem ampliada e sugeriu-se a terminologia “patrimônio líquido ambiental”, que engloba os efeitos não apenas dos aspectos sociais do passivo ambiental, mas os benefícios futuros do patrimônio natural e florestal. A hipótese inicial foi confirmada, como já se suspeitava inicialmente, com patrimônio líquido negativo ou “passivo a descoberto” global; como em um relatório empresarial, é uma situação econômica deficitária com possibilidade falimentar no futuro, mas que pode ser evitada se medidas corretivas forem tomadas a partir de agora, medidas de contenção de consumos não conscientes e de redução de emissões, visando a resiliência. Os EUA lideram o ranking de patrimônio líquido ambiental negativo, com um passivo a descoberto de US\$8.900 per capita ou total para o país em torno de 2,72 trilhões de dólares, aproximadamente 19% do déficit planetário, donde se infere a sua importância no contexto de ações conjuntas e globais. Em relação ao saldo per capita mundial (que é deficitário), se fosse socializado, caberia a cada um dos 6,6 bilhões de habitantes atuais um passivo ambiental em torno de US\$2.300 anuais, a ser deduzido de sua renda ou negociado com as compensações de créditos de carbono, e ainda sujeito a uma coordenação global entre países desenvolvidos e de baixa renda, principalmente àqueles com PIB per capita inferior a essa dívida. Dívida esta que já foi contabilizada e com prazo de vencimento vigente, ou para 2020 ou para 2050, e com risco eminente de alguma cobrança extra-judicial a qualquer tempo, pela própria natureza. Apesar do cenário pessimista, o balanço das nações demonstrou que o déficit global do Planeta representa 23.7% do PIB Mundial, portanto há espaço para ações corretivas. Esse é o significado deste relatório contábil de dimensões globais, é uma prestação de contas à Humanidade, sujeita à consciência

de cada cidadão planetário e de seus valores éticos ou morais. É um jogo onde a soma não é zero, ou todos ganham, ou todos perdem. Requer ações economicamente viáveis, socialmente justas, ambientalmente corretas e respeito às culturas e crenças locais.

A justificativa da pesquisa, igualmente, foi constatada não apenas pela relevância das questões de mudanças climáticas, intensamente estudadas e discutidas em âmbito mundial na atualidade, mas principalmente, na opinião destes autores, a oportunidade das interações multidisciplinares que foram necessárias para a compilação do modelo proposto. É a ciência contábil contribuindo com as ciências naturais e integrando-se às Ciências da Terra, uma proposta curricular para a contabilidade ambiental ou, na preferência destes autores, contabilidade sócio-ambiental.

Os aspectos limitativos ou mencionados no trabalho, incentivarão novos estudos, como (1) a ampliação da amostra dos países, como a inclusão de países do Continente Africano e da Austrália; (2) acréscimos de novas variáveis no modelo de contabilização e uso de modelagem financeira para valoração; (3) exercícios de simulações e análises de sensibilidades diante de diversos cenários, ou mesmo atualização constante de acordo com o avanço dos relatórios do IPCC, sugere-se um acompanhamento periódico; (4) realização de reuniões com cidadãos especialistas de diversas áreas em assembleias gerais ordinárias, simuladas para discutir novas ações a serem tomadas; (5) proposição desse modelo para avaliação do *Green GPD*; (6) estudo de uma proposta de seguro ambiental global com base no Balanço das Nações; etc. e que possam aumentar a interação multidisciplinar entre as diversas áreas do conhecimento humano, ou, como proclama a ONU, os conhecimentos acumulados das “Ciências da Terra” a serviço da sociedade.

6. Referências Bibliográficas

- ALLEY, R.B. Ice-core evidence of abrupt climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 97:1331-1334, 2000
- BOYD, N. Nonmarket benefits of nature: what should be counted in green GDP. *Ecological Economics* 61:716-729, 2007
- BRUNDTLAND, Gro Harlem. Nosso Futuro Comum. Editorta da FGV, 1987. “*Our Common Future*”, Oxford: Oxford University Press, 1987.
- CARVALHO, L.N. Contabilidade e Ecologia: uma exigência que se impõe. *Revista Brasileira de Contabilidade*, ano XX, n. 75, junho/1991, pp.20-25.
- CLEVELAND, J. C., “*Tools and methods for integrated analysis and assessment of sustainable development*” In: *Encyclopedia of Earth*. Eds. (Washington, D.C.: Environmental Information Coalition, National Council for Science and the Environment), February 2007.
- CROUNTER, D. *Social and Environmental Accounting* London: Financial Times Management, 2000
- CSD-Commission of Sustainable Development, “*Indicators of Sustainable development: framework and methodologies*”, 1996-ONU.
- EIGENRAAM, M., STRAPPAZZON, L., LANDSELL, N., BEVERLY, C. & STONEHAM, G. Designing frameworks to deliver unknown information to support market-based instruments. *Agricultural Economics* 37:261-269, 2007

- GOLDEMBERG, José. Energia e Meio Ambiente no Brasil. São Paulo: IEA/USP, 59:7-20, 2007.
- HEPBURN, C. Carbon trading: a review of the Kyoto mechanisms. *Annual Review of Environment and Resources* 32:375-393, 2007
- HOWWELING, S., van der WERF, G.R., GOLDEWIJK, K.K., ROCKMANN, T. & ABEN, I. Early anthropogenic CH₄ emissions and the variation of CH₄ and ¹³CH₄ over the last millennium. *Global Biogeochemical Cycles* 22:1-9, 2008
- Instituto de Pesquisas da Civilização Yoko (IPCY). *Como viver o século XXI*. Congresso Brasileiro da Civilização Yoko – USP – São Paulo: 2006.
- Instituto de Pesquisas da Civilização Yoko (IPCY). *Vida e meio ambiente*. Congresso Latino Americano da Civilização Yoko – Hakka – São Paulo: 2007.
- KAHN, Herman & A.J.HIENER. *O ano 2000*. São Paulo: 1968.
- KASSAI, J. R. *Balanço perguntado: uma técnica para elaborar relatórios contábeis de pequenas empresas*. Anais do XXI Congresso Brasileiro de Custos, Porto Seguro/BA, 25 a 30 de julho de 2004.
- LANGE, G-M. Environmental Accounting: introducing the SEEA-2003. *Ecological Economics* 61(4):589-591, 2007 Special Issue Environmental Accounting
- LASH, J. & WELLINGTON, F. Competitive advantage on a warming planet. *Harvard Business Review*: 85(3):94-96, 2008
- MARKOVITCH, Jacques. *Para mudar o futuro: mudanças climáticas, políticas públicas e estratégias empresariais*. São Paulo, Edusp, 2006.
- MEADOWS, D. H., RANDERS, J., BEHRENS W., “*The Limits to Growth*”, a Report to The Club of Rome (1972).
- Ministério de Minas e Energia do Governo Federal - Empresa de Pesquisa Energética (EPE) - Balanço Energético Nacional (2006)
- MORILLA, C.R., DÍAZ-SALAZAR, G.L. & CARDENETE, M.A. Economic and environmental efficiency using a social accounting matrix. *Ecological Economics* 60:774-786, 2007.
- NAKAGAWA, Masayuki. *Gestão estratégica de custos*. São Paulo: Atlas, 1991.
- NAKAGAWA, Masayuki. *No Iraque a busca da essência em contabilidade (região da Mesopotâmia)*. FEA/USP, 2003.
- ORTEGA, Daniel. *O Mundo como Sistema*. Unicamp, 2008.
- OSBORN, T.J. & BRIFFA, K.R. The spatial extend of 20th-century warmth in the context of the past 1200 years. *Science* 311:841-844, 2006
- OSTERBERG, E., MAYEWSKI, P., KREVTZ, K., FISHER, D., HANDLEY, M., SNEED, S., ZDANOWICS, C. ZHENG, J., DEMUTH, M., WASKIEWICS, M. & BURGEONIS, S. Ice core record of rising lead pollution in the north Pacific atmosphere. *Geophysical Research Letters* 35(5):1-11,2008
- PETERS, G.P. From production-based to consumption-based national emission inventories. *Ecological Economics* 65:13-23, 2008

- RAMANATHAN, U. & CARMICHAEL, G. Reducing uncertainty about carbon dioxide as a climate driver. *Nature* 419:188-190, 2008
- SACHS, Ignacy. A revolução energética do século XXI. São Paulo: IEA/USP 21 (59), 2007.
- SCHEDLER, ANDREAS. “Conceptualizing Accountability”, Andreas Schedler, Larry Diamond, Marc F. Plattner: *The Self-Restraining State: Power and Accountability in New Democracies*. London: Lynne Rienner Publishers, pp. 13-28, 1999.
- UNDP. Relação IDH e consumo de energia em TEP, 1998.

Consultas à internet

- BP (2007) Statistical Review of World Energy 2007
<http://www.bp.com/marketingsection.do?categoryId=2&contentId=7013628>
- CCX (2008) Chicago Climate Exchange
- FAO (2007) State of the world’s forests 2007. Rome: Electronic Publishing Policy and Support Branch Communication Division
<http://www.fao.org/docrep/009/a0773e/a0773e00.htm>
- FEA/USP (2008) <http://www.fea.usp.br/mudarfuturo>
- <http://www.chicagoclimatex.com/content.jsf?id=821>
- http://www.hmtreasury.gov.uk/independent_reviews/stern_review_economics_climate_change/stern_review_report.cfm
- http://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srccs/srccs_wholereport.pdf
- IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, www.ibge.gov.br.
- IMF (2008) International Monetary Found.
<http://www.imf.org/external/pubs/ft/survey/so/2008/NEW041008A.htm>
- International Monetary Fund, World Economic Outlook Database, April 2008 - GDP PPP dos países - <http://www.imf.org/external/index.htm>
- METZ, B., DAVIDSON, O., CONINCK, H., LOSS, M. & MEYER, L. (eds.). (2005) Special report on carbon dioxide capture and storage. IPCC International Panel on Climate Change/Cambridge: Cambridge University Press
- NEAA (2007) Netherlands Environmental Assessment Agency “Global CO₂ Emission”
<http://www.mnp.nl/en/dossiers/Climatechange/moreinfo/Chinanowno1inCO2emissionsUSAinsecondposition.html>
- Site do Instituto de Pesquisas da Civilização Yoko - <http://www.sukyomahikarieurope.org>
- STERN, N. (2006) The economics of climate change: the Stern Review. Cambridge: Cambridge University Press
- UCS (2008) *Union of concerned Scientist* <http://www.acsusa.org>
- UN United Nations (2007) Human Development Report 2007/2008: Fighting climate change: human solidarity in a divided world
http://hdr.undp.org/en/media/hdr_20072008_en_chapter1.pdf

- UNSD (2007) United Nations Statistical Division, United Nations
<http://www.unstats.un.org/unsd/default.htm>
- WATSON, R.T., NOBLE, I.R., BOLIN, B., RAVIDRANATH, N.H., VERARDO, D.J. & DOKKEN, D.J. (eds.) (2000) Land-use, land-use change and forestry. Cambridge: IPCC International Panel on Climate Change/Cambridge University Press
http://www.ipcc.ch/ipccreports/sres/land_use/index.htm