



Encontro Internacional sobre Gestão  
Empresarial e Meio Ambiente

## **Modelo de Sistema de Gestão da Sustentabilidade para Organizações Operadoras de Reatores de Pesquisa.**

### **EDUARDO KIBRIT**

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN  
edkibrit@yahoo.com.br

### **AFONSO RODRIGUES DE AQUINO**

INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES  
araquino@ipen.br

## **1. INTRODUÇÃO**

O objetivo deste artigo é estudar dentro da literatura disponível, caminhos para o estabelecimento de um sistema de gestão da sustentabilidade para organizações operadoras de reatores de pesquisa.

Para isso, nas seções subsequentes, faremos uma introdução sobre os reatores de pesquisa, os sistemas de gestão aplicáveis às organizações operadoras desses reatores, a bibliografia aplicável, a metodologia usada, uma apresentação e análise dos resultados e, por fim, as conclusões e considerações finais sobre o estudo.

### **1.1. Reatores de Pesquisa<sup>1</sup>**

Reatores de pesquisa são reatores cuja aplicação principal é fornecer uma fonte de nêutrons para pesquisa, dentre várias outras aplicações. Eles caracterizam-se por não serem usados na geração de energia. Eles são pequenos em comparação com reatores de potência cuja função principal é produzir eletricidade. Classificações de potência de reatores de pesquisa são designadas em megawatts (térmicos ou elétricos) e sua saída pode variar de zero (montagem crítica) até 200 MW (térmicos), comparado com 3000 MW (térmicos) ou 1000 MW (elétricos) para um reator de potência grande típico.

Reatores de pesquisa também são mais simples do que os reatores de potência e operam a temperaturas mais baixas. Eles precisam de muito menos combustível, e muito menos acúmulo de produtos de fissão enquanto o combustível é usado. Por outro lado, requerem urânio com um enriquecimento muito maior, geralmente até 20% de U-235, comparado aos reatores nucleares (3-5%). Alguns reatores de pesquisa não convertidos ainda usam combustível de urânio altamente enriquecido (HEU) contendo um nível de 93% de U-235.

Reatores de pesquisa também têm uma densidade de potência muito alta no núcleo, que exige recursos de projeto especiais. Como os reatores de potência, o núcleo requer refrigeração, e geralmente um moderador é necessário para retardar os nêutrons e aumentar a fissão. Muitos reatores de pesquisa usam um refletor para reduzir a perda de nêutrons do núcleo e sustentar a reação em cadeia.

Reatores de pesquisa oferecem uma gama variada de aplicações, tais como pesquisa de nêutrons para estudos de material e exames não destrutivos, análise por ativação neutrônica para medir quantidades de um elemento, produção de radioisótopos para uso médico e industrial, irradiação de nêutrons para testes em materiais de reatores de fissão e fusão, dopagem por transmutação neutrônica de silício, coloração de pedras preciosas, etc. Outra grande contribuição dos reatores de pesquisa é seu uso em educação e treinamento para operadores, pessoal operacional e de manutenção de instalações nucleares, pessoal de proteção radiológica, pessoal regulamentar, estudantes e pesquisadores, em todas as áreas de tecnologia nuclear.

Há uma gama muito mais ampla de projetos para reatores de pesquisa em uso do que para reatores de potência, e eles também têm diferentes modos de operação, que pode ser constante ou pulsante.

Um tipo de projeto comum é o reator do tipo piscina, onde o núcleo é o conjunto do elemento combustível situado dentro de uma grande piscina de água. Entre os elementos combustíveis encontram-se barras de controle e espaços vazios (canais) para experimentos. Em um tipo de projeto particular, o Reator de Testes de Material, um elemento combustível compreende várias placas curvas de combustível folheadas a alumínio em uma caixa vertical. A água modera e resfria o reator, enquanto o grafite ou berílio é normalmente usado como refletor,

---

<sup>1</sup> Texto dessa seção adaptado de IAEA (2010).

embora outros materiais possam ser empregados. Tubos de feixe circulares ou elipsoidais penetram a blindagem do reator, o vaso do reator e a piscina para acessar os feixes de nêutrons e raios gama do núcleo, para usos experimentais na sala do reator.

O reator tipo TRIGA é outro tipo de projeto comum de reator. Este tipo de reator é muito versátil: ele pode operar em estado constante ou pulsar com segurança para níveis de potência muito alta, por exemplo, 25000 MW (térmicos), durante algumas frações de segundo. Outros tipos de núcleo são arrefecidos e moderados com água pesada. Outros tipos de reatores de pesquisa menos comuns são reatores rápidos que não exigem nenhum moderador e usam uma mistura de urânio e plutônio como combustível.

Reatores homogêneos têm um núcleo que atua como um tanque, contendo uma solução líquida de sais de urânio, ou seja, seu combustível é líquido.

## **1.2. Sistemas de Gestão**

De acordo com as normas NBR ISO 9000:2015 (ABNT, 2015a) e IAEA GS-R-3:2006 (IAEA, 2006), sistema de gestão é um conjunto de elementos inter-relacionados ou interativos de uma organização para estabelecer políticas, objetivos e processos para alcançar esses objetivos de maneira eficiente e eficaz.

A norma NBR ISO 9000:2015 (ABNT, 2015a) relata que um sistema de gestão pode abordar uma única disciplina ou várias disciplinas, por exemplo, gestão da qualidade, gestão financeira ou gestão ambiental. Os elementos do sistema de gestão estabelecem a estrutura, papéis e responsabilidades, planejamento, operação, políticas, práticas, regras, crenças, objetivos da organização e processos para alcançar esses objetivos. O escopo de um sistema de gestão pode incluir a totalidade da organização, funções específicas e identificadas na organização, seções específicas e identificadas na organização, ou uma ou mais funções executadas por mais de uma organização.

A norma IAEA GS-R-3:2006 (IAEA, 2006) descreve que o sistema de gestão integra todos os elementos de uma organização em um sistema coerente, para permitir que todos os objetivos da organização sejam atingidos. Estes elementos incluem a estrutura, os recursos e os processos. O pessoal, os equipamentos e a cultura organizacional, bem como as políticas documentadas e os processos fazem parte do sistema de gestão. Os processos da organização devem tratar da totalidade dos requisitos submetidos à organização, como aqueles estabelecidos, por exemplo, nas normas de segurança da IAEA e em outros códigos e normas internacionais.

No capítulo 2 a seguir descrevemos com mais detalhes as normas aplicáveis aos sistemas de gestão.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. NBR ISO 9001:2015 – Sistemas de gestão da qualidade - Requisitos (ABNT, 2015b).**

A norma NBR ISO 9001:2015 (ABNT, 2015b) especifica requisitos para um sistema de gestão da qualidade (FIG. 1) quando uma organização necessita demonstrar sua capacidade para prover consistentemente produtos e serviços que atendam aos requisitos do cliente e aos requisitos estatutários e regulamentares aplicáveis, e visa elevar a satisfação do cliente por meio da aplicação eficaz do sistema, incluindo processos para melhoria do sistema e para a garantia da conformidade com os requisitos do cliente e com os requisitos estatutários e regulamentares aplicáveis.

A norma NBR ISO 9001:2015 (ABNT, 2015b) emprega a estrutura desenvolvida pela *International Organization for Standardization (ISO)*, para melhorar o alinhamento entre as normas para sistemas de gestão desta entidade. Esta norma habilita uma organização a usar a abordagem de processo, combinada com o ciclo PDCA (*Plan-Do-Check-Act*) e a mentalidade

## Modelo de Sistema de Gestão da Sustentabilidade para Organizações Operadoras de Reatores de Pesquisa

de risco, para alinhar ou integrar seu sistema de gestão da qualidade com os requisitos de outras normas de sistemas de gestão.

A abordagem de processo habilita uma organização a planejar seus processos e suas interações. O ciclo PDCA habilita uma organização a assegurar que seus processos tenham recursos adequados e sejam gerenciados adequadamente, e que as oportunidades para melhoria sejam identificadas e as ações sejam tomadas.

A mentalidade de risco habilita uma organização a determinar os fatores que poderiam causar desvios nos seus processos e no seu sistema de gestão da qualidade em relação aos resultados planejados, a colocar em prática controles preventivos para minimizar efeitos negativos e a maximizar o aproveitamento das oportunidades que surgem.

Uma organização que implemente um sistema de gestão da qualidade, conforme a norma NBR ISO 9001:2015 (ABNT, 2015b) terá os seguintes benefícios:

- a) Ter capacidade de prover consistentemente produtos e serviços que atendam aos requisitos do cliente e aos requisitos estatutários e regulamentares aplicáveis;
- b) Facilitar oportunidades para elevar a satisfação do cliente;
- c) Abordar riscos e oportunidades com o seu contexto e objetivos;
- d) Ter a capacidade de demonstrar conformidade com requisitos especificados de sistemas de gestão da qualidade.

A norma NBR ISO 9001:2015 (ABNT, 2015b) não inclui requisitos específicos para outros sistemas de gestão, como aqueles para gestão ambiental, gestão da saúde ocupacional e segurança ou gestão financeira, mas sua estrutura permite a integração com outras normas de sistema de gestão da *International Organization for Standardization (ISO)*.

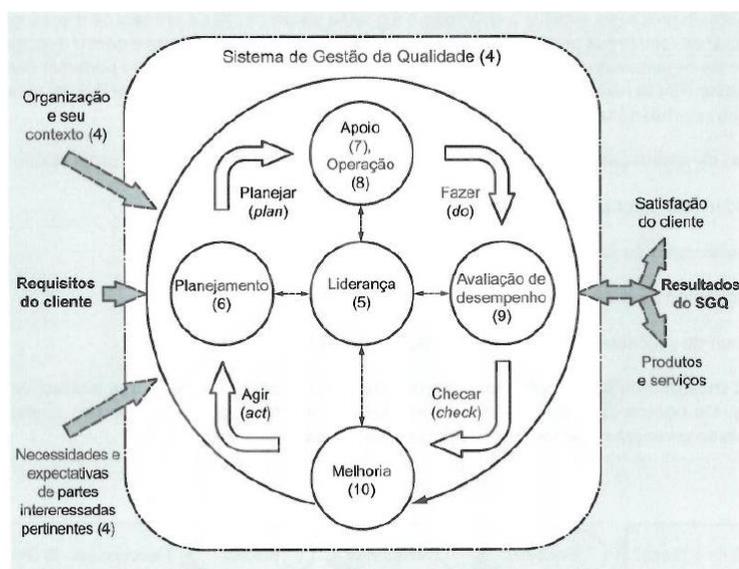


FIGURA 1 – Sistema de gestão da qualidade definido pela norma NBR ISO 9001:2015 (ABNT, 2015b).

### **2.2. PAS 99:2012 – Specification of common management system requirements as a framework for integration (BSI, 2012).**

De acordo com Banas Qualidade (2013) muitas organizações estão adotando estrategicamente a integração dos seus sistemas de gestão por verificarem a excelente oportunidade de redução de custos, evitando o desenvolvimento e manutenção de sistemas de documentação separados, ou de inúmeros programas, metas e ações que, muitas vezes, se superpõem e acarretam gastos desnecessários. Nos últimos anos, houve forte aumento no interesse pelo desenvolvimento de sistemas de gestão integrados, unindo num único sistema de gestão áreas como qualidade,

## Modelo de Sistema de Gestão da Sustentabilidade para Organizações Operadoras de Reatores de Pesquisa

meio ambiente e saúde ocupacional e segurança, os quais, tradicionalmente, possuíam um conjunto de sistemas de gestão e procedimentos em separado.

As similaridades nos princípios de gestão e abordagens para os vários aspectos dos negócios de uma organização proporcionam um escopo óbvio para aumentar a eficiência e eficácia transformando o que era um sistema isolado para cada área num único sistema para todas as áreas. Para a força de trabalho, essa abordagem oferece a vantagem de um único conjunto de documentação processual unindo aspectos da qualidade, meio ambiente e saúde ocupacional e segurança. Ao nível de gestão, isso possibilita a integração de processos de gestão como a definição de metas e revisão de sistemas, e para analisar de maneira mais eficaz a inter-relação entre as várias disciplinas onde, por exemplo, possa ter que se estabelecerem as vantagens e desvantagens entre os objetivos e as metas nas várias áreas.

Nesse contexto, a norma PAS 99:2012 (BSI, 2012) fornece um modelo simples para as organizações integrarem numa única estrutura todas as normas e especificações de sistemas de gestão que adotam. O seu principal objetivo é simplificar a implementação de múltiplos sistemas e sua respectiva avaliação de conformidade. Ela enfatiza que as organizações que a utilizarem deverão incluir como entrada do sistema integrado os requisitos específicos das normas que adotam, tais como, por exemplo, os requisitos específicos das normas para gestão da qualidade, gestão ambiental, gestão da segurança e saúde ocupacional, responsabilidade social, dentre outros.

A conformidade com a norma PAS 99:2012 (BSI, 2012) não garante em si a conformidade com essas outras normas de sistemas de gestão. Os requisitos específicos de cada norma ainda terão de ser cobertos e atendidos para que a certificação, caso desejada, seja obtida. A certificação com a norma PAS 99:2012 (BSI, 2012), por si só, não é apropriada. Ela foi elaborada, portanto, com o propósito de auxiliar as organizações a se beneficiarem com a consolidação dos requisitos comuns de todas as normas/especificações de sistemas de gestão e com a gestão eficaz desses requisitos.

A FIG. 2 mostra como os requisitos existentes em normas e especificações são comuns e podem ser praticamente acomodados num único sistema de gestão genérico. A redução de duplicações, por meio da união de dois ou mais sistemas dessa maneira, tem o potencial de diminuir significativamente o tamanho total do Sistema Integrado de Gestão e de melhorar a sua eficiência e eficácia.

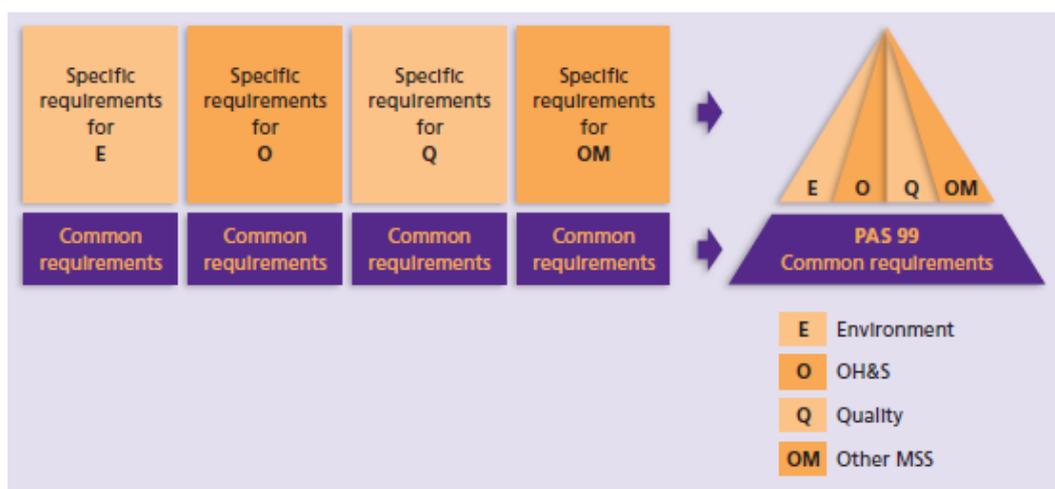


FIGURA 2 – Ilustração de como os requisitos comuns de várias normas de sistemas de gestão podem ser integrados em um sistema comum proposto pela norma PAS 99:2012 (BSI, 2012).

## Modelo de Sistema de Gestão da Sustentabilidade para Organizações Operadoras de Reatores de Pesquisa

A integração deve ser planejada e implementada de maneira estruturada. A integração deve ser feita tão somente em benefício da organização. Assim sendo, o primeiro passo deve ser a identificação das necessidades do negócio.

Banas Qualidade (2013) revela quais os benefícios de um Sistema de Gestão Integrado:

- Estratégicos: todos os sistemas serão vistos como um sistema de gestão único, contribuindo para a melhoria contínua dos resultados da organização. Os planos e os objetivos estarão ligados ao todo como um plano de negócios.
- Organizacionais: todos os funcionários contribuem com a missão de uma organização única, como uma equipe.
- Redução de Custos: evita o desperdício e a duplicidade de informações sobre o sistema e auditorias, documentação, arquivos mantidos, e ações corretivo-preventivas.
- Operacionais: a gestão integrada ajudará a assegurar que todas as consequências de qualquer ação serão levadas em consideração. Por exemplo, a mudança do design de um produto poderá não apenas afetar sua qualidade, mas também a segurança do usuário e o meio ambiente durante sua utilização.
- Logístico: adotar um sistema de gestão a mais será mais fácil e com um custo menor. Conflitos de disciplinas serão evitados, pois cada área verá sua responsabilidade mais claramente.

### **2.3. ISO/IEC Directives Part 1 and Consolidated ISO Supplement, Annex SL (normative) - Proposals for management system standards (ISO, 2015).**

ISO (2015) descreve que as normas para sistema de gestão da *International Organization for Standardization (ISO)* seguem uma estrutura padrão, conforme mostrado na FIG. 3, composta de seis requisitos comuns: contexto da organização, liderança, planejamento, suporte, operação, avaliação de desempenho e melhoria.

Os seis requisitos comuns devem ser observados em conjunto com a abordagem do ciclo PDCA (*Plan-Do-Check-Act*), que todos os sistemas de gestão seguem:

- *Plan (P)*: contexto da organização, liderança, planejamento, suporte;
- *Do (D)*: operação;
- *Check (C)*: avaliação de desempenho; e
- *Act (A)*: melhoria.

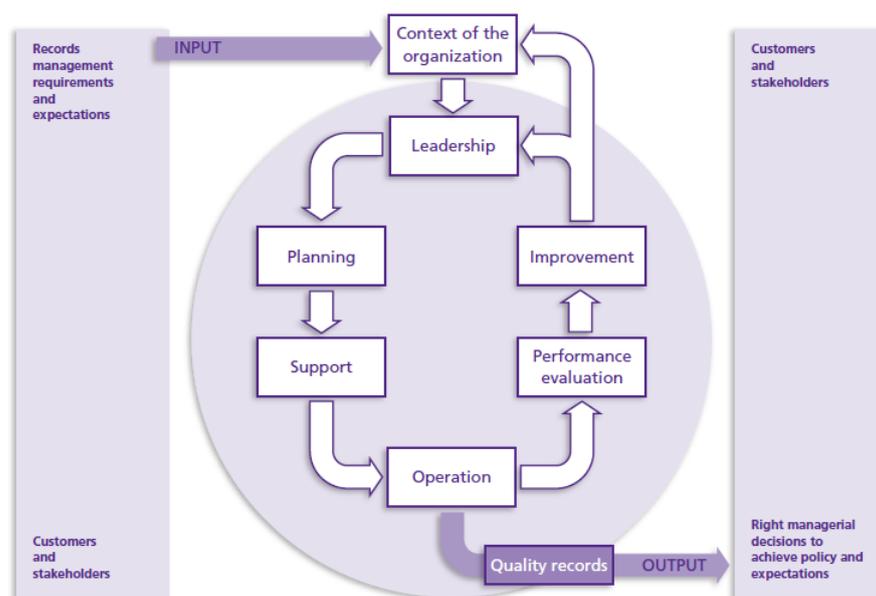


FIGURA 3 – Estrutura das normas ISO para sistemas de gestão.

## 2.4. IAEA GS-R-3:2006 - The management system for facilities and activities: safety requirements (IAEA, 2006)

A norma IAEA GS-R-3:2006 (IAEA, 2006) define os requisitos para estabelecer, implementar, avaliar e melhorar continuamente um sistema de gestão, que integra elementos de segurança, saúde, meio ambiente, proteção física, qualidade e econômicos, para assegurar que a segurança seja considerada em todas as atividades de uma organização.

Essa norma aplica-se aos estabelecimentos nucleares, às atividades usando fontes de radiação ionizante, na gestão de rejeitos radioativos, no transporte de material radioativo, nas atividades de proteção radiológica, em quaisquer outras práticas ou circunstâncias nas quais pessoas possam estar expostas à radiação proveniente de fontes naturais ou artificiais e na regulamentação destas instalações e atividades. Ela é aplicável durante o tempo de vida de instalações e durante a realização completa das atividades em situações normais, transientes e de emergência.

Percebe-se na FIG. 4 a realização de um produto que satisfaz todos os requisitos de segurança, saúde, meio ambiente, qualidade, econômicos, etc. Para a realização deste produto é necessário o desenvolvimento e a implementação de um sistema de gestão efetivo orientado para atender aos requisitos aplicáveis estabelecidos. Para a implementação dos processos necessários para a realização do produto deve ser realizado um planejamento eficaz por meio da direção da organização, que fornecerá recursos adequados e deverá realizar a medição, análise e melhoria de todo o sistema de gestão. O Sistema de Gestão deve permitir o estabelecimento de uma cultura de segurança forte e a obtenção de altos níveis de desempenho com relação à segurança. O ciclo da implementação do sistema de gestão está representado por meio de setas na FIG. 4.

A FIG. 4 mostra o ciclo da implementação do sistema de gestão. No caso das organizações nucleares brasileiras, os requisitos do sistema de gestão podem advir dos requisitos estatutários, requisitos dos interessados diretos, requisitos das normas de segurança da IAEA e requisitos de outras normas usadas pela organização.

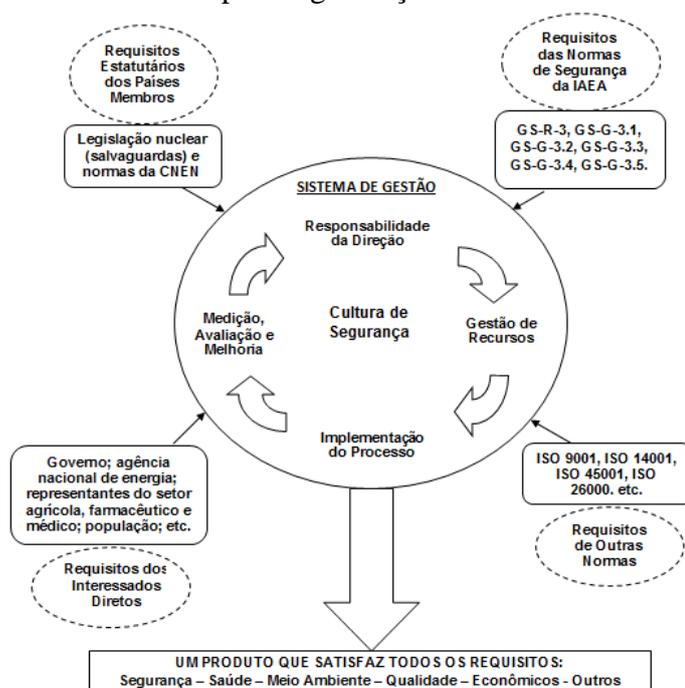


FIGURA 4 – Modelo de sistema de gestão para instalações e atividades nucleares brasileiras, com base em IAEA (2006).

## 2.5. IAEA SRS 75:2013 – Implementation of a management system for operating organizations of research reactors (IAEA, 2013).

A publicação IAEA SRS 75(IAEA, 2013) complementa os requisitos da norma IAEA GS-R-3 (IAEA, 2006), no sentido de estabelecer diretrizes para a implementação do sistema de gestão nas organizações operadoras de reatores de pesquisa.

Ela descreve os elementos chave para o sucesso da implementação do sistema de gestão:

- A pessoa na posição mais alta da gestão na organização é responsável em assegurar que o sistema de gestão seja implementado;
- Um esforço colaborativo deve haver entre a direção, aqueles que realizam o trabalho e aqueles que verificam o trabalho;
- O planejamento e a disponibilização de recursos adequados;
- Toda a equipe é treinada para atingir proficiência e assegurar que as pessoas entendam os procedimentos aplicáveis ao desempenho de seu trabalho;
- Entender que as interações entre os processos da organização podem na maioria das vezes ser complexas, resultando em uma rede de processos interdependentes. Entradas e saídas desses processos estão muitas vezes relacionadas aos clientes internos e externos;
- Entender que os processos de trabalho individuais raramente ocorrem de forma isolada. Saídas de um processo são normalmente entradas do processo subsequente;
- Alinhar a complexidade da atividade à complexidade da documentação. Uma simples atividade pode ser abordada em um único procedimento, enquanto um processo é implementado pela aplicação de um ou mais procedimentos e/ou instruções de trabalho;
- Agrupar vários processos, ao invés de implementar cada processo e documentos relacionados de maneira sequencial, com a finalidade de reduzir tempo e esforço necessários à implementação;
- Realizar auditorias internas dedicadas para monitorar e facilitar a implementação, após o sistema de gestão ter sido (parcialmente) iniciado;
- Avaliar e rever a eficácia do sistema de gestão em todos os estágios da implementação;
- Usar a informação adquirida de avaliações para melhorar continuamente o desempenho do trabalho.

A FIG. 5 apresenta uma visão geral da implementação do sistema de gestão proposto pela publicação IAEA SRS 75 (IAEA, 2013).

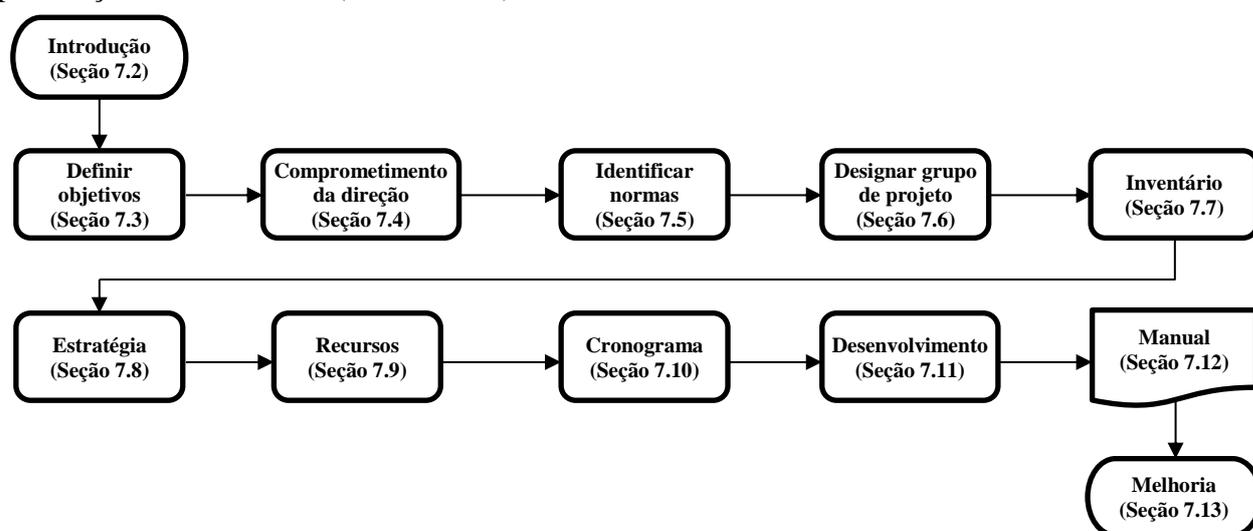


FIGURA 5 – Visão geral da implementação do sistema de gestão proposto pela publicação IAEA SRS 75 (IAEA, 2013).

## **2.6. BS 8900-1:2013 – Managing sustainable development of organizations – Part 1: Guide (BSI, 2013).**

Essa norma fornece orientações sobre a gestão do desenvolvimento sustentável e propõe uma estrutura que auxilia as organizações a melhorar o desempenho e eficácia. Ela oferece uma abordagem coerente para a gestão de aspectos sociais, econômicos e ambientais das atividades de uma organização. Aplica-se às organizações de qualquer porte, setor e tipo. Essa norma não especifica os critérios de desempenho para o desenvolvimento sustentável e não aborda os elementos específicos dos impactos sociais, econômicos e ambientais. Além disso, é relevante para as partes interessadas das organizações.

A norma BS 8900-1:2013 (BSI, 2013) estabelece quatro princípios fundamentais para o desenvolvimento sustentável de uma organização:

- a) **Inclusividade:** uma intenção ou política claramente expressa para a inclusão das principais partes interessadas no desenvolvimento da estratégia organizacional, planejamento corporativo e direção;
- b) **Integridade:** aderência a um conjunto de normas éticas e leis de comportamento comumente aplicadas;
- c) **Gerenciamento (*stewardship*):** posição de responsabilidade pela gestão de todas as atividades de uma organização ao longo de todas as fases do seu ciclo de vida;
- d) **Transparência:** abertura sobre decisões e atividades que afetam a sociedade, a economia e o meio ambiente, e sua comunicação de forma clara, precisa, oportuna, honesta e completa.

A aplicação dos quatro princípios fundamentais aumenta os níveis de confiança das partes interessadas e isso ajuda a melhorar a credibilidade e transparência do desempenho de uma organização.

Para colocar em prática o desenvolvimento sustentável nas organizações, a norma BS 8900-1:2013 (BSI, 2013) estabelece algumas orientações:

- a) Estabelecer a visão da organização, incluindo nela seus princípios;
- b) Identificar as questões e o engajamento das partes interessadas;
- c) Estabelecer a capacidade da organização, ou seja, os recursos adequados e a hierarquia de competências;
- d) Estabelecimento de técnicas para a gestão do desenvolvimento sustentável, de acordo com o nível de maturidade da organização em relação ao desenvolvimento sustentável;

A norma BS 8900-1:2013 (BSI, 2013) relata que algumas organizações já utilizam sistemas de gestão reconhecidos, por exemplo nas áreas de contabilidade, gestão ambiental e recursos humanos e afirma ser possível incluir elementos de desenvolvimento sustentável nestes sistemas de gestão. No entanto, ela propõe uma abordagem para a gestão do desenvolvimento sustentável, conforme abaixo:

- a) **Avaliação dos riscos e oportunidades:**
  - Identificar problemas e impactos potenciais, tanto positivos como negativos, diretos e indiretos, e analisar os principais riscos e oportunidades (em termos de impacto e probabilidade) para estabelecer o sua importância;
  - Priorizar ações e alocar recursos para maximizar oportunidades e minimizar os riscos.
- b) **Identificação dos principais indicadores de desempenho:**
  - Identificar os indicadores que são fundamentais para alcançar esses objetivos;
  - Estabelecer os principais indicadores de desempenho escolhidos através de partes relevantes e funções da organização;
  - Definir métodos eficazes de avaliação de desempenho usando esses principais indicadores de desempenho.
- c) **Avaliação do progresso:**

## Modelo de Sistema de Gestão da Sustentabilidade para Organizações Operadoras de Reatores de Pesquisa

- Atribuir responsabilidades específicas para registrar, gerenciar e controlar o desempenho efetivo com os objetivos e os indicadores escolhidos;
- Garantir que o processo é abrangente pela incorporação e integração dos objetivos de desenvolvimento sustentável em todas as áreas da organização por meio da inclusão desses objetivos em responsabilidades de trabalho e objetivos pessoais;
- Medir o desempenho de forma equitativa e garantir que ele está sujeito aos mesmos critérios de gestão de desempenho como quaisquer outros objetivos organizacionais.

A norma BS 8900-1:2013 (BSI, 2013) recomenda que a organização deve integrar o desenvolvimento sustentável na sua avaliação de desempenho e processos de comunicação.

A organização deve manter a sua estratégia para o desenvolvimento sustentável por meio de avaliação contínua e atualizá-la em intervalos apropriados, ou após uma mudança organizacional significativa.

O desenvolvimento sustentável deve ser incluído na análise operacional da organização e deve fazer parte do ciclo normal de planejamento ou orçamento.

A organização deve assegurar que os processos e os recursos estão no lugar, e que há uma vontade e compromisso para lidar com os resultados das avaliações e implementar as mudanças necessárias para a melhoria contínua.

Cada organização deve, de tempos a tempos, determinar a sua posição ao longo de um caminho de desenvolvimento sustentável. Uma ferramenta útil para esta finalidade é a matriz de maturidade do desenvolvimento sustentável mostrada na Figura 6.

Princípios	Práticas	Etapas de abordagem de uma organização para o desenvolvimento sustentável			
					
Inclusividade					Planos e objetivos a serem determinados por cada organização podem ser adicionados à matriz.
Integridade					
Gerenciamento (stewardship)					
Transparência					
Propriedades adicionais aplicáveis a cada organização podem ser adicionadas à matriz.					

FIGURA 6 – Modelo de matriz do desenvolvimento sustentável (BSI, 2013).

Quando uma organização está desenvolvendo a sua matriz, é útil envolver um número de partes interessadas com diferentes funções e responsabilidades, buscando consenso sobre as práticas e etapas mais adequadas e significativas. Cada etapa descrita em uma célula da matriz deve, na medida do possível, ser inequívoca, objetiva e mostrar claramente realizações mensuráveis. A norma BS 8900-1:2013 (BSI, 2013) apresenta exemplos de matrizes do desenvolvimento sustentável.

Uma organização deve avaliar sua posição atual em relação a cada etapa, observando qualquer uma que necessite de especial atenção para restaurar a progressão equilibrada ao longo de seu caminho de desenvolvimento sustentável. Os objetivos específicos devem ser identificados e planos de ação concebidos para assegurar tanto equilíbrio e amplo avanço geral.

## Modelo de Sistema de Gestão da Sustentabilidade para Organizações Operadoras de Reatores de Pesquisa

Uma revisão periódica da posição da organização ao longo do seu caminho de desenvolvimento sustentável deve ser conduzida, verificando-se a pertinência das etapas na matriz. Ajustes para a matriz podem ser necessários para refletir circunstâncias de mudanças, prioridades das partes interessadas, regulamentos, etc.

A posição representada pela matriz, por exemplo, células sombreadas que representam etapas já realizadas podem servir como uma entrada para comunicações da organização com as partes interessadas.

### 3. METODOLOGIA

Kibrit (2008) afirma que o desenvolvimento e a implementação de um sistema de gestão em uma organização nuclear, bem como a adoção de uma ou outra norma para sistema de gestão, resultam de uma decisão estratégica da alta direção. Como conclusões do estudo de Kibrit (2008) sobre as normas aplicáveis à gestão de organizações nucleares, é recomendado que uma organização nuclear brasileira desenvolva e implemente seu sistema de gestão de maneira integrada, tendo como objetivo principal a preservação da segurança de seus indivíduos, de suas instalações, e do meio ambiente.

Por meio de exemplos de sistemas de gestão aplicados em organizações nucleares brasileiras e em organizações nucleares de outros países, Kibrit (2008) relata que, tanto para pesquisa quanto para produção de energia, as organizações nucleares utilizam modelos de sistemas de gestão baseados nas normas internacionais da *International Organization for Standardization (ISO)* e da *International Atomic Energy Agency (IAEA)*, modelos estes que não incluem questões de sustentabilidade em seu contexto.

Para incorporar requisitos de sustentabilidade a um sistema de gestão de organizações operadoras de reatores de pesquisa, sugerimos a integração dos requisitos da norma BS 8900-1:2013 (BSI, 2013) àqueles das normas de sistema de gestão da ISO (2015) e da IAEA (2006).

A FIG. 7 mostra, por meio de um esquema simplificado, a metodologia para a construção do modelo de sistema de gestão da sustentabilidade para organizações operadoras de reatores de pesquisa: requisitos para sistemas de gestão estabelecidos pela ISO (9001, 14001, etc.), mais os requisitos para sistemas de gestão estabelecidos pela IAEA (GS-R-3, SRS 75), mais a definição dos processos de organizações operadoras de reatores de pesquisa, mais os requisitos da norma BS 8900-1:2013 (BSI, 2013), política e metas da sustentabilidade, resultam no modelo de sistema de gestão integrado, incluindo requisitos de sustentabilidade para organizações operadoras de reatores de pesquisa.

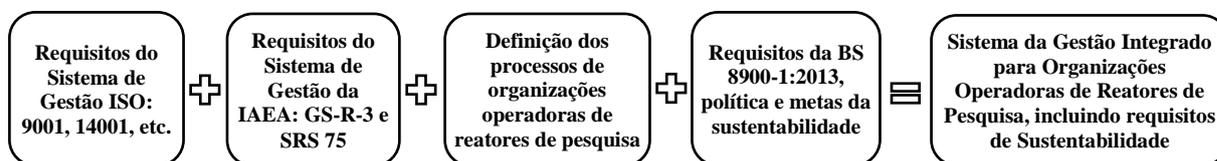


FIGURA 7 - Esquema simplificado da metodologia para a construção do modelo de sistema de gestão da sustentabilidade para organizações operadoras de reatores de pesquisa.

### 4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Como resultado da metodologia sugerida no capítulo anterior, apresentamos na FIG. 8 o modelo de gestão da sustentabilidade para organizações operadoras de reatores de pesquisa.

**Modelo de Sistema de Gestão da Sustentabilidade para Organizações Operadoras de Reatores de Pesquisa**

O sistema de gestão integrada proposto integra elementos de segurança, saúde, meio ambiente, qualidade, econômicos, proteção física, sustentabilidade e outros, conforme aplicável, estabelecidos pelos clientes e partes interessadas. Esses requisitos são separados em quatro grupos, social, ambiental, econômico e institucional.

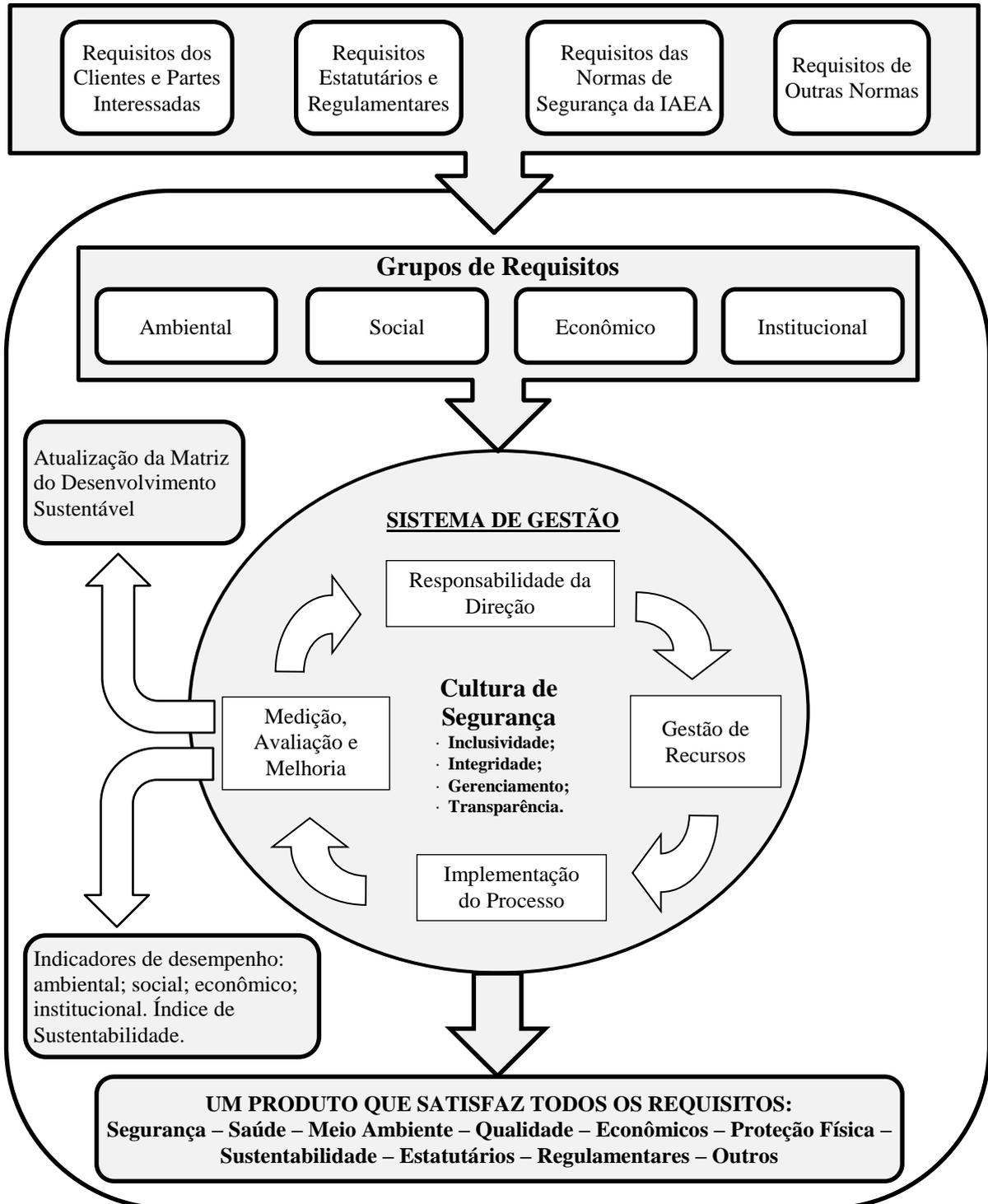


FIGURA 8 - Modelo de gestão da sustentabilidade para organizações operadoras de reatores de pesquisa.

## **Modelo de Sistema de Gestão da Sustentabilidade para Organizações Operadoras de Reatores de Pesquisa**

A estrutura do sistema de gestão integrada é baseada nas normas ISO (2015) e IAEA GS-R-3:2006 (IAEA, 2006).

O foco do sistema de gestão é a cultura da segurança, apoiada pelos princípios de sustentabilidade abordados pela norma BS 8900-1:2013 (BSI, 2013): inclusividade, integridade, gerenciamento e transparência.

O Produto satisfaz a todos os requisitos: segurança, saúde, meio ambiente, qualidade, econômicos, proteção física, sustentabilidade, estatutários, regulamentares, dentre outros, conforme aplicável.

Os indicadores de desempenho ambiental, social, econômico e institucional, um índice de sustentabilidade e a atualização da Matriz do Desenvolvimento Sustentável são saídas do processo de medição avaliação e melhoria, e servem para a alta direção da organização aprimorar seu desempenho na gestão da sustentabilidade organizacional.

### **5. CONCLUSÕES / CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O presente artigo apresentou um modelo de gestão da sustentabilidade para organizações operadoras de reatores de pesquisa.

Para a construção desse modelo, apresentamos as normas aplicáveis, NBR ISO 9001:2015 (ABNT, 2015b), PAS 99:2012 (BSI, 2012), ISO (2015), IAEA GS-R-3:2006 (IAEA, 2006), IAEA SRS 75: 2013 (IAEA, 2013) e BS 8900-1:2013 (BSI, 2013).

Com ênfase na norma BS 8900-1:2013 (BSI, 2013), apresentamos os quatro princípios do desenvolvimento sustentável: inclusividade, integridade, gerenciamento e transparência. Também apresentamos a Matriz do Desenvolvimento Sustentável que determina a posição da organização ao longo de um caminho de desenvolvimento sustentável.

Em um país como o Brasil, no qual a atividade nuclear é voltada para fins pacíficos, qualquer organização operadora de um reator de pesquisa deve ressaltar seu comprometimento com aspectos sociais, ambientais, econômicos e institucionais. Aspectos sociais incluem pesquisa e desenvolvimento, produção e fornecimento de radiofármacos, segurança radiológica e formação especializada para o setor nuclear. Aspectos ambientais incluem controle do entorno e conhecimentos voltados para a preservação do meio ambiente. Aspectos econômicos incluem substituição da importação e diversificação da matriz de produção. Aspectos institucionais incluem tecnologia e inovação. Esses aspectos, se integrados ao sistema de gestão de uma organização de pesquisa nuclear, contribuirão com sua manutenção e sucesso em longo prazo, num cenário mercadológico cada vez mais competitivo.

### **6. ABREVIATURAS**

- ABNT** – Associação Brasileira de Normas Técnicas
- BS** – British Standard
- BSI** – British Standards Institution
- IAEA** – International Atomic Energy Agency
- ISO** – International Organization for Standardization
- NBR** – Norma Brasileira
- PAS** – Publicly Available Specification
- SRS** – Safety Reports Series

## 7. REFERÊNCIAS

ABNT 2015a ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Sistemas de gestão da qualidade – Fundamentos e Vocabulário*. Rio de Janeiro: ABNT, 2015a. (NBR ISO 9000:2015).

ABNT 2015b ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Sistemas de gestão da qualidade – Requisitos*. Rio de Janeiro: ABNT, 2015b. (NBR ISO 9001:2015).

BANAS QUALIDADE. *07/08/2013 - Publicly Available Specification 99 (PAS 99:2012)*.

Disponível em:

<<http://www.banasqualidade.com.br/2012/portal/conteudo.asp?Secao=Noticias&codigo=16875>>. Acesso em: 09 set. 2015.

BSI 2012 BRITISH STANDARDS INSTITUTION. *Specification of common management system requirements as a framework for integration*. London: BSI, 2012. (PAS 99:2012).

BSI 2013 BRITISH STANDARDS INSTITUTION. *Managing sustainable development of organizations – Part 1: Guide*. London: BSI, 2013. (BS 8900-1:2013).

IAEA 2006 INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. *The management system for facilities and activities: safety requirements*. Vienna: IAEA, 2006. (IAEA GS-R-3:2006).

Disponível em: <[http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1252\\_web.pdf](http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1252_web.pdf)>.

Acesso em: 19 out. 2015.

IAEA 2010 INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. *Research Reactors: Purpose and future*. Vienna: IAEA, 2010. Disponível em:

<[https://www.iaea.org/OurWork/NE/NEFW/Technical-Areas/RRS/documents/RR\\_Purpose\\_and\\_Future\\_BODY.pdf](https://www.iaea.org/OurWork/NE/NEFW/Technical-Areas/RRS/documents/RR_Purpose_and_Future_BODY.pdf)>. Acesso em: 17 out. 2015.

IAEA 2013 INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. *Implementation of a management system for operating organizations of research reactors*. Vienna: IAEA, 2013. (IAEA SRS 75).

Disponível em: <[http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1584\\_web.pdf](http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1584_web.pdf)>. Acesso em: 19 out. 2015.

ISO 2015 INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. *Proposals for management system standards*. Geneva, Switzerland: ISO, 2015. Disponível em:

<<http://isotc.iso.org/livelink/livelink?func=ll&objId=17159827&objAction=download&viewType=1>>. Acesso em: 12 set. 2015. (ISO/IEC Directives Part 1 and Consolidated ISO Supplement, Annex SL).

KIBRIT, E. *Análise de Requisitos Normativos para o Desenvolvimento e a Implementação de um Sistema de Gestão da Qualidade em Instalações e Atividades Nucleares Brasileiras*.

2008. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo.

Disponível em: <[http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/85/85131/tde-11062008-102402/publico/Dissertacao\\_Eduardo\\_Kibrit.pdf](http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/85/85131/tde-11062008-102402/publico/Dissertacao_Eduardo_Kibrit.pdf)>. Acesso em: 19 out. 2015.