

“Barragens Contemporâneas: Conhecimento, Durabilidade, Riscos e Falhas”

Cenário : BRASILEIRO

Eng^o. Francisco Rodrigues **ANDRIOLO**

Andriolo Ito Engenharia Ltda

Av. Dr. Paulo Pinheiro Werneck 850- Parque Santa Mônica

13.561- 235- São Carlos- SP- Brasil

Fone: ++55-16- 3307 6078 Fax: ++55-16- 3307 5385

e-mail: fandrio@attglobal.net

site: www.andriolo.com.br



Qual a razão de ainda acontecer acidentes em Barragens?

Os acidentes ocorridos em barragens nos últimos 50 anos induziram à tomada de providências, de elaboração de manuais de Inspeção e Segurança, de Análises refinadas por processos computacionais rapidíssimos, de uso de sistemas remotos de auscultação, de Análises de Riscos e implementação de Planos Emergenciais.

Entretanto, ainda ocorrem acidentes, mesmo em obras recentes, com vida Contemporânea!

- Qual a razão dos acidentes ocorrerem, mesmo em obras recentes com menos de 30 anos?
- Teriam os Romanos mais conhecimentos? Lembra-se que os Romanos não estavam credenciados pela I.S.O.!
- Os estudos e projetos são mal feitos?
- Os materiais de uso contemporâneo têm (ou tinham) menor Qualidade?
- Os processos de construção, atuais, são inadequados?
- Qual a Razão?
- O que pode estar antes do erro, da falha?

O Autor, dentro da sua limitada capacidade, não tem condições de concluir o estabelecimento da Razão ou das Razões para o prosseguimento dos acidentes, mas busca trazer ao debate Democrático alguns pontos de vista sedimentados no desenvolvimento da atividade Profissional.





APRESENTAÇÃO

O recente, e crescente, número de acidentes ocorridos em barragens nos últimos 30 anos, induz à preocupações e busca de razões sobre o fato.

O número crescente de acidentes em barragens destinadas ao armazenamento de rejeito, e também em outras barragens de hidrelétricas concessionadas-privatizadas, pode induzir ao entendimento de que as obras construídas pelo setor privado tenham um vício intrínseco.

Poder-se-ia, otimisticamente, pensar que o número de acidentes esteja, apenas relacionado ao maior número de barragens construídas, ou seja o percentual contemporâneo de acidentes é o mesmo?

Poder-se-ia confortar-se com isso, mesmo sabendo que a possibilidade de aumento de conhecimento dos Profissionais, das ferramentas técnicas disponíveis, tenha ocorrido?



Devemos nos preocupar com isso? Ou é um índice, semelhante a qualquer outro? A causa disso é mera casualidade? Ou negligência nas análises, nos processos de construção e/ou de controle, e de operação?

RETROSPECTIVA DE ALGUNS ACIDENTES

Os Anais do “*Dam Maintenance and Rehabilitation*” of *The International Congress on Conservation and Rehabilitation of Dams- Madrid-Spain- Novembro 2002*, contem Publicações sobre danos, acidentes, falhas em 12 Barragens construídas, contemporaneamente, entre 1975 e 2000.

Um número significativo ao se considerar o nível de conhecimento existente à época.

Para reativar a memória, é conveniente lembrar alguns acidentes, de grandes proporções:

Barragem de Rejeitos- Stava na Itália- Rompeu-se em 1985 sacrificando 268 pessoas, destruindo 62 edificações e 8 pontes.



Vista Aérea
antes da Ruptura



Vista Aérea
após a Ruptura



Detalhe da Devastação

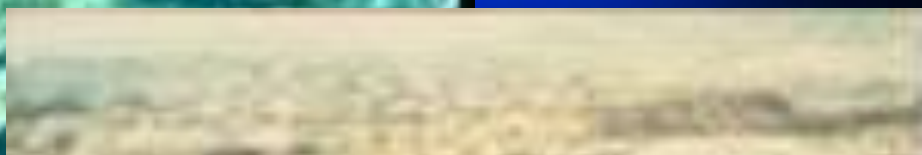
• **Barragem de El Guapo na Venezuela** – Construída em 1978, rompeu-se em 1999, por galgamento devido a insuficiência de capacidade de escoamento do Vertedouro, matando inúmeras pessoas e causando enormes danos materiais



Barragem de Teton nos Estados Unidos – rompida em 1976, decorrente de “piping” que por sua vez decorreu de deficiências de compactação



• **Presas Lower San Fernando-** en los Estados Unidos que se rompió por licuefacción del suelo, durante un terremoto, causando daños considerados moderados, debido al hecho de que en la época el nivel del Depósito estaba por debajo de lo Normal.



CAUSAS “NORMALES” Y CONTEMPORÁNEAS DE ACCIDENTES Y REDUCCIÓN DE LA DURABILIDAD-CALIDAD

Causas “Normales”

Hidrología- El desconocimiento del régimen hidrológico, o la negligencia en el manoseo de las informaciones, llevando a la elevación del nivel del agua y el vertimiento descontrolado. Estructuras de Desvío dimensionadas con privilegio económico y no seguro;

Geología- La presunción sin razón, induciendo a la simplificación de interpretaciones geológicas optimistas. Las fallas de procedimientos de sondeo, llevando a no detectar finas camadas grafitosas, o materiales que puedan ser solubles y con eso alterar el ángulo de fricción estimado o utilizado. Extrapolaciones indebidas o la insuficiencia de sondeos;

Sismología- La desconsideración de acciones dinámicas y de los fenómenos decurrentes en materiales que puedan tener alteración de sus propiedades, como la licuefacción. La inducción y fisuración y el establecimiento de poro-presiones;

Geotecnia- La desconsideración de propiedades que puedan ser alteradas, por la variación de la saturación. Los recalques diferenciales. Los contactos de materiales friables. Las condiciones de desconfinamientos y la alteración de propiedades. La no consideración de un rebajamiento rápido;

Acumulación de Sedimentos y Vegetación- El desconocimiento de la Sedimentología y no tomar los cuidados necesarios con el fenómeno. Los aspectos morfológicos y yacimientos de metales en zonas cercanas a los ríos. La falta de entendimiento de que la alteración de la vegetación (para más o para menos) en determinadas situaciones puede alterar o modificar el régimen de lluvias de una bacía y consecuentemente las llenas y su duración.

Materiales de Construcción- El desconocimiento de las propiedades de los materiales de construcción- Roca- Suelos- Concretos- Materiales Metálicos. La consideración de las propiedades del concreto en una forma estática temporal, sin la debida evaluación de la alteración de las propiedades con el Tiempo (Fluencia, Módulo de Elasticidad); La ocurrencia de Pirita; Las Expansiones debidas a los fenómenos de la Reacción Álcalis Agregados. La alteración de rocas decurrente de la presencia de arcilla-minerales expansivos en la matriz rocosa. Los Aspectos Térmicos y de la Restricción; Acciones de Hielo-deshielo; La deficiencia de propiedades decurrentes de usos de materiales metálicos con ligas deficientes;

Procedimientos de Construcción- Inadecuación de ejecución de drenajes, anclajes, compactación, limpiezas y tratamientos de fundación y juntas de construcción, llevando al establecimiento de condiciones sin las defensas pronosticadas en el proyecto;

Operación- La desobediencia a las reglas de mantenimiento o su interpretación errónea. La presunción y el optimismo despreciando la realización de ensayos en guías de compuertas;

Mantenimiento- discontinuidades y/o el no mantenimiento planeado. El parcial y/o total abandono;

Instrumentación- Fallas del instrumento, instalación, registro, desempeño, interpretación que llevan a la falta de observación y a la inacción para la superación de situaciones límites,

Causas Contemporáneas

Además del conjunto de causas (**paradójicamente**) **Normales**, antes mencionado, tal vez se pueda incluir un nuevo escenario de preocupaciones, a saber:

Especificaciones Técnicas/ Documentos de Proyecto- Elaborados por el proceso computacional con los iconos “**Copy**” y “**Paste**”, llevando a situaciones jocosas de incompatibilidad con la obra que se realizará. Indicación de materiales y productos, no existentes en la región de la Obra, y hasta en el País; El establecimiento de Trade Marks;

Contratos- con cláusulas de procedimientos y de plazos incompatibles con el sentido de la seguridad, de la calidad y de la durabilidad, llevando a consecuencias deficientes. Cláusulas tenues en lo que se refiere a las Responsabilidades;

Sistema de Calidad- No establecer un Sistema de Calidad adecuado (ver comentarios mas adelante) compatible con la magnitud de la obra a ser ejecutada;

Comportamiento Humano- El creciente deterioro de la Moral y Ética, con consecuentes repercusiones en la Calidad de las Obras. El comportamiento Engreído, llevando a la ficción del “**Pleno Saber**”. La **Vanidad** de no admitir el conocimiento limitado y el **Error**.





ANÁLISIS DE RIESGO (?)

Las presas fueron construidas y algunas existen desde hace mucho tiempo. ¡La existencia de las Presas Romanas, en la Península Ibérica, específicamente en España es un ejemplo vivo de un Bien Público, Útil y Durable!

Las presas son vitales para el manoseo del agua, y en algunos Países no hay alternativas. Las presas son necesarias para tener agua para beber , para la higiene, para producir alimentos naturales, para el riego, para la industrialización de algunos de esos alimentos, para llevar a cabo la navegación, para producir energía, para aumentar el confort y para producir riquezas.

Por todo esto queda en evidencia que las presas son una enorme fuente de Salud. Pero, así mismo, siendo fuente de Salud continúan causando accidentes o teniendo accidentes.

Los Profesionales- Ingenieros que Proyectan, Construyen, Monitorean y Operan las presas deben tener la Responsabilidad por su Seguridad y Durabilidad.

Es históricamente conocido el Código de Hammurabi de que el Arquitecto-Ingeniero debería ser responsable por cualquier accidente en sus construcciones, y debería pagar con su vida por ello. ¡Otras culturas también adoptaron el concepto de la Ley del Talión- **“Ojo por ojo, diente por diente”!**

Esa cultura-concepto, usual en épocas Primitivas, pasó a ser substituida paulatinamente por la Cultura-concepto del Precio del Desarrollo, en que los accidentes son un precio del progreso, una fatalidad inevitable de la conquista material en el Mundo. ¡Los accidentes pasaron a ser aceptados del mismo modo que la aceptación de las víctimas de Guerra!

Mas recientemente ese concepto del Precio del Desarrollo pasa a tener un solapamiento- en un proceso de **“fade in”** y **“fade-out”** con el concepto de Riesgo-Seguridad y de la Responsabilidad-Social, cuando se busca responsabilizar al Propietario sobre los eventuales daños.

Ese concepto se acelera con la globalización de la Economía, en la búsqueda de fuentes de Negocios más rentables. Como resultado se establece, también, la práctica de las Privatizaciones y Concesiones.

Se desarrolla la práctica de Análisis de Riesgos, y para tal, se nota que hay una movilización general de la comunidad técnica teorizando con auxilio de Cálculos Integrales, Matrices y Estadísticas Refinadísimas.

Se profetizan “aciertos” del tipo:

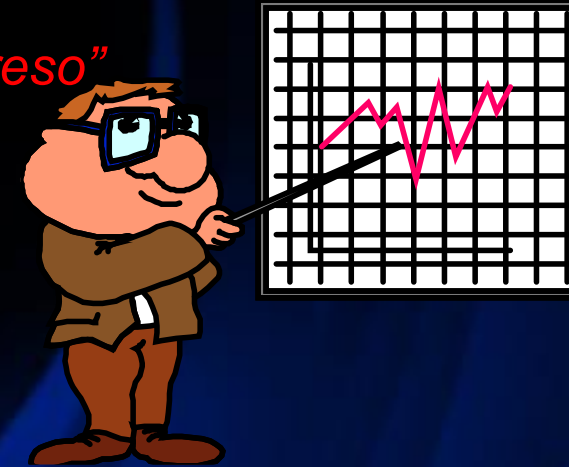
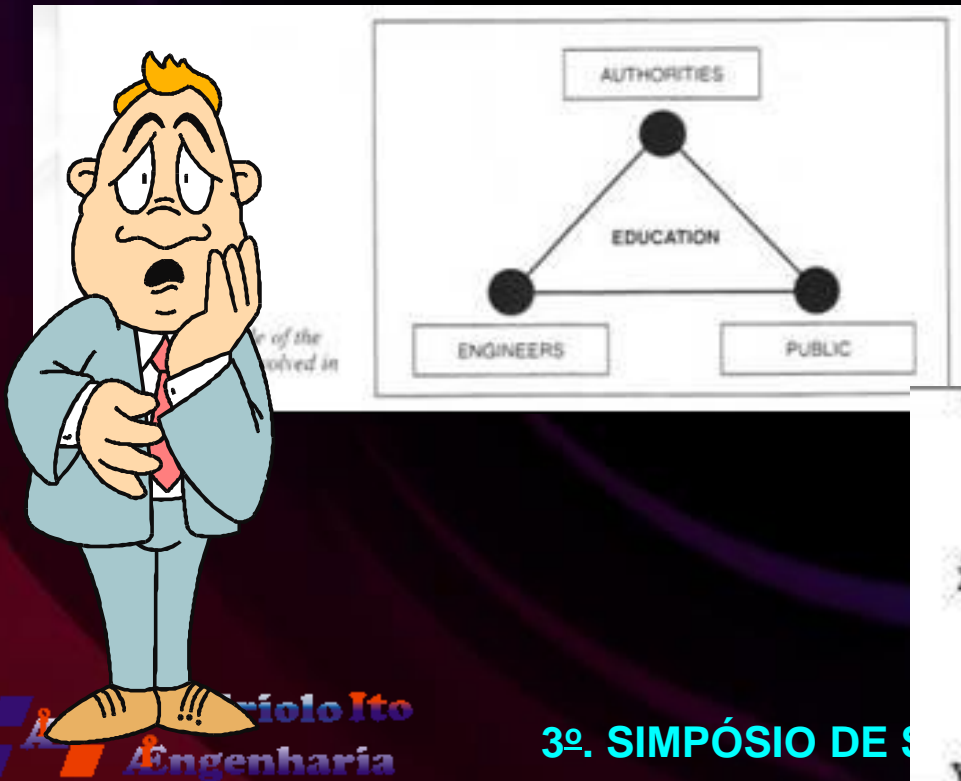
“Riesgo Económico”;

“Debe ser entendido de que hay dos categorías diferentes de consecuencias: La de Pérdida de Vidas y de los Daños de las Propiedades”;

“Hay una reducción del número general de accidentes, siendo inferior a 1%”;

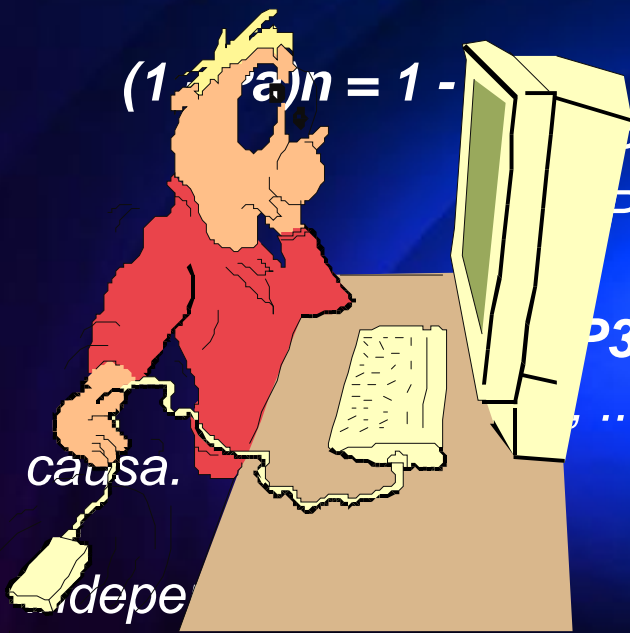
“Se tiene, entonces un Nivel Aceptable de Riesgos”, y la conclusión de que;

“La gerencia del Riesgo es un camino prometedor para el Progreso”



$$\hat{x}_{p,4} = \sum_{i=1}^n \left(\frac{i-0.5}{n} - p \right) X_{(i)} / \sum_{j=1}^n k_h \left(\frac{j-0.5}{n} - p \right) \quad (11)$$

where, $k_h(\cdot) = h^{-1}k(\cdot/h)$.



$$(1 - P_a)^n = 1 - P_n$$

P_a = probabilidad anual de ocurrencia de determinado evento

P_n = probabilidad global durante un período de "n años"

$$P_3) \dots (1 - P_n) = 1 - P_n$$

P_n = probabilidad de un evento asociado a determinada

= probabilidad global combinando causas

No obstante, se debe examinar el comportamiento humano, por el hecho de que diferente **personas-profesionales**- son involucradas en un Proyecto, Contrato, Construcción y Operación/Mantenimiento de presas, así como el hecho de que muchos de los accidentes ocurren por el **factor humano**. Hay que sumarle, aún, las mutaciones de la Sociedad en lo que se refiere a los conceptos de **Ética y Moral**, los cuales son vitales en los Procedimientos Profesionales.

¡No se puede olvidar de que **el CIUDADANO quiere P = Cero!** ¡Él no quiere saber de Estadística, de Justificativas (¡y aquí va la opinión del autor de que cuanto mas esfuerzo se tiene para Justificar un hecho, es por que es carente de verdad propia!) y sí de que está usufructuando de un Bien Público que pagó con sus tributos, esfuerzos!



La premisa contemporánea de algunas normas o códigos en debatir o teorizar sobre - **Cuánto tiempo una determinada obra debe durar**- es peligrosa y probablemente indebida. ¡Un Bien Público debe ser Útil y Durable!

Es importante recordar que:

No querer Riesgo es bastante diferente de no arcar con el cargo de Riesgo.

De eso se puede verificar que los Propietarios-Concesionarios, de manera general hacen un análisis de Riesgos, pero lo que **no se quiere es asumir** las Responsabilidades y el peso del Riesgo.











En el análisis de la incertidumbre, lo que marca la diferencia es la actitud del Propietario-Empresario, al buscar maximizar las oportunidades para la realización del negocio y en minimizar las incertidumbres.

Por lo tanto, la práctica demuestra que el análisis de las inseguridades solo es efectivo cuando es realizado por personas con conocimiento, con experiencia específica en cada asunto envuelto. Emanan de eso la conveniencia de tener un equipo multidisciplinar para la discusión de los temas.

El análisis de las incertidumbres o el “empresariamiento” de los riesgos es imprescindible, pues no hay como eliminarlos. Frente a esto todos los involucrados en el Emprendimiento deberán ser “aculturizados” sobre el problema.

Teniendo en cuenta que no es posible eliminar la incertidumbre lo más importante es saber convivir con la misma y con los cuidados para que sus consecuencias sean mínimas.

Uno de los aspectos básicos es el de intentar hacer una lista de las inseguridades en grupos de factores, que pueden ser:

-  Contractual
-  De la Planificación-cronología
-  De Ingeniería
-  De los Recursos Humanos
-  Económico-financiero
-  De Administración
-  Política
-  Ambientales
-  Del Sistema de Calidad
-  De la propia Inversión



ANÁLISIS DEL ERROR

Todos cometemos errores, eso es parte de la Vida. Pero en vez de quedarnos rumiando los errores, lo correcto sería realizar la “*post mortem*”, la autopsia del problema y aprender la lección.

Hacer esa autopsia significa analizar las razones que nos llevaron a tomar la decisión equivocada.

- 👉 Que datos equivocados tomamos;
- 👉 Cual es el Principio o la Teoría o el Racionamiento, que fue equivocado;
- 👉 Que nos indujo al error.
- 👉 **¡O sea, que ANTECEDIÓ AL ERROR!**

Esta es la mayor preocupación que me motiva para hacer este abordaje.

No es la búsqueda del Quién, del esclarecimiento del hecho ocurrido. Es sí, ejemplificando, buscar saber **CUÁL ES LA RAZÓN**:

- ☹ Que llevo a que el individuo, conociendo el fenómeno de la Reacción Álcalis Agregados no tomase las providencias Mitigadoras para reducir las Expansiones;
- ☹ Que llevo a que el individuo, conociendo los problemas de Hielo-deshielo no tomase las acciones para minimizar el problema;
- ☹ Que llevó al individuo a evitar la realización de ensayos;
- ☹ A menospreciar procedimientos de construcción ya plenamente consagrados y sabiendo las causas de sus desobediencias;
- ☹ ¡Por fin, despreciar la necesidad de emplear el CONOCIMIENTO!

Por otro lado, se puede argumentar que la mayoría de las personas ni siquiera admiten cuando están erradas y tienden a enterrar el difunto (error) rápidamente para no realizar la autopsia.

Existe una línea de pensamiento, según la cual el objetivo de una investigación no puede ser la búsqueda de "culpados", sino, comprender porque sus evaluaciones y acciones parecían correctas en aquel momento o cuando acaecieron la secuencia de eventos que resultaron en el accidente.

Eso significa enfocar al sistema (entidad abstracta que abriga a los actores responsables por la organización y materialización del emprendimiento), en detallar todos los aspectos técnicos, organizacionales, recursos humanos y circunstancias que sean relevantes para la causa del problema a ser analizado. En otras palabras, el error humano es síntoma de problemas profundos del sistema.

El gran error es buscar culpados sin intentar saber las razones que llevaron a las personas a cometer errores y, sin mucho menos, explicar las fallas del sistema.

En muchos casos, para los "culpados" sus evaluaciones de vulnerabilidad y de peligro, en los momentos que antecedieron a los accidentes, eran correctas en el contexto de su conocimiento y dadas las circunstancias que los cercaban.

Las obras de ingeniería soportan el riesgo colectivo y sus consecuencias.

Al lidiar con los temas relativos a la seguridad de las obras de Ingeniería, específicamente, seguridad de represas o riesgos asociados al proyecto, construcción y operación de esas estructuras, estoy convencido de que mientras buscamos personas culpadas, jamás conoceremos las fallas (causa-efecto) o el origen del ciclo vicioso del sistema.

El sistema al cual me refiero, agrega una legión de actores que tienen el libre arbitrio para ejercer sus derechos, hacer valer sus conocimientos técnicos, demarcar sus acciones en el ámbito de la legislación en vigor, en los principios éticos y de ciudadanía.

Por lo tanto, a pesar de esa armazón, el Ente decide:

- ☹ poner plazos inejecutables,
- ☹ contratar proyectos y obras con precios irreales,
- ☹ decide iniciar las obras en cualquier momento, sin verificar la disponibilidad de los recursos necesarios para su ejecución,
- ☹ seleccionar empresas y profesionales con calificación técnica insuficiente o dudosa y permite la gestación de un tipo de personaje curioso y simbiótico con poderes de constructor, proyectista y asesor, con plena auto-suficiencia y control sobre varias frentes y procesos decisorios.

En muchas situaciones la responsabilidad técnico-legal de elementos claves es diluida o de difícil apuración en los casos de fracasos.

Muchos factores no técnicos contribuyen para la formación de una cadena de acciones que resultan en omisión en los momentos de decisión, en simplificaciones en el proyecto por desconocimiento de las implicaciones técnicas implícitas o por priorizar la economía en la reducción de costos, en las ventajas de plazos reducidos, etc.

La investigación técnica normalmente conduce a una única verdad, que debe ser Exenta e Imparcial.

El amparo legal en la conducción de las investigaciones de las causas de accidentes, es imprescindible e importante, pero lo que se espera, es por respuestas a las preguntas técnicas que afligen a los profesionales de ingeniería, en el más corto espacio de tiempo, para que se corrijan sus conceptos y criterios, en los futuros proyectos.

Mientras eso sucede, vamos a esperar por el próximo accidente, muchos anunciados y/o perfectamente incluidos en las Estadísticas y en el “Riesgo Económico”, e intentar revertir ésa situación.

Necesitamos de acciones, de actitud del Propietario-Empresario, para buscar aumentar al máximo las oportunidades para la realización del Negocio del Bien Público, y minimizar las inseguridades.

LECCIONES APRENDIDAS - **PERO NO SIEMPRE ADOPTADAS**

Es importante traer a discusión algunas lecciones y procedimientos practicados tales como:

Ítem	Tema	Cuestiones e Implicaciones
A	División de la Responsabilidad del Accidente con el Gobierno	Necesidad de Cláusulas Contractuales Claras, sin dudas. Códigos y Normas aplicables y actualizadas. Soporte Legal y Constitucional
B	Reglas y Reglamentos Actualizados	Está la necesidad de una sistemática evolución de las reglamentaciones para restringir la ocurrencia de los accidentes. Para eso es necesario que el Sistema Legal permita las actualizaciones
C	Proyectos Durables	¿Es conveniente limitar la Durabilidad, Longevidad de los Proyectos o exigir su perpetuación? El riesgo económico de su limitación
D	Envolvimiento de la Comunidad	La conveniencia del envolvimiento de la comunidad en la decisión y aceptación en la implantación de un Proyecto. Riesgo y la posibilidad de manipulación de la comunidad, en función de beneficios contemporáneos. Inercia de decisión
E	Plan Emergencia para el Peor Evento	Establecimiento y concientización para Planes de Emergencia Críticos. Enfrentamiento Económico y la minimización de lo Crítico
F	Establecimiento de Plazos	Establecimiento y Plazos factibles para a ejecución de los Proyectos. Eso está en conflicto con los Desafíos y los aspectos económicos
G	Centralización o Liberación de Informaciones	Tema discutible bajo la óptica Política, pero que necesita de responsabilidad
H	Pleno Entendimiento de los Objetivos	Entendimiento de los Objetivos, Compromisos y Responsabilidades
I	Ética y Moral	¿Se precisa de Fiscal? ¿Cuál es la razón para que TODOS no lo hagan Bien Hecho?

COMENTARIOS FINALES

Los Análisis de Riesgos, los Accidentes, las Lecciones Aprendidas, son afectados profundamente por el Comportamiento Humano, pero poco se ha buscado y pesquisado sobre el Entendimiento del Error, la Autopsia del Accidente, de la Falla.

Se siente que, aún, está lejos de ese entendimiento, teniendo la necesidad de sistemático debate y mejoramiento del tema.

¡De forma pragmática e **INGENIADA!**

Muito Obrigado e Boa Sorte a TODOS !!!





25 12:28

